

Монография «Инновационные системы: достижения и проблемы» включает в себя три основных блока: Инновации – теоретические аспекты инноваций, представление инновационных систем стран, достигших в этом направлении значительных успехов; Достижения – конкретные примеры получения продуктов инновационных систем; Проблемы – что мешает продуктивной работе инновационных систем и как повысить их эффективность. Авторы не ставят своей целью объять необъятное, поведать миру все и вся про нынешний тренд человеческой цивилизации – стремительное вхождение в жизнь людей достижений инженерной мысли. Сегодня главным вызовом для многих экономик мира является процесс построения эффективных национальных инновационных систем. Создание первых таких систем стало огромной социально-экономической новацией, реализуя которую, первопроходцы совершили огромное количество проб и ошибок. В результате человечество успешно поставило интереснейший эксперимент по построению различных инновационных систем. Что и как происходило в эпоху становления инновационных систем, к чему мы пришли на данный момент и что нам ждать в будущем от инноваций – об этом и повествует данная книга.

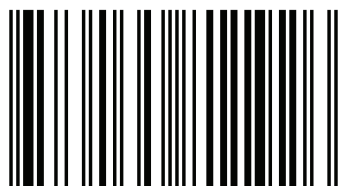


Олег Фиговский
Валерий Гумаров

Профессор Олег Фиговский. Главный редактор журналов: SITA и ICMS. Академик EAS, RAASN и REA. Президент Ассоциации изобретателей Израиля. Валерий Гумаров. Ответственный секретарь журнала «НБИКС-Наука.Технологии». Редактор портала Нанотехнологического общества России.

FOR AUTHOR USE ONLY

Инновационные системы: достижения и проблемы



978-613-5-81192-6

**Олег Фиговский
Валерий Гумаров**

Инновационные системы: достижения и проблемы

FOR AUTHOR USE ONLY

FOR AUTHOR USE ONLY

**Олег Фиговский
Валерий Гумаров**

**Инновационные системы:
достижения и проблемы**

FOR AUTHOR USE ONLY

LAP LAMBERT Academic Publishing RU

Imprint

Any brand names and product names mentioned in this book are subject to trademark, brand or patent protection and are trademarks or registered trademarks of their respective holders. The use of brand names, product names, common names, trade names, product descriptions etc. even without a particular marking in this work is in no way to be construed to mean that such names may be regarded as unrestricted in respect of trademark and brand protection legislation and could thus be used by anyone.

Cover image: www.ingimage.com

Publisher:

LAP LAMBERT Academic Publishing

is a trademark of

International Book Market Service Ltd., member of OmniScriptum Publishing Group

17 Meldrum Street, Beau Bassin 71504, Mauritius

Printed at: see last page

ISBN: 978-613-5-81192-6

Copyright © Олег Фиговский, Валерий Гумаров

Copyright © 2018 International Book Market Service Ltd., member of
OmniScriptum Publishing Group

All rights reserved. Beau Bassin 2018

FOR AUTHOR USE ONLY

Инновационные системы: достижения и проблемы

Олег Фиговский и Валерий Гумаров

Оглавление

<i>От авторов</i>	3
1. Теоретические аспекты инноваций, представление инновационных систем стран, достигших в этом направлении значительных успехов	8
1.1 Инновационные системы: термины и определения.....	8
1.2 Инновационные системы: задачи и функции.....	14
1.3 Инновационный инжиниринг – ключевой элемент инновационных систем.....	19
1.4 Инновационный менеджмент – движитель инновационных систем.....	40
1.5 Система приёма и регистрации инновационных предложений	44
1.6 Инновационная система США.....	61
1.7 Инновационная система Китая	75
1.8 Инновационная система Израиля.....	95
1.9 Инновационные системы других стран.....	126
2. Достижения – конкретные примеры получения продуктов инновационных систем	154
2.1 3D-печать.....	154

2.2 Зелёные технологии.....	213
2.3 Медицина.....	279
2.4 Беспилотники.....	320
2.5 Новые материалы.....	362
3. Проблемы инновационных систем, возможные механизмы их разрешения	413
3.1 Инновации и экономика.....	413
3.2 Инновации и общество.....	465
3.3 Инновации и политика.....	509
3.4 Проблемы инноваций в России.....	554
Послесловие.....	641
Библиографическая справка.....	643

FOR AUTHOR USE ONLY

От авторов

Монография «Инновационные системы: достижения и проблемы» включает в себя три основных блока:

- Инновации – теоретические аспекты инноваций, представление инновационных систем стран, достигших в этом направлении значительных успехов.

- Достижения – конкретные примеры получения продуктов инновационных систем по странам и направлениям.

- Проблемы – что мешает продуктивной работе инновационных систем и как повысить их эффективность.

Авторы не ставят своей целью объять необъятное, поведать миру все и вся про нынешний тренд человеческой цивилизации – стремительное вхождение в жизнь людей достижений инженерной мысли. При том, что мы это уже даже и не замечаем, а полагаем, как должное.

Поведуй кому-нибудь полвека назад, что вычислительные комплексы, многократно превосходящие тогдашние ЭВМ по мощности и своим функциональным возможностям, будут стоять у тебя на столе – подняли бы на смех. Расскажи лет тридцать назад, что телефон с возможностью коммуникации со всем миром будешь носить в кармане или дамской сумочке – сочли бы за безудержного фантазёра. Скажи сегодня, что завтра заводы по производству ширпотреба и много чего ещё будут в каждом доме в виде 3D-принтеров – усомнятся, но возражать не станут.

Мы живём в эпоху неограниченных возможностей. Считается, что через несколько лет произойдут удивительные вещи, совершенные во имя инноваций, которые, в конечном счёте, полностью изменят нынешнюю экономическую систему, служившую источником трудовых отношений и дохода на протяжении нескольких сотен лет.

Здесь скрываются неочевидные опасности. Не последняя из них заключается в том, что инновация выглядит слишком неправдоподобно, и мы можем ошибочно предположить, будто это всего лишь очередная забавная при-

чуда, которой суждено исчезнуть бесследно. В этом-то и заключается главная ошибка, ведь это все равно, что полагать, будто каток, который вот-вот вас раздавит – мираж, и непременно исчезнет, перед тем как «закатать» вас в асфальт.

Мы меняем нашу экономическую систему в глобальных масштабах. Хотя аналитики и эксперты много и постоянно пишут и говорят про то и на совещаниях, и на конференциях, и в печати, и на телевидении, и в интернете, большинство из нас до сих пор не полностью осознали масштабность грядущей перемены. Грядёт могущественная сила, способная смести большую часть существующего бизнес-мира.

Последний раз перемена подобного масштаба произошла, когда индустриальная экономика сменила сельское хозяйство, став ключом к дальнейшему развитию мира. Каток перемен приближается очень быстро. Нам нужно понять, что прячется за пылевой завесой, поднятой его движением, и определить сферу наших интересов и возможностей.

Растущая сила инновационной экосистемы все быстрее приближает крах современной экономики. Раньше прорывным инновациям требовалось больше десятилетия, чтобы хоть как-то повлиять на существующие индустрии. Теперь это время уменьшилось вдвое и продолжает сокращаться. Эта сторона инновационного процесса раскрывается в первой части книги: «Инновации – теоретические аспекты инноваций и представление инновационных систем стран, достигших в этом направлении значительных успехов».

Чем быстрее на рынке появляются все новые и новые конкуренты, тем быстрее сокращается жизненный цикл любой идеи. Инновация по-прежнему будет обладать рыночным потенциалом, но то время, которое имеет организация или предприниматель на то, чтобы собрать потенциальную прибыль, сильно снижается. Этот факт подмы-

ваает сложившуюся за два века модель индустриальной экономики.

Нынешняя ситуация требует совершенно иного подхода к бизнесу. Инновация станет основным видом деятельности, она больше не будет связана с единичным улучшением продукта или побочной работой по расширению его функционала. Чтобы процветать, нам придётся постоянно создавать уникальные и оригинальные проекты, интересные рынку – быстро и по умеренной цене. Мы находимся на острие крупнейшего экономического прорыва всех времён, про который один из авторов книги, академик Европейской академии наук Олег Фиговский говорит: «Являясь автором более 500 изобретений, я реально чувствую поступь нового экономического прорыва, основанного на новейших изобретениях». Про эту самую поступь и рассказывается во второй части книги: «Достижения – конкретные примеры получения продуктов инновационных систем».

Целями инновационной политики ведущих стран мира, как правило, являются увеличение вклада науки и техники в развитие экономики страны, обеспечение прогрессивных преобразований в сфере материального производства, повышение конкурентоспособности национальных продуктов на мировом рынке, укрепление национальной безопасности и обороноспособности страны, улучшение экологической обстановки. Исходя из этого, основой социально-экономического развития современного общества является осуществление непрерывного инновационного процесса. В общем виде и в конечной своей реализации инновационный процесс означает выполняемую последовательность стадий и этапов воплощения идеи возможного нововведения в разработку, производство, продажу и диффузию нового инновационного продукта, кратко называемого «инновацией».

Много лет тому назад, выступая на учёном совете в Киеве, один из авторов этой книги высказал мысль, что ничего практичнее фундаментальной науки нет. Только не надо

заставлять учёных заниматься не установлением научной истины, а решением сегодняшних сиюминутных задач промышленности. Этим должны заниматься другие – инновационные инженеры, имеющие иное образование и склад мышления. Инновационным инженерам нужны не только фундаментальные знания, но и специфические знания в технологии инновационного процесса. А попытки требовать от учёных академиков работать как инженеры бесплодны и бессмысленны. Как говорится в Библии: «Богу – богово, а кесарю – кесарево».

Нам бы хотелось сосредоточиться на реальных проблемах науки, и прежде всего проблемах высоких технологий, но приходится говорить и о другом. Почему в России нет гражданского высокотехнологического производства, а военное высокотехнологическое производство вызывает сомнения в его будущей эффективности и конкурентоспособности на рынке вооружений? Возможна ли реальная модернизация России и помогут ли в этом высокие технологии? Почему в России нет инноваций? Как достичь национального успеха в России? Ответы на эти вопросы читатель сможет найти в третьей части книги: «Проблемы инноваций – что мешает продуктивной работе инновационных систем и как повысить их эффективность».

Сегодня главным вызовом для многих экономик мира является процесс построения эффективных национальных инновационных систем. Создание первых таких систем стало огромной социально-экономической новацией, реализуя которую, первопроходцы совершили огромное количество проб и ошибок. В результате человечество в конце прошлого тысячелетия успешно поставило интереснейший эксперимент по построению различных инновационных систем. События развивались и продолжают развиваться во всем мире: от экваториального Сингапура до арктической Норвегии, от Силиконовой долины в Западном полушарии до Японии и Тайваня на Востоке. Везде, где удалось понять и применить закономерности создания инновационных систем, достигнуты успехи и в экономике.

Для стран, заявляющих о своём желании присоединиться к инновационному клубу, открыты все данные по историям успехов и неудач, произошедших в ходе этого глобального эксперимента. В начале XXI века строить национальную инновационную систему гораздо проще, поскольку первопроходцы уже подарили миру свой опыт покорения инновационных вершин. Однако это строительство окажется проще только в том случае, если мировой опыт, накопленный человечеством, будет принят во внимание и использован.

Мы не революционеры и осознаём, что что-то внедрять или изменять помимо воли людей совершенно бесполезно. Вот когда люди захотят и обратятся за помощью, то тогда им можно помочь. Помочь только тем, кто хочет. Эта книга для тех, кто хочет. Хочет знать, что такое инновации и как они меняют наш мир. Хочет овладеть приёмами и навыками работы инновационного инженера. Хочет стать активным и успешным участником процесса построения эффективных национальных инновационных систем, а не быть сторонним наблюдателем.

Монография основана на статьях, опубликованных за последние пять лет на портале Нанотехнологического Общества России, сайтах New Concepts Club (США), Наука и Жизнь Израиля, а также в журналах «Scientific Israel - Technological Advantages» и российских журналах «Знание – Сила», «Альтернативная энергетика и Экология», «Экология и жизнь».

***Профессор Олег Фиговский**, академик Европейской Академии Наук, президент Союза изобретателей Израиля, лауреат премий «Golden Angel Prize», «NASA NanotechBriefs® Nano 50™ Award», «2015 Presidential Green Chemistry Challenge Award, кавалер ордена «Инженерная Слава»*

***Валерий Гумаров**, редактор портала Нанотехнологического Общества России, ответственный секретарь журнала «NBICS-Наука. Технологии».*

1. Теоретические аспекты инноваций, представление инновационных систем стран, достигших в этом направлении значительных успехов

1.1 Инновационные системы: термины и определения

Расхожее представление об инновациях – это что-то новое, связанное с наукой и техникой, улучшающее жизнь людей. Причём для большинства людей это новое входит в их жизнь, как по мановению волшебной палочки – и в помине не было, да вдруг появилось и быстро стало само собой разумеющимся, без чего и жить нельзя. Так было на памяти нынешнего поколения с компьютерами, интернетом, мобильниками, смартфонами, прочими гаджетами. На подходе 3D-технологии, дроны, синтетические трансплантаты, искусственный интеллект, андройды, космический туризм.

Что войдёт в жизнь будущих поколений и станет для них обыденным, сказать сложно, но можно с большой долей вероятности утверждать, что, как и сегодня, большинству из них дела не будет до того, что инновации – это продукт деятельности тысяч опытных организаторов и многомудрых аналитиков, сотен тысяч талантливых учёных и головастых инженеров, миллионов хватких техников и умелых рабочих, которые сказку делают былью: благодаря их усилиям в считанные годы совершаются такие рывки в технике, которые даже авторитетным экспертам представляются фантастикой или в лучшем случае очень отдалённой перспективой.

Подобные прорывы рождаются не на пустом месте, они возможны только в том случае, если за ними стоит инновационная система – совокупность субъектов и экономических, политических, социальных и специальных институтов, взаимодействующих в процессе создания и реализа-

ции инновационной продукции и осуществляющих свою деятельность в рамках проводимой государством политики. Про инновационные системы разных стран и пойдёт речь в данной главе.

Но прежде чем начать разговор про инновационные системы необходимо договориться с читателями о терминологии. Согласно утверждениям Википедии и других уважаемых энциклопедий, следует различать «новацию – любое качественно новое дополнение или изменение» – и «инновацию, нововведение – внедрённое новшество, обеспечивающее качественный рост эффективности процессов или продукции, востребованное рынком, которая является конечным результатом интеллектуальной деятельности человека, его фантазии, творческого процесса, открытий, изобретений и рационализации».

Вроде бы, с инновацией все понятно и правильно, но смущает слово «внедрённое». Кто-то, видимо какой-то высший разум, взял и внедрил этот самый «результат интеллектуальной деятельности человека, его фантазии, творческого процесса». Что-то в это мало верится. Видимо, для этого нужна какая-то иная деятельность, к которой яйцеголовые интеллектуалы-инноваторы относятся зачехлённо без особого уважения и называют её инжинирингом. По интернету бродит определение инжиниринга, как «предоставление на коммерческой основе инженерно-консультационных услуг, в том числе и по доведению научно-конструкторских разработок до стадии производства». Это определение часто встречается в курсовых и дипломных работах студентов российских вузов.

Тут уж совсем не до шуток – появился неведомо откуда непонятный термин «научно-конструкторские разработки», которые и являются начальной стадией деятельности инженера. И слово «услуги» – тоже не очень уместно, ибо инжиниринг – ничуть не менее творческая деятельность, чем работа новатора, и от профессионализма инженера позитивный результат зависит ничуть не меньше, чем от новации, под которой разумеют не внедрённую ещё инно-

вацию. Кроме того, опыт авторов этой книги подсказывает, что только синергетическое взаимодействие авторов новации и тех, кто доводит её до реализации, может привести к успешному решению задачи. Чтобы новация стала инновацией нужно всем субъектам инновационного инжиниринга знать современные средства и методы создания новаций. Сколько великолепных научных решений не были реализованы из-за непрофессионального инжиниринга и, наоборот, сколько раз в процессе инжиниринга очень мало что оставалось от первоначальных новаций!

Сущностью реализации инновационного инжиниринга является совместная целенаправленная деятельность, основанная на взаимодействии исполнителей инновационной разработки на уровне рабочих групп. Общее определение инжиниринга – область человеческой интеллектуальной деятельности, дисциплина, профессия, задачей которой является применение достижений науки, техники, использование законов и природных ресурсов для решения конкретных проблем, целей и задач человечества. Исторически возникновение инжиниринга связано со строительством. В дальнейшем смысловое сочетание строительства, как процесса построения, и инженерии вошло в определение других технических и научных направлений. При этом появилось множество различного рода инжинирингов: системный, программный, социальный, генный, инжиниринг знаний и прочие. В этом ряду инновационный инжиниринг определяет характер и методы практической деятельности каждого из участников создания инновационного продукта, а также принципы и порядок их взаимодействия в процессе разработки, проектирования, реализации, продвижения и внедрения инноваций. Он необходим для того, чтобы инновационный продукт органично вписался в многомерное пространство будущего. То есть инновация должна полностью удовлетворять соответствующие её назначению потребности и при этом быть дешёвой, безопасной, энергосберегающей, экологически приемлемой и т.д.

Вот так мы и пришли к некоему комплексному термину – «инновационный инжиниринг», который подчёркивает неразрывную синергетическую связь между всеми стадиями творческого процесса превращения новаций в инновации.

И ещё один вопрос нужно обсудить в самом начале первой главы книги про инновационные системы. Мы восхищаемся и не устаём удивляться тем замечательным достижениям науки, которые очень быстро входят в нашу жизнь и так же быстро становятся обыденными. Можно привести обширный перечень этих потрясающих инновационных достижений, которые непрерывно изменяют наш мир. Учёные постоянно находят инновационные решения и очень быстро передают их инженерам со словами «оденьте нашу гениальную инновационную разработку в металл». При этом нельзя не обратить внимание на то, что практическая реализация новых инновационных решений вызывает сегодня значительные трудности, ибо средства и методы инжиниринга, к сожалению, достаточно вяло развивались в последнее время в практической плоскости и, кроме того, очень часто являлись предметом коммерческой тайны.

К примеру, во время одного из Европейских круглых столов по Cleaner Production (Экологически чистое производство) один из авторов этой книги поехал через весь огромный европейский город, чтобы послушать лекцию одного маститого профессора, который грозился поведать слушателям о новых конкретных средствах и методах инжиниринга. Ничего не услышав о таковых в лекции, пришлось спросить у профессора, почему он обманул слушателей. Ответ был обескураживающе честен: «Если я сообщу всем о моих профессиональных ноу-хау, я ничего на моем профессионализме не заработаю». И он прав, этот умудрённый жизнью корифей инженерного дела: секреты инжиниринга гораздо реже, чем новации подпадают под защиту интеллектуальной собственности, в частности под патентную охрану.

И последнее, о чем необходимо упомянуть перед повествованием про инновационные системы, их достижения и проблемы. Один из ключевых элементов инновационных систем – инновационный инжиниринг. Инновационный инжиниринг – это не только реализация принципиально новых научных новаций, но зачастую и ниспровержение давно известных. Примеров – не счесть. Вот один из них, касающийся создания новых технологических решений в инновационном инжиниринге – технологический. Ещё в Академии наук бывшего СССР сумели обойти японский патент и создали новую технологию получения эффективного, очень нужного в медицине и технике цианакрилатного клея. Внедрили её на одном из украинских заводов. Но клей оказался многократно дороже японского. Руководители Минхимпрома поручили разобраться и устранить причины высокой цены советского клея отечественным химикам. Причина оказалась простой – непонимание терминологии между химиками и инженерами. Для улавливания токсичных цианистых соединений из сдувок химик-разработчики предложили установить ловушку путём вымораживания в жидком азоте с помощью обычного барботёра (барботёр – устройство для пропускания через слой жидкости пузырьков газа или пара, диспергируемых погруженными в жидкость специальными конструктивными элементами – перфорированными трубами, тарелками с отверстиями, колпачками и т.п.). Инженеры это решение «доработали», предложив поливать жидким азотом и верхушку реактора. Жидкий азот не дешёв, его расход стал велик, из-за чего цена продукта существенно повысилась.

Читателям, занимающимся наукой в химии и в других областях, где важно знать скорость протекания технологических процессов и уметь управлять ими (для ядерной энергетики, к примеру, от малой скорости распада в атомном реакторе до огромной – в атомной бомбе) может быть интересным случай с доктором технических наук Вильямом Задорским, профессором Украинского государственного химико-технологического Университета, автором цик-

ла лекций по инновационному и инвестиционному менеджменту во время предзащиты его докторской диссертации в Московском институте тонкой химической технологии. Темой было создание химических технологий при проведении реакций в жидкой фазе за счёт управления кинетикой процессов. Одним из частных выводов, сделанных соискателем, был вывод о том, что перемешивание жидкой фазы в лабораторном реакторе барботированием инертного газа через слой жидкости (традиционный в те времена метод) является некорректным. Неожиданно бурной оказалась реакция на это утверждение одного из экспертов – авторитетнейшего в области органического синтеза учёного, доктора наук, профессора, академика. Он заявил, что так работают не только его ученики, но и во всех других лабораториях мира. Попытки будущего доктора технических наук объяснить, что при подаче инертного газа в жидкую фазу происходит превращение гомогенной жидкой системы в гетерогенную, газо-жидкостную, где есть огромная межфазная поверхность, в которой на поверхности раздела фаз свойства молекул жидкости совсем другие, чем в гомогенной среде (двойной электрический слой, ориентация молекул, колебательные процессы, повышение энергии и другое). Кроме того, газовый поток непрерывно десорбирует исходную жидкость и её продукты из аппарата, что изменяет её концентрацию в объёме реакционной массы, а, значит, искажает кинетические данные. Академик призадумался и затем предложил прервать предзащиту на две недели, пока он проверит ниспровергателя. К чести академика, через две недели он лично позвонил Вильяму Задорскому, извинился, сказал, что был неправ, и предзащита была продолжена. Ниспровержение традиций состоялась потому, что были учтены не только кинетические аспекты вопроса, но и гидродинамика, теплообмен и другие аспекты при протекании процесса.

Эти два примера приведены в качестве иллюстрации одной из граней инновационного инжиниринга – это не

только реализация новаций, но и порой дорога наперекор давно известным приёмам и методам.

1.2 Инновационные системы: задачи и функции

Более детально инновационный инжиниринг будет разобран в последующем повествовании, здесь же, переходя непосредственно к разговору об инновационных системах, следует подчеркнуть, что основная задача функционирования инновационных систем – создание и реализации инновационной продукции. При том основная идея, лежащая в основе понятия «инновационная система», заключается в том, что сами инновации, а также процесс их распространения, являются одновременно и индивидуальным, и коллективным актом, то есть инновационная система состоит из взаимодействующих индивидуумов и организаций, субъектов и объектов, которые порождают, развивают, распространяют и используют инновации. Инновационные системы, при всех их национальных особенностях, должны обеспечивать:

- процесс генерирования идей;
- развитие, распространение и тестирование идей на их пригодность и практичность;
- трансформацию и превращение идей в ноу-хау, знания и технологии;
- процедуры превращения идей, информации и знаний в востребованные продукты на коммерческом, экономическом, социальном, политическом уровнях.

При разработке и создании инновационных систем отдельное внимание должно быть уделено инновационной инфраструктуре, представляющей собой совокупность взаимосвязанных и взаимодополняющих друг друга систем и соответствующих им организационных элементов, необходимых и достаточных для эффективного осуществления данных видов деятельности. Примерами элементов такой инфраструктуры являются технополисы, технопарки, биз-

нес-инкубаторы, инновационные центры, инвестиционные фонды, учебные заведения, консалтинговые фирмы.

Среди многообразия функций инновационных систем следует выделить следующие:

- Активизация предпринимательской деятельности. Активная и продуктивная деятельность звеньев инновационной системы является важнейшим фактором, обуславливающим успешность её функционирования. Роль предпринимательской инициативы с наибольшей силой проявляется в трансформации новых знаний и идей в конкретные перспективные коммерческие проекты. В этой связи предприниматель является ключевым звеном в процессе рождения и внедрения инноваций. Без его активной деятельности их появление становится невозможным.

- Совершенствование знаний. В связи с тем, что в настоящее время экономика постепенно приобретает черты экономики знаний, и эти знания приобретают важнейшее значение в контексте социально-экономического развития, образование в его фундаментальных и прикладных формах превращается в один из наиболее мощных факторов, обуславливающих это развитие. Знания и обучение становятся источником инноваций, а также силой, способной поддерживать и расширять глобальный инновационный процесс.

- Распространение знаний через сети. Если распространение инноваций внутри отдельной организации может осуществляться традиционными методами, включающими в себя директивные указания и распоряжения, а также действия участников инновационного процесса в соответствии с их должностными инструкциями, то в инновационной системе такие методы могут оказаться неэффективными. Прежде всего, это связано с тем, что распоряжения со стороны руководства одной организации совсем не являются обязательными для исполнения сотрудниками другой. Кроме этого, различия в параметрах организационной культуры и принципах профессиональной деятельности в различных звеньях одной и той же инновационной систе-

мы могут приводить к расхождениям в понимании смысла и цели тех либо иных процессов, происходящих в рамках одного инновационного проекта. Во многих случаях информационный обмен оказывается особенно важным в контексте согласованной работы государственных и коммерческих структур, а также в процессе анализа рынка и выработки единой маркетинговой стратегии всеми участниками инновационной системы. Обмен знаниями и информацией подразумевает согласование самых разных параметров на этапах формирования стратегической линии развития такой системы. Эти параметры должны разрабатываться с учётом новейших технологических и научных достижений.

- Поиск направлений дальнейшего развития. В инновационной системе декларируются стратегические цели развития, которые определяют основное направление деятельности её элементов и участников. К примеру, ориентация на экономию ресурсов может приводить к появлению бережливых технологий. Критериями эффективности такой поисковой активности могут являться успех в конкурентной борьбе, достижение поставленных целей социального развития, согласованная работа компонентов инновационной системы и прочее – тут все зависит от целевых установок инновационной системы.

- Формирование рынка. Развитие и внедрение новых технологий зачастую сдерживается доминированием старых, устоявшихся и отживших свой век методов и подходов. Таким образом, необходимо расчищать место для развития перспективных проектов. На уровне организации, например, это может быть осуществлено с помощью специальных регламентирующих процедур или методами вознаграждения, а на уровне целого государства – с помощью налогового регулирования.

- Мобилизация ресурсов. Для успешного функционирования инновационных систем необходима мобилизация финансовых, человеческих и прочих ресурсов. При устойчивом стабильном развитии объекта инновационной си-

стемы эти ресурсы обычно равномерно распределены между структурами объекта. В случае же инициации инновационного процесса необходима резкая мобилизация этих ресурсов для того, чтобы обеспечить мощный стартовый импульс инновационному процессу.

- Создание сил, противодействующих инновациям. Эта функция инновационных систем является во многом парадоксальной. Парадоксальность обуславливается тем, что для успешного протекания инновационного процесса необходимо наличие сдерживающих сил или той традиционной среды, в которой будущая инновация должна выжить, и консерватизм и сопротивление которой она должна преодолеть, прежде чем окажется по достоинству оценённой и внедрённой в практику. В этом случае она может выступить «могильщиком» старой системы, одновременно являясь её «кровью и плотью».

Касательно последней функции инновационной системы следует заметить, что тут главное не перестараться. У инноваций и так противников хватает, и главный среди них – не косность мышления, а банальное обывательское стремление к стабильности на всех уровнях управления и во всех сословиях, в том числе и в среде бизнесменов – ключевом звене в процессе рождения и внедрения инноваций. В любом деле наступает период стабилизации, когда первоначальный рывок в рынок успешно завершён, процесс пошёл, труды начинают приносить свои материальные плоды, и встаёт вопрос о целесообразности дальнейшего развития бизнеса. А дальнейшее развитие бизнеса – это лишняя головная боль для руководства. Сейчас, вроде бы, все идёт своим чередом: рабочие будни с обычными совещаниями, выходные с семьёй, боулинг и рыбалка с друзьями, прочие человеческие утехы. Жизнь то наладилась! Зачем куда-то развиваться, ломать сложившийся образ жизни, наживать себе врагов и конкурентов? На хлеб с маслом и икрой хватает, и ладно. И многие на этом останавливаются. От добра добра не ищут, и бизнес замирает на стадии личного благополучия руководства.

Идёт себе производство небольших партий товаров, ведётся двойная бухгалтерия, особо приближенные вкус сладкой жизни познают, остальные особо не жируют, но и с голода не пухнут. Все при деле, все довольны. Застой в масштабах малого бизнеса. И какие бы самые разгениальные идеи по развитию такого бизнеса не предлагались, ничего не пройдёт и не przyjmёт, все будет отвергнуто. Чтобы сдвинуть его с места, нужен очень мощный пинок, или в личной жизни руководства, или всего общества в целом. Стимул нужен для дальнейшего развития: раздел имущества с женой, пожар в загородной резиденции, подрастающие наследники, судебные приставы в доме, кризис в стране. Когда появится стимул для развития, тогда и само развитие пойдёт. А просто пожелание развиваться в условиях стабильности, так и останется благим намерением. Ведь, чтобы развиваться, придётся что-то менять в размеренном течении жизни. А это чревато. Не всякий решится. Разве что личные амбиции будут задеты. Но их кто-то должен задеть. В бизнесе лучший раздражитель – конкуренты. Потому приходим к банальному выводу: чтобы успешно развивать свой бизнес, необходимо наладить выпуск конкурентов – обучить других людей этому бизнесу. Рынок оживится, новые клиенты зашевелятся, соперники обозначатся. Появится стимул к расширению. Реальный стимул, а не простое хотение развиваться, палец о палец не ударив.

Но конкурент конкуренту рознь. Есть конкуренты опасные, есть конкуренты полезные. Одному конкуренту можно продать кусочек своего бизнеса для того, чтобы появились средства для развития, у другого конкурента можно что-то прикупить или перехватить для своего бизнеса, чтобы новый импульс делу придать. Все это к тому, что конкурентов своему бизнесу надо учить с умом, то есть инновационный инжиниринг включать.

1.3 Инновационный инжиниринг – ключевой элемент инновационных систем

Эффективное исполнение функций инновационных систем, когда их приведение в действие порождает не трения внутри системы, а усиление функционала, проявление синергетического эффекта, осуществляется посредством инновационного инжиниринга.

Разработка инновационных продуктов представляет собой подготовку и осуществление инновационных изменений и состоит из взаимосвязанных фаз, образующих единое целое. Инновационный процесс связан с созданием, освоением и распространением инноваций. Он является объединённой общей целью инновационной деятельностью субъекта экономики. Эта деятельность направлена на реализацию законченных научных исследований и инженерных разработок в виде нового или существенно усовершенствованного и реализуемого на рынке продукта. Результатами инновационной деятельности являются также новые или видоизменённые технологические процессы, используемые в практической деятельности, а также связанные с этими изменениями дополнительные научные исследования и разработки. Характер инновационной деятельности связан с предметной областью, в рамках которой создаётся инновационный продукт. Множество предметных областей, которые имеют общий научный базис, образуют отдельное направление в разработке инноваций.

Инновационный процесс осуществляется во временных рамках жизненного цикла инновационного продукта. Жизненный цикл инновационного продукта включает время на его разработку и время с момента первоначального появления продукта на рынке до прекращения его производства и рыночной реализации. Наряду с жизненным циклом инновационного продукта для системного инновационного направления существует ещё и жизненный цикл технической системы. Он является более длительным в сравнении с жизненным циклом инновационного продукта и охваты-

вает период от инновационного замысла до вывода из эксплуатации и утилизации.

Анализ деятельности, осуществляемой участниками инновационного процесса, показывает, что инновационный характер разработок новых изделий определяется трудом учёных и инженеров. Современные системы могут состоять из отдельных разнородных и взаимосвязанных системных компонентов, каждый из которых является результатом исследовательской деятельности своего научного направления. Таким образом, отношение учёного к конкретной проектируемой системе имеет неопределённый и опосредованный характер. Каждый из результатов большинства научных разработок может быть использован при создании множества систем и, в каждом конкретном проекте, требует осуществляемой инженерами системной адаптации. В отличие от учёного, инновационные инженеры несут ответственность за качество системной разработки в течении всего периода её жизненного цикла. Деятельность инженеров, осуществляющих разработку нововведений в различных инновационных направлениях, зависит от особенностей конкретных видов разрабатываемых инноваций и характера инженерной составляющей инновационного процесса, в рамках которого происходит последовательное превращение инновационного замысла в реализуемый на рынке продукт.

Предпочтительным вариантом инновационной разработки является такое исполнение объекта инновации, когда его структурно-функциональное и компонентное построение произведено с использованием известных решений и существующих компонентов, которые могут быть заимствованы из различных предметных областей. К применяемым в данном случае решениям относятся системные компоненты (функциональные узлы), компонентные взаимосвязи, модели и методы системного синтеза. В пределах инновационной стадии структурно-функциональный синтез будущего продукта осуществляется инновационным инженером. Однако, не всегда для построения и тех-

нологической реализации требуемой рынком системы достаточно известных технических или технологических решений. В этом случае отсутствующие и необходимые функциональные элементы будущего инновационного продукта или методы его технологического воплощения становятся объектами научной разработки. При этом направленность и содержание прикладных исследований определяется на основании технических требований, сформулированных инновационным инженером.

В целом инновационный инжиниринг основан на системном, целенаправленном и согласованном взаимодействии всех участников инновационного процесса на исполнительском уровне. Однако, при реализации инновационной стадии жизненного цикла технической системы центральной фигурой инновационной деятельности является инновационный инженер. Его основной функцией при реализации этапов инновационной стадии жизненного цикла технической системы является применение достижений науки и техники, а также использование законов природы, ресурсов искусственных и естественных систем для разработки конкретных инновационных проектов. Инновационным инженером осуществляется решение задач по созданию функциональной модели (структурно-функционального образа) будущей инновации и её прототипа. В случае разработки технических систем (ТС) этими задачами являются:

- Перевод первичной идеи в инновационный замысел с последующим оформлением инновационного предложения.
- Структурно-функциональный и компонентный синтез инновационного продукта.
- Разработка и испытание прототипа.
- Разработка и оформление технического задания для дальнейшего продвижения инновационного процесса на этапах стадии технического проекта (стадии конструкторско-технологической разработки).

Перевод первичных инновационных идей, выражаемых зачастую их авторами в нечётких и произвольных (непро-

фессиональных) вербальных, текстовых и графических терминах и эскизах в целостные представления инновационных продуктов является наиболее важной составляющей инновационной деятельности, осуществляемой инновационным инженером. Это необходимо для того чтобы остальные участники инновационного процесса оперировали вполне конкретным образом будущего изделия, представленного им в виде функциональной модели, содержащей структуру, возможные варианты конструктивного исполнения и перечень свойств, обеспечиваемых соответствующим набором характеристик. Документальной формой представления инновационной идеи, трансформированной в реально исполняемый на техническом уровне инновационный замысел, является инновационное предложение. В общем случае деятельность участников инновационной разработки на этапах подготовки инновационного предложения направлена на получение ответов на следующие вопросы:

1. Каким будет рыночное наименование предлагаемого к инновационной разработке нового изделия?
2. Для чего нужна предлагаемая инновация в её идеализированном представлении, какую потребность удовлетворит её появление на потребительском рынке?
3. Каким образом соответствующая потребность удовлетворится в настоящее время?
4. Какими причинами можно объяснить отсутствие предлагаемой инновации на потребительском рынке?
5. В чём суть предлагаемой инновации и оригинальность способа разрешения проблемы, которая препятствовала появлению предлагаемого инновационного продукта или его улучшенного варианта?
6. Каково преимущество предлагаемой инновации перед близкими по назначению рыночными продуктами?
7. Какой экономический, медицинский, социальный или иной эффект следует ожидать в результате внедрения предлагаемой инновации?

8. Могут ли быть социальные, экологические и другие негативные последствия при внедрении и использовании инновации?
9. Для какой категории потребителей она предназначена и каково ориентировочное количество этих потребителей?
10. Какова максимальная цена, которую среднестатистический потребитель готов заплатить за предлагаемую инновацию?
11. Какова предполагаемая ёмкость рынка?
12. Возможны ли альтернативные и более оптимальные пути решения подобной проблемы?
13. Кто ещё занимается разработкой данной проблемы и насколько близки потенциальные конкуренты к решению такой же задачи или альтернативного её варианта?
14. Как может в перспективе видоизмениться изделие, созданное на базе инновационного замысла и каковы ресурсы и пути его дальнейшего развития?
15. Каков прогноз потребности в данном виде изделий в обозримом будущем?
16. Обладает ли новое решение патентной чистотой в отношении стран, где предполагается реализация инновации?
17. Существуют ли в инновационном предложении патентоспособные решения?
18. Каковы возможные варианты структурно-функционального построения предлагаемого изделия и обоснование выбора оптимальной структуры?
19. Существует ли необходимость в дополнительных прикладных научных исследованиях, необходимых для реализации отдельных компонентов новой системы?
20. Каковы возможности и варианты конструктивного и технологического воплощения предлагаемой инновации?
21. Каков промежуток времени, который займут разработка и подготовка производства нового изделия?

22. Каковы экономические затраты на конструкторско-технологическую разработку и подготовку производства нового изделия?

23. Какова ожидаемая себестоимость нового изделия и её соотношение с приемлемой рыночной ценой?

24. Каков ожидаемый срок окупаемости затрат на разработку и подготовку производства нового изделия?

25. Какие характеристики нового изделия должны быть представлены в окончательном варианте документально оформленного инновационного предложения?

Структурно-функциональный и компонентный синтез инновационного продукта является вторым по значимости этапом инновационной стадии, который выполняется инновационным инженером. Он является проверкой принципиальной возможности реализации технической системы (ТС) на функциональном уровне при помощи абстрактных системных компонентов с реально существующими функциями, свойствами и характеристиками. Новая ТС, которая должна быть создана на основе инновационного предложения, является также абстрагированным образом реальной системы. Это удобно для различного рода мысленных манипуляций объектом синтеза на функциональном уровне, а также для формулирования идеального конечного результата и представления новой ТС как идеальной системы. Идеальной принято называть систему, которая реально отсутствует, но её функции при этом выполняются. Подобный приём позволяет на начальной проверочной стадии оперировать исключительно функцией (функциями) новой ТС, абстрагируясь при этом от её конструктивного (аппаратурного) исполнения. Функциональный синтез производится в соответствии с объективно существующими законами развития и функционирования технических систем.

Далее производится системный анализ функции новой ТС. Целью этого анализа является конкретизация функций будущих подсистем (системных компонентов). Функции подсистем могут иметь самое разнообразное назначение

(например, преобразование данных, усиление сигнала, буферизация и т.п.) Выделяемая при логическом анализе совокупность функций подсистем подвергается всестороннему рассмотрению, определяется возможность исключения отдельных функций, их объединения или замещения другими более сложными функциями или функциями, позволяющими получить в сочетании синергетический эффект.

На базе выбранных функций подсистем производится функциональный синтез новой ТС. Системное сочетание функций выбранных подсистем должно обеспечивать результирующую главную функцию новой ТС и все необходимые вспомогательные функции. Если в результате функционального синтеза не выявлено неустранимых административных, технических, физических или иных противоречий, то осуществляется переход к этапу выбора конкретных системных компонентов и компонентному синтезу новой ТС. Отрицательный результат структурно-функционального синтеза свидетельствует о том, что дальнейшая реализация инновационного предложения требует:

- приемлемой его коррекции, которая существенно не ухудшает свойств, ожидаемых при построении новой ТС;
- решения изобретательских задач для устранения противоречий на функциональном уровне;
- дополнительных прикладных научных исследований.

Компонентный синтез позволяет осуществить выбор и проверку сочетаемости характеристик реальных системных компонентов новой ТС при их совместном функционировании. Выбор производится из широкого по ассортименту перечня системных компонентов и требует знаний в соответствующих предметных областях и умения вести информационный поиск. Выбранные для последующего системного синтеза компоненты подвергаются всесторонней оценке их свойств по множеству декларируемых показателей. Это необходимо для определения их системной совместности. При компонентном построении системы опре-

деляются конструктивная, электрическая, электромагнитная, информационная, аппаратно-программная, человеко-машинная и другие совместимости. Кроме этого, важными факторами при выборе системных компонентов являются их стоимость, надёжность, гарантированность поставок в приемлемые сроки и в требуемых объёмах. Проверка качества компонентного синтеза может осуществляться на действующих макетах или при помощи различного рода компьютерных программных симуляторов. В процессе структурно-функционального и компонентного синтеза инновационный инженер использует принципы системного инжиниринга и методы активизации творческого мышления.

Разработка, изготовление и испытания прототипа является логическим продолжением и натурным воплощением компонентного синтеза, реальным способом проверки качества его реализации. Целями создания прототипа являются выявление и исправление ошибок структурно-функционального и компонентного синтеза, а также проверка в заданных условиях (лабораторных, производственных, клинических, полевых, боевых, экстремальных) функций и характеристик разрабатываемого изделия. При разработке прототипа не учитываются параметры будущего изделия, связанные, например, с его конкретным конструктивным исполнением и дизайном, если они не влияют на его основные характеристики. В процессе разработки прототипа инновационный инженер должен продемонстрировать знания и умения инженера системотехника и инженера-конструктора. При разработке прототипа должны быть также учтены и проверены возможности технологической реализации будущего изделия.

Разработка и оформление технического задания (ТЗ) является заключительным этапом инновационной стадии. В случае разработки технических систем ТЗ является исходным документом на проектирование объекта техники. ТЗ устанавливает основное назначение разрабатываемого объекта, его технические характеристики, показатели ка-

чества и технико-экономические требования, предписание по выполнению необходимых стадий создания документации (конструкторской, технологической, программной и т. д.) и её состав, а также специальные требования. Существуют различные формы заданий, близких по своей сущности к ТЗ, на создание чего-то нового в ряде предметных областей. Например, в области медицинской техники разрабатываются и оформляются медико-технические требования (МТТ), в области военной техники – тактико-технические требования (ТТТ), при создании технических средств обучения и обучающих систем – технико-дидактические требования (ТДТ). Рекомендуемое содержание ТЗ приведено в ряде стандартов, однако, в каждом конкретном проекте оно устанавливается в соответствии с особенностями предмета разработки. В любом случае в ТЗ должен быть отражён весь список требований, необходимый для создания рыночного продукта, который соответствует концепции инновационного замысла. В соответствии с этим, вполне логично, что разработка ТЗ осуществляется инновационным инженером. ТЗ, как юридический документ, утверждается после его согласования со всеми заинтересованными сторонами.

Иными словами для плодотворной деятельности на уровне материализации идей работать с ними должен «доводчик». «Доводчик» идей до ума в прямом и переносном смысле, поскольку многие проекты поначалу никто, кроме авторов не воспринимает. Чтобы они стали понятны стороннему человеку, с ними надо работать и работать. Работать грамотно, тщательно, деликатно.

Зачастую идея находит своё основное применение совсем не там, где планировал автор, и одной из задач «доводчика» должно быть определение возможности её использования в той или иной сфере человеческой деятельности. Некоторые разработки дополняют друг друга, порождая новый проект, совершенно не похожий на своих «родителей». Бывает, вроде бы неказистая на первый взгляд задумка даёт ключ к решению застарелой пробле-

мы, над которой бились несколько поколений учёных мужей. Случается, что блестящая, громко заявившая о себе идея оказывается либо «мыльным пузырьём», либо «пересказом» уже хорошо известного принципа, давно и повсеместно используемого.

Во всей этой пёстрой картине должен разбираться «доводчик», но основной его задачей должна быть именно «доводка» поступающих идей до удобоваримого вида с тем, чтобы в дальнейшем представлять их на суд экспертов, специализирующихся в своих узких областях знаний. Важным качеством «доводчика» явится способность самому генерировать идеи, поскольку сама специфика его работы будет давать обширный материал для зарождения новых замыслов.

Таким образом, задачи «доводчика»: находить поставщиков идей, деликатно работать с ними, тщательно анализировать их разработки, грамотно доводить идеи до ума, генерировать, ко всему прочему, свои собственные, все это хозяйство передавать на заключение экспертам, вновь возвращаться к «зарубленным» экспертами идеям, искать совместно с авторами разрешения означенных экспертами противоречий, снова представлять идею на рассмотрение экспертов. И так до тех пор, пока она либо не станет товаром, либо не ляжет в архив. Это задачи при «селекционной» работе, когда рассматриваются предложения, поступающие от изобретателей.

Будет работа и иного плана, когда потребуется найти изобретательское решение конкретной задачи конкретного заказчика. В этом случае «доводчик»... Впрочем, подобный термин здесь уже не совсем точен. И вообще, «доводчик» на своей стадии работы с изобретателями, подобно программисту создаёт алгоритмы материализации изобретений и разрабатывает программы реализации этих алгоритмов, поэтому правильнее было бы называть его – призёр (программист изобретений). При решении конкретной задачи призёр, образно говоря, будет держать в голове общую картину искомого решения, вставлять в эту картину

куски из имеющегося в наличии материала, поставляемого изобретателями, дорисовывая своей рукой недостающие детали.

Рабочий инструмент призёра – компьютер с программами для расчётов научного и инженерного характера и специализированными программами, предназначенными для изобретательской деятельности. Но работать призёр должен не в качестве гениального одиночки, а в составе структуры, заточенной под работу с инновациями, которую можно создать в формате Инжиниринговой Службы.

Динамика развития современных производственных отношений в России с особой остротой ставит перед компаниями ряд задач, без решения которых их успешная работа на российском, а тем более зарубежном, рынке становится проблематичной. Одной из таких задач, наряду с вопросами финансирования и правовой защиты, является повышение эффективности работы как всей компании в целом, так и её отдельных структурных элементов.

Решением этой задачи в той или иной степени занимаются все службы конкретной компании, но на практике это зачастую выливается в топтание на одном месте: даже при проработке незначительной текущей проблемы предлагаемые каким-то подразделением решения оборачиваются новыми проблемами для других подразделений, те в свою очередь предлагают собственные решения, которые ставят новые проблемы перед следующим рядом подразделений. В результате проблема либо так и остаётся нерешённой, либо её решение берет на себя руководство с подачи какой-то одной службы без фактического учёта мнения других служб. Если же дело доходит до глобальной задачи типа модернизации производства, перехода на выпуск новой продукции, выхода на новые рынки, то тут уже каждая служба убедительно и обстоятельно объясняет руководству, как и почему этого сделать нельзя. Такое положение складывается не потому, что участие в поиске решений принимают неквалифицированные специалисты, а потому, что в распоряжении этих специалистов нет эф-

фективных инструментов разрешения технических и управленческих проблем.

На сегодняшний день, благодаря совершенствованию компьютерной техники, соответствующего программного обеспечения, развитию средств коммуникации, такие инструменты созданы, но их квалифицированное использование возможно лишь специализированной службой, которая помогала бы работникам других служб в поиске выходов из сложных ситуаций, а кроме того, и сама предлагала бы варианты решений различных проблем. Такой структурой может стать Инжиниринговая Служба (ИС). Как и почему чего-то сделать нельзя знают все. Инжиниринговая Служба должна давать ответ на вопрос: как и почему что-то сделать можно.

Характер деятельности ИС будет зависеть от конкретных проблем конкретной компании. В общем же виде эта служба должна развернуть работы по следующим направлениям.

- Отслеживание новых технологий, методик и идей, появляющихся как у нас, так и за рубежом, с целью применения их в конкретной компании. Новые технологии способствуют совершенствованию производства, улучшению условий труда, снижению затрат. Они влияют не только на основное производство, но и на вспомогательное: строительство, ремонтные работы, транспорт и т. п. Новые методики и идеи повышают эффективность маркетинга, бухгалтерского дела, ускоряют конструкторские разработки и внедрение технических новшеств.

- Генерирование ИС новых оригинальных идей. Опираясь как на собственный интеллектуальный потенциал, так и на техническое обеспечение, ориентированное на решение инженерных и управленческих проблем, ИС должна прорабатывать и представлять на суд руководства и компетентных служб компании предложения по совершенствованию производственного процесса, повышению эффективности работы отдельных служб, техническому совершенствованию компании.

- Анализ и доработка толковых предложений других служб по оптимизации и совершенствованию производственных процессов. Не претендуя на чужой приоритет, ИС должна «доводить до ума» эти предложения с тем, чтобы облегчить их внедрение. Зачастую придумать что-то проще, чем затем убедить других в необходимости внедрения придуманного. Вот ИС и должна искать веские аргументы в пользу дельных предложений других служб с тем, чтобы материализовать эти предложения на практике.

- Патентование новых идей и разработок, родившихся как в недрах самой ИС, так и исходящих от других служб. Иногда приоритет, а вместе с ним и выгода от реализации той или иной идеи достаётся не самому автору, а ушлому последователю, быстро уловившему суть идеи и запатентовавшему её от собственного имени. С тем, чтобы автор не терял приоритета, а компания не вставала перед необходимостью покупать лицензию на использование новшества, родившегося по сути в его стенах, ИС должна вести работу с авторами по линии патентования идеи на средства и с помощью компании при условии безвозмездной передачи компании лицензии на её использование.

- Участие в реализации технических и экономических проектов в компании. Как правило, при внедрении чего-то нового перед исполнителями встают проблемы, ускользнувшие от внимания разработчиков. Инжиниринговая служба должна тесно взаимодействовать с исполнителями с целью устранения подобных неурядиц. Техническое оснащение и интеллектуальный потенциал ИС должны способствовать ускоренной «расшивке узких мест» и безболезненному внедрению новшеств.

- Работа со сторонними организациями, связанная с оптимизацией собственного производственного процесса. Этот аспект деятельности ИС вызван необходимостью согласовывать технологические процессы самой компании и её поставщиков или потребителей.

Следует отметить, что работой с другими службами, сторонними организациями и отдельными лицами ИС

должна заниматься не из альтруистических соображений, а с целью повышения эффективности своей собственной деятельности, поскольку успешный поиск решения той или иной проблемы затруднителен без грамотно сформулированного задания. Корректная постановка задачи – половина её решения, а это невозможно без взаимодействия ИС с теми, кто ищет решение какой-то сложной проблемы.

Вторая половина решения – сотрудники Инжиниринговой Службы, их умение решать самые разнообразные задачи. Вообще-то, решать простые задачи простыми методами могут практически все люди, за исключением умственно отсталых или, попросту говоря, дураков. Одарённые люди с авантюристическими наклонностями предпочитают сначала усложнить простую задачу, чтобы затем с блеском её решить. Талантливые люди способны разрешить сложную задачу сложными методами. И лишь гениальным людям под силу найти решение сложной задачи при помощи простых методов.

Методология подобного поиска решений построена на объединении нескольких элементарных, понятных любому определений, для объяснения сложного явления. Неординарность решения заключается в том, что до гения никому и в голову не приходит использовать такие элементарные понятия воедино для моделирования и объяснения, казалось бы, совершенно стороннего явления. До него над проблемой бьются тысячи талантов, каждый из которых приносит свой вклад в её решение. Но лишь гений способен подняться немного выше над проблемой, посмотреть чуть шире на круг возможных вариантов решений, обобщить несколько больше разнородных понятий и на основе глубокого анализа сделать выводы, которые при всей своей первоначальной парадоксальности для специалистов, окажутся спустя некоторое время общепринятыми и непререкаемыми для всех прочих.

Таким образом, по методологии решения задач людей можно классифицировать следующим образом.

- Простые смертные – простые задачи решают простыми методами.

- Авантюристы – простые задачи решают сложными методами.

- Таланты – сложные задачи решают сложными методами.

- Гении – сложные задачи решают простыми методами.

- Дураки – вообще ничего не решают, только всем остальным проблемы создают.

Если представить себе решение какой-либо задачи, как путь от исходной точки к конечной через загромождённую проблемами площадку, то:

- простые смертные идут сами, но не всегда доходят, теряясь в лабиринте проблем;

- авантюристы набиваются в проводники простым смертным, предварительно загромоздив площадку ещё больше, а когда человек растеряно спрашивает: «А что делать-то?» быстренько тащат его по заранее проложенному маршруту к нужной им (авантюристам) цели;

- таланты, руководствуясь одним им понятными ориентирами и приметам, ведут за собой толпы простых смертных;

- гении берут человека за шиворот, поднимают над площадкой и сверху показывают дорогу, чел радостно: «Ну, я пошёл», и, натываясь на первое же препятствие, которое с высоты казалось таким незначительным, обзывает гения дураком и спешит за помощью к авантюристам.

Инжиниринговая служба должна быть, по возможности, укомплектована людьми третьей категории, считающими себя людьми четвертой категории, способными доводить любые решения до уровня понимания людей первой категории, несмотря на противодействие людей пятой категории и активность людей второй категории.

Что касается непосредственно проектов, то с ними надо работать комплексно, поскольку инвесторам предпочтительнее вкладываться не в один проект, а слить несколько коллективов, работающих по схожей тематике, в единую

группу и финансировать не разрозненные проекты, а общий проект, включающий в себе наработки нескольких рабочих групп. Современные средства коммуникации позволяют производить такое слияние не фактически, собирая всех участников в одном месте, а виртуально, создавая для них единую рабочую интернет-площадку в формате закрытого рабочего сайта. Координацией работы отдельных коллективов в этом случае должна заниматься специальная группа, в ведении которой будет определение общей стратегии достижения поставленной цели и оперативное руководство рабочими группами, по большей части в плане финансов.

Не исключена ситуация, когда появится смысл объединить в один мощный кулак несколько проектов разной тематики, чтобы убить проблему, лежащую за рамками каждого отдельного проекта, но разрешимую при совместной реализации этих проектов. Здесь также потребуется слияние проектов для ускорения решения проблемы.

Инвестирование не в одиночные, а слитые воедино проекты предпочтительно для инвесторов ещё и по той простой причине, что в этом случае, когда один проект из обоймы выстрелит, и начнётся возврат вложенных средств, то эффективность этого процесса можно существенно ускорить, наковыряв изюм из остальных проектов, чтобы в том же тесте запечь: сделать удачный проект головным и использовать в нем рациональные зерна из других проектов.

И ещё одну сторону работы с проектами инвесторам в голове держать надо, когда авторы проектов радужные перспективы рисуют, в качестве аргументов зарубежный опыт привлекая. Не факт, что то, что у тех же американцев на ура идёт, у нас коммерчески успешным проектом обернётся. Можно и в ситуации оказаться «Что американцу бизнес, то русскому разорение», когда проект все ресурсы сожрёт, склады товаром забиты будут, а наш потребитель и не шелохнётся при виде нового чудо-товара. Про разницу отечественного и всех прочих рынков забывать не сто-

ит, и существенную поправку делать на приживаемость чужих проектов на нашей земле. Впрочем, различие рынков и оборотную сторону имеет: более предсказуемый рынок развитых стран подвигает к тому, чтобы у нас инвестировать в проекты, целиком и полностью ориентированные на западный или восточный рынок. Часто бывает, что наши же разработки возвращаются к нам в образе иноземных товаров, и только после знакомства с ними наших покупателей наши производители вслед за потребителями шевелиться начинают. По этому недоразумению не умиляться надо, а дальше в этом направлении идти, чтобы деньги там сделать: создать в России такие условия для работы над проектами, чтобы не мы к ним, а они к нам двинулись. Не экспорт, а импорт мозгов организовать, как в петровские времена было. Инвестировать не в технологии, как таковые, а в оборудование для создания технологий. Штучный товар мы делать научились. С серийным вот незадача получается, ну да и бог с ним. Кесарю – кесарево, слесарю – слесарево. Деньги можно не на самом потреблении делать, а на техническом обслуживании процесса потребления.

В разработке этапов инновационной стадии жизненного цикла технической системы участвуют несколько категорий специалистов. Свой вклад в реализацию инновационного замысла вносят инновационные инженеры, маркетологи, экономисты и патентоведы. Каждый из этих специалистов выполняет свою часть инновационного проекта, которая определяется для каждого из них соответствующим комплексом задач. Интегративные (объединяющие) функции осуществляются инновационным инженером. Особенность работы специалистов в процессе реализации этапов инновационной стадии заключается в том, что они оперируют виртуальным, физически не существующим продуктом. Т.е. до появления схем и чертежей прототипа (на бумаге или экране компьютера), а затем и его самого, все логические манипуляции производятся с его функциональной моделью, которая является образом, построенным из за-

данных свойств и обеспечивающих эти свойства характеристик.

В общем случае перечень работ, осуществляемых экономистами в инновационном проекте включает:

1. проведение совместно с маркетологами предварительных исследований рынка и выбор перспективного рыночного сегмента для нововведений;
2. установление цели финансовых изменений на рынке и определение задач, встающих перед инновациями;
3. технико-экономическое обоснование инновационного проекта, проводимое на основании разработанной инновационным инженером технической части инновационного предложения;
4. разработка экономических рекомендаций по созданию нового продукта или операции;
5. проведение совместно с инновационным инженером функционально-стоимостного анализа объекта инновации;
6. определение объема затрат всех видов ресурсов и численности работников, необходимых для создания проекта, а также сроков выполнения работ по проекту и экономической эффективности инновационного проекта в целом;
7. оформление экономической части проекта в виде документа;
8. консультации работников-исполнителей мероприятий по этому проекту.

В компетенцию специалистов по маркетингу при разработке инноваций входят:

1. участие в процессе генерирования идей, базирующегося на анализе существующих и прогнозируемых потребностей;
2. отбор и анализ поступивших на рассмотрение идей совместно со всеми участниками инновационного процесса;
3. разработка концепции инновации и её проверку;
4. разработка стратегии маркетинга;

5. анализ возможностей производства и сбыта с последующей коррекцией рыночного образа инновации;
6. консультационное участие в разработке инновации;
7. испытание нового изделия в рыночных условиях;
8. маркетинговое участие в развёртывании производства нового изделия.

В рамках инновационной стадии производится экспертиза будущего изделия на патентную чистоту и на патентоспособность (новизну). Экспертиза осуществляется патентоведом в сотрудничестве с инновационным инженером.

Экспертиза на патентную чистоту, в частности, включает:

1. установление стран, по которым должна быть осуществлена проверка;
2. изучение особенностей патентного законодательства стран, по которым осуществляется проверка;
3. анализ объекта проверки и выделение технических решений, художественно-конструкторских решений и других элементов;
4. поиск и отбор патентов и других охранных документов исключительного права, имеющих отношение к выделенным элементам объекта, подлежащего проверке;
5. предварительный анализ отобранных охранных документов, отбор тех из них, которые требуют детального исследования и установление их правового статуса;
6. определение условий беспрепятственной реализации объекта техники в стране проверки с учётом результатов экспертизы на патентную чистоту;
7. оформление экспертного заключения.

Функции инновационного инженера при реализации этапов инновационной стадии жизненного цикла технической системы включают:

1. преобразование первичной идеи в инновационный замысел;
2. оформление инновационного предложения (ИП);
3. проведение всестороннего экспертного анализа инновационного предложения с привлечением специали-

стов предприятия, ответственных за внедрение инноваций;

4. проведение совместно с маркетологом анализа причин отсутствия на рынке предлагаемого товара, который должен быть создан на базе предлагаемой инновационной идеи;

5. идентификация и анализ потребностей в предлагаемом к производству новом изделии с требуемыми рынком потребительскими свойствами на основании проведённых предварительных маркетинговых исследований;

6. прогнозирование развития технических систем, к классу которых относится новое изделие, и корректировка, при необходимости, его свойств с учётом будущей конкурентоспособности;

7. проведение совместно с маркетологом анализа последствий вывода на рынок нового изделия (социально-психологических, экономических, экологических и др.) и оценка ожидаемого экономического эффекта при его производстве и эксплуатации;

8. определение границ базисного развития нового изделия для оценки возможностей его текущей и перспективной рыночной адаптации;

9. проведение функционального синтеза нового изделия на основе анализа его потребительских свойств и необходимых для их реализации технических характеристик;

10. определение необходимости в дополнительных прикладных научных исследованиях и, при её наличии, оформление соответствующего задания на НИР;

11. определение противоречий (административных, технических, физических, психологических и др.), которые препятствуют созданию нового изделия с требуемыми рынком потребительскими свойствами, а также решение изобретательских задач, направленных на разрешение выявленных противоречий;

12. проведение совместно с патентоведом предварительной проверки изобретательских решений на патент-

- ную чистоту, разработка стратегии патентной защиты нового изделия и осуществление патентования;
13. анализ требований к новому изделию со стороны отраслевых, национальных и международных стандартов, других нормативных документов, а также требований потенциальных заказчиков или потребителей;
 14. моделирование и макетирование нового изделия или его отдельных функциональных узлов с целью создания прототипа;
 15. корректировка системного построения нового изделия (функциональной структуры новой технической системы) с учётом осуществлённых изобретений, требований комплекса стандартов, по результатам прикладных научных исследований, моделирования и макетирования, экспертных оценок и предварительных патентных и маркетинговых исследований;
 16. выбор компонентов и функциональных узлов будущей системы из перечня существующих приемлемых и доступных комплектующих изделий;
 17. анализ системной совместимости выбранных компонентов и узлов и проверка принципиальной работоспособности нового изделия (новой ТС) при моделировании или макетировании;
 18. проведение необходимых корректировок функциональной структуры и компонентного состава новой ТС по результатам моделирования или макетирования;
 19. проведение при консультативной помощи экономиста функционально-стоимостного анализа объекта инновации;
 20. разработка, изготовление и всесторонние испытания действующего прототипа новой технической системы, проведение необходимых корректировок по результатам испытаний;
 21. разработка технического задания (ТЗ) на исполнение технического проекта нового изделия;
 22. передача исходной документации (чертежей, эскизов, функциональных и принципиальных схем), прикладного

программного обеспечения, действующего прототипа, а также ТЗ для дальнейшей разработки нового изделия в рамках технического проекта.

Но какими бы великолепными, замечательными и совершенными ни были рыночные продукты инновационного инжиниринга их ещё на рынок надо вывести так, чтобы от покупателей отбоя не было. И тут не обойтись без инновационного менеджмента.

1.4 Инновационный менеджмент – двигатель инновационных систем

Среди множества определений инноваций имеет место и определение по Брайану Твиссу (американский экономист, автор книги «Управление научно-техническими нововведениями»): инновация – процесс, в котором изобретение или идея приобретает экономическое содержание. В процессе превращения идеи в экономическую субстанцию на помощь инновационному инженеру приходит инновационный менеджер.

Движение инновации всегда связано с движением инвестиций, вложенных в неё. Поэтому все приёмы инновационного менеджмента основаны на денежных отношениях, возникающих в процессе движения инноваций на рынке. Общим содержанием всех приёмов инновационного менеджмента является воздействие на инновации денежных отношений, возникающих между производителем или продавцом инновации, с одной стороны, и покупателем этой инновации с другой.

Воздействие приёмов инновационного менеджмента может быть направлено на область производства или продажи инновации. Эти направления определяются структурой инновационного процесса. Выживание организаций в современных условиях возможно лишь при их адаптации и постоянном приспособлении к изменяющемуся окружению. Именно эти стратегические задачи и решаются при проектировании и развитии чего-либо нового в организации.

Решение подобного рода задач лежит в области инжиниринга. Среди различных видов инжиниринга, нам в контексте данной книги интересен инновационный инжиниринг – комплекс работ по созданию инновационного проекта, включающий в себя создание, реализацию, продвижение и распространение определённой инновации.

С позиций инновационного менеджмента инновационный инжиниринг имеет свои специфические особенности, которые заключаются в следующем:

- инновационный инжиниринг воплощается не в вещественной форме продукта, а в его полезном эффекте, который может иметь материальный носитель (документация, чертежи, планы, графики и т.п.), а может не иметь (обучение персонала, консультации и т.п.);

- инновационный инжиниринг является объектом купли-продажи, поэтому он должен иметь не только материализованную форму в виде имущества или имущественных прав, но и коммерческую характеристику;

- инновационный инжиниринг в отличие, например, от франчайзинга и ноу-хау имеет дело с воспроизводимыми услугами, т.е. услугами, стоимость которых определяется затратами времени на их производство и поэтому имеющими множество продавцов. Франчайзинг же и ноу-хау связаны с реализацией новых, в данный момент невозможных знаний, которые имеют ограниченное число продавцов. На практике оказание инжиниринговых услуг зачастую сочетается с продажей ноу-хау, и иногда это ведёт к смешению понятий «инжиниринговые услуги» и «обмен технологиями».

Осознавая важность базисных определений для понимания процессов и явлений, их структур и функций, рассматриваемых в нашей книге, мы ещё раз возвращаемся к термину «новация». Мы можем определить смысловое содержание слова «новация», как содержания базового слова, формирующего ещё и такое понятие, как «новационное пространство». С этих позиций под словом «новация» следует понимать любой образ, трактуемый как идея, или

систему образов, произведённых мыслительным процессом одного или нескольких индивидуумов, обладающих отличительными, ранее неизвестными, признаками по отношению к известным аналогичным образам. Такое определение даёт нам право признать за этим словом абсолютную универсальность, тем самым, мы открываем возможность выстроить всю терминологическую базу. Другими словами, в результате проведения системной формализации терминологической базы, появляется возможность создания системной классификации новаций – по классам, видам, типам и т.д.

Разрабатывая систему продвижения новаций, следует исходить из того, что большинство авторов новационных предложений, как правило, не в состоянии точно и грамотно представить материал идеи или проектного предложения. Непрофессиональный подход к оформлению этих материалов лишает многие новационные предложения возможности дальнейшего продвижения. Современные программные и технические средства позволяют более эффективно проводить сортировку и формализацию новаций. Такая система принимает на вход всё, даже нелепицы, но наличие табулированной анкеты и набора стандартных ключевых слов и кодировок позволяют провести первичную автоматизированную сортировку новаций, а специалистам – провести формализацию до уровня, соответствующего требованиям и регламенту бирж. Особенно это важно тогда, когда материал новаций должен быть представлен на двух-трёх языках или просто на неродном языке их авторов.

Разработка такой схемы обоснована ещё и тем, что надо максимально освободить авторов идей, изобретений, проектов от черновой работы по доведению новации до формализованного (стандартного) вида, определённого для представления потребителю или на соответствующую биржу. Цель этого «освобождения» – повысить КПД (коэффициент полезного действия) автора (или авторского коллектива) с точки зрения максимального использования

его творческого потенциала. Конечно, идея идее рознь, поэтому не следует ограничиваться значением КПД, необходимо вводить рейтинговую модель для авторов, которая должна учитывать целый ряд параметров творческого процесса, например, степень новизны. В поле зрения системы продвижения новаций должны находиться также вопросы интеллектуальной собственности, патентования, финансирования, взаимодействия с другими системами государственной инфраструктуры.

Важно отметить ещё ряд интересных обстоятельств в контексте книги в разрезе инновационного менеджмента. Каждая признанная новация содержит в себе следующие ценности – ценность интеллектуальной собственности авторов, национальное достояние социума, которому принадлежат авторы и общечеловеческое достояние. Отсюда достаточно простой вывод – забота обо всех новациях должна быть многоуровневой, а степень этой заботы должна быть увязана со значимостью отдельно взятой новации. Отсутствие системы порождает и другую проблему. Печальную проблему! Многие люди большой творческой потенции часто уходят из жизни, так и не успев или не сумев сохранить и передать свой творческий багаж следующим поколениям. Не менее интересен вопрос о конкуренции. Конечно, конкурс идей обходиться значительно дешевле конкуренции товаров, но это не значит, что проигравшие идеи стоит выводить из новационного пространства, так как многие из них могут быть востребованы в другое время и в другом месте. Появление новаций, опережающих своё время на десятки и сотни лет, явление обычное, что также подтверждает необходимость внимательнее относиться к рождению всех новационных предложений. В целом, можно утверждать, что проблематика новационного пространства весьма обширна и одними «косметическими» процедурами её не разрешить. Нужна система инновационного менеджмента, которая позволит накопить и сохранить авторскую продукцию и обеспечить эффективный отбор и продвижение новаций.

Нельзя не отметить проблемы, связанные с возможным внедрением такой системы – процесс внедрения должен быть адаптирован к уже существующим системам, которые не могут исчезнуть в одночасье. С другой стороны, требуется переформатировать огромное число новаций, накопленных в стране или странах внедрения, тем более, даже патентные формы в различных странах не унифицированы.

1.5 Система приёма и регистрации инновационных предложений

Рассматриваемая в данной главе система приёма и регистрации инновационных предложений (СПРИНТ – система приёма и регистрации инновационных находок творцов) состоит из 3-х подсистем – регистрации новаций, формализации новаций и сетевого обслуживания. Эти подсистемы охватывают весь жизненный цикл новации – от её рождения до умирания. В самом цикле можно проследить несколько стадий, в зависимости от того, востребована новация или нет, а если востребована, то когда и в какой степени.

Подсистема приёма и регистрации новаций (предложений, идей, эскизов, теорий, проектов и т.д.). Почему так важно организовать такую подсистему, когда существует система патентования, а на предприятиях – регистрация рационализаторских предложений? Причина тому проста – огромное число идей проходит мимо существующих систем регистрации новаций. Нетрудно представить себе, сколько новаций остаётся неизвестными и не использованными при той громадной армии изобретателей и рационализаторов, да просто творчески мыслящих людей в одной только России. Причин тому много – порой удалённость, порой незнание процедур или недостаток финансовых ресурсов, а также недооценка важности или актуальности новации.

В искусстве существует такое явление, как фольклор. Поэтому существует категория людей, которая занимается сбором и обработкой этого национального достояния. Но творческая деятельность человека выходит далеко за рамки только искусства, имея в виду изобретательскую и исследовательскую деятельность. Остаётся только гадать, занимается ли кто-либо сбором и исследованием «новационного фольклора» многочисленных провинциальных изобретателей. Однако известно, как японцы тщательно знакомились с публикациями в советских СМИ о различных новациях и проявляли большой интерес к невостребованным патентам.

Эти и другие причины говорят в пользу того, что нельзя не придавать должного значения вопросу государственной регистрации новационных предложений. Необходима универсальная система их регистрации, способная приобрести глобальный характер, и которая может стать основой для международной конвенции, охватывающей все стороны регистрационных процедур. Базовая модель такой подсистемы показана на рис. 1.

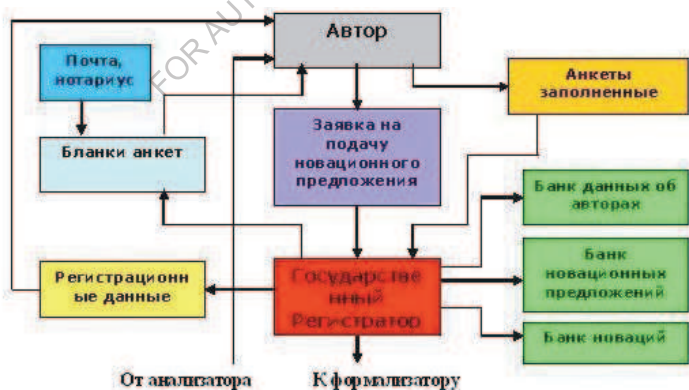


Рис. 1. Подсистема приёма и регистрации новационных предложений

Представленная модель отражает схему документооборота подсистемы, начиная от мгновения рождения идеи и решения автора об её регистрации до передачи от реги-

стратора во 2-ю подсистему, где будет произведена системная формализация новационного предложения. Для более полного представления о содержании блоков в модели ниже приводится их краткое описание и обоснование их необходимости.

Авторы и авторские коллективы. Множество новаций является продуктами мыслительной деятельности авторов. Также велико разнообразие этого контингента или социума по различным признакам: творческой потенции, продуктивности, уровню подготовленности, социальному и экономическому статусу, практической деятельности и т.д. Необходима ли тщательная систематизация этой творческой когорты или продолжать полагаться на её спорадическую «вулканическую» деятельность? На сегодняшний день перед человечеством стоит ещё столько неизвестного и неизведанного, что одним прогнозированием не обойтись. В этом фронтальном противостоянии не только радости открытий и изобретений, но и серьёзные проблемы глобального масштаба, которые ждут своего решения уже сегодня. Да, существует огромное число всевозможных академий, университетов, институтов. Да, проводится огромная исследовательская работа, и есть серьёзные успехи. Но полезные и важные идеи не всегда рождаются в результате целенаправленной деятельности.

Озарение, приходящее к автору – вещь непредсказуемая. Более того, оно часто приходит в условиях, так называемых, «пограничных состояний» или на стыках направлений деятельности, и не менее часто к тем, кто в повседневной жизни весьма отдалён от области применения этого самого «озарения». Примеров тому, достаточно множество. Наверняка, у многих из нас были встречи с такими авторами, идеи которых порой опережали по уровню научные организации, да и время тоже. В силу этих и других обстоятельств мы теряем огромное количество полезных и важных новаций. Вот почему необходимо начать процесс построения новой системы продвижения новаций именно с формализации, скажем так, новационного социу-

ма (изобретательского и научного сообществ), а значит определения элементной базы, структурности и т.д. Проще говоря, если говорить о цели этой формализации, мы сможем тогда создать армию новаторов для эффективного продвижения в неизвестное и неизведанное, и сможем лучше противостоять тем проблемам и опасностям, которые ждут нас в будущем. В такой формализации есть и другая сторона – она позволит эту армию очистить от балласта, которым перегружен научный мир.

Процессу формализации новационного социума должно предшествовать определение самого понятия «автор». С одной стороны, разумеется, автором является тот индивид, в мозгу которого непосредственно родилось то или иное новационное предложение, но с другой, стимулирование мыслительного процесса, продуктом которого и явилась сама новация, могло быть обеспечено другими индивидами путём прямого или косвенного воздействия. В качестве любопытной аналогии можно привести ситуации, возникающие в коллективных видах спорта, например, футболе: одни забивают гол, а другие обеспечивают «голевые моменты». Конечно, можно все упростить, если ограничиться определениями «автор – одиночка» и «автор – коллектив или команда». Но выиграет ли от этого общество в целом? Проблемы возникают у обеих подсистем. Если у первой они связаны с взаимодействием с внешними системами, то у второй – ещё и внутри. Это связано с тем, что в ней могут происходить внутреннее нивелирование или конфронтация, хотя роли участников и уровень их участия в рождении новации могут быть совершенно различными. Образно говоря, далеко не каждый может функционировать как автор гола, и точно также не каждый способен обеспечивать «голевой момент». Значит, все-таки, важно открытое функциональное разделение и введение некоей шкалы творческой потенции. Следствием такой чёткой функциональной детерминации явится забота авторов о собственном рейтинге и возможность использовать современные виртуальные технологии и средства. В

данном случае, речь идёт о виртуальных авторских коллективах. Внедрение виртуальных технологий в новационную деятельность придаст большой динамизм в развитие новационного социума.

Фактически, автора можно представить, как систему, способную генерировать новую информацию, которую можно классифицировать как новацию. Подобная аналогия известна в радиотехнике – например, генератор несущей частоты. Одно из главных условий генерации – наличие, так называемой, положительной обратной связи. Применив аналогичную модель (см. рис.2), мы сможем достаточно точно определить все необходимое для обеспечения успешной и продуктивной генерации новаций.

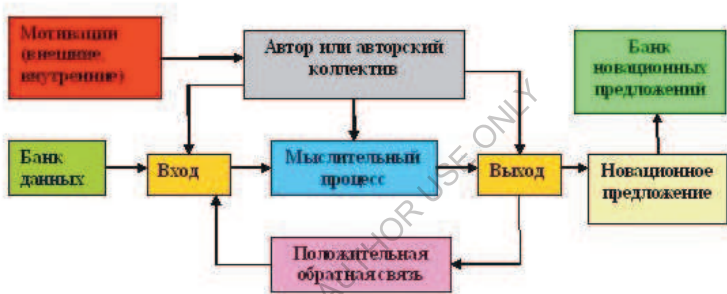


Рис.2 Модель генерирования новации

Здесь представлена лишь упрощённая модель подсистемы, так как на практике она гораздо сложнее (следует добавить взаимодействие с внешними системами, условия среды и т.д.). Конечно, каждый потенциальный автор в реальной жизни функционирует, как правило, в сложных, не совсем комфортных условиях, однако в государственных интересах выявлять результативных «генераторов» новаций с тем, чтобы обеспечить им возможность работать плодотворнее. В той же Японии известны примеры, когда таким «генераторам» представляли возможность, образно говоря, заниматься только фантазиями, т.е. фантазировать (или генерировать) идеи.

Результатом такой формализации новационного социума явится банк данных, который будет содержать информацию об авторах, их рейтинги по генерации новаций и их внедряемости и прочее. Таким образом, такой банк представит новационное социумное пространство или, говоря другими словами, весь новационный социумный ресурс той или иной страны, да и человечества в целом, наличие такого банка позволит инновационным менеджерам, формирующим мотивационные факторы или команды (локальные, виртуальные) для новационной деятельности, действовать более эффективно.

Новационные предложения и новации. Следующим этапом в построении подсистемы регистрации новаций является формирование самого пространства новационных предложений. Наполнение этого пространства напрямую зависит от объёма и продуктивности социумной подсистемы. Содержание этого пространства является тем самым сырьевым ресурсом, из которого системный регистратор формирует уже пространство новаций. Необходимо подчеркнуть, что именно разделение понятий «новационное предложение» и «новация» с введением процедур перехода из одного пространства в другое с сохранением для них прав приоритетности и ряда других положений создаёт основу для создания системы поглощения, формализации и продвижения новаций.

Выше мы уже говорили о проблемах терминологии, о слове «новация». Понятно, что статус «новационного предложения» предшествует статусу слова «новация». Нам также знакомы такие слова, как «озарение» и его продукт – «идея». Озарение – итоговая мысль множества предшествующих мыслительных операций, непосредственно формирующая образ идеи (или систему образов). Предполагается, что эта идея содержит признаки новизны или отличительные признаки от известных аналогичных образов. На сегодняшний день идея регистрируется и классифицируется как открытие, изобретение, полезная модель, рационализаторское предложение, что и опреде-

ляет её патентоспособность. Но существующие системы не лишены многих серьёзных проблем, таких как проблемы приоритетности, прав интеллектуальной собственности, признания за пределами стран, процедурные, финансовые, достоверности, качества экспертиз и т.д. Более того, стоит обратить внимание на некоторые интересные моменты, например, в патентовании. Достаточно выбрать некое устройство и проанализировать подборку патентов по этому устройству, чтобы понять – все предлагаемые изменения вместе в одно устройство не вписываются и, в лучшем случае, мы можем получить целое семейство этих устройств с различными параметрами и качеством. А ведь все изменения предлагаются с одной целью – улучшение основного устройства. Выходит, что уместно введение такого понятия, как «совместимость» патентов в одном семействе. Можно вопрос и так поставить: «Чем на самом деле является патент – свидетельством регистрации новации или свидетельством, закрепляющим статус новации?». Ещё один интересный момент – некоторые авторы пытаются одним патентом не только охватить группу объектов, но и предвосхитить все возможные изменения, которые могут быть предложены в будущем.

Отдельно стоит остановиться и на вопросе об институте, так называемых, экспертов, от которых в значительной степени зависит будущее новации – будет она отвергнута, ляжет на полку или получит статус патента. Диапазон вопросов – от целесообразности их использования до их ответственности за принятые решения. Следует отметить, что существующая система экспертизы совсем не бесспорна и также нуждается в переосмыслении. Наверняка, огромное число новаций, недошедшие по разным причинам, до патента, где-то оседают или пропадают вообще, но ведь последнее слово должно быть за потенциальным потребителем новации. Это одна из причин, обуславливающая необходимость новой системы продвижения новаций. Образно говоря, нельзя допустить, чтобы вместе с водой выплеснули и ребёнка. Мы совершенно не касаемся

такого деликатного вопроса, как уровень подготовки или добросовестность эксперта – система должна исключить возможность влияния таких факторов. Хотя стоит отметить, что «хорошее» экспертное заключение дешёвым не бывает. Забесплатно эксперты только плюнуть в идею могут. Все остальное – за деньги. Зачастую выброшенные на ветер, потому как многие эксперты имеют привычку ошибаться. Достаточно вспомнить мнение экспертов на заре всеобщей компьютеризации: «Рынок ЭВМ составляет не более нескольких десятков машин». Про то, что ЭВМ будут использоваться как игрушки или средства коммуникации, эксперты в своё время даже помыслить не могли. Дельный эксперт должен не громкие заявления делать, как и почему это сделать нельзя, и зачем и кому это не нужно, это все и без него знают, а объяснить, как это сделать можно и что для этого сделать надо.

Следующим вопросом, не менее трудным, является вопрос о формализации самих пространств, а точнее, их элементного содержания. Иначе говоря, необходимо провести их системную структуризацию. Инструментом для этой работы станет системный классификатор, который, в свою очередь, служит основой для создания универсальной анкеты, представляемой потенциальному автору любого новационного предложения, даже самого абсурдного, для заполнения и последующей подаче на регистрацию и введение в базу анкет. Такая анкета становится юридическим документом, фиксирующим содержание предложения, классификационные параметры, момент наступления права (полного или долевого) автора на интеллектуальную собственность по отношению к этому предложению, а также принятие ответственности за достоверность содержания анкеты, включая утверждение, что содержание предложения действительно является полностью или частично продуктом именно его мыслительной деятельности.

Регистрация новационных предложений. Наиважнейшим этапом в жизни новации, после её рождения, является процедура государственной регистрации. Реги-

стрироваться должны абсолютно все новационные предложения, независимо от того носят ли они в себе элементы абсурда, скопированы ли, совместимы ли уровень образования и область деятельности авторов с содержанием новации, имеем ли мы дело с техническим или социальным предложением (включая искусство). Естественно предположить, что число предложений вырастет многократно, что много будет предложений-близнецов и т.д. Однако в вопросе о регистрации есть правовой аспект – каждый гражданин (индивид) имеет право расценить и представить продукты (идеи) своей мыслительной деятельности как новационное предложение и пройти процедуру регистрации, если он того пожелает. Многие опасения того, что новационные банки могут превратиться в своеобразную свалку новаций, снимаются в первую очередь специальной анкетой, которую подлежит заполнить потенциальному автору и направить на регистрацию государственному регистратору через почтовую службу с уплатой, разумеется, посылочной пошлины. Размер пошлины в основном определяется почтовыми затратами и затратами системы регистрации. Таким образом, сама анкета и разумная пошлина послужат первым барьером на пути «мусорных» новационных предложений.

В самом общем, виде анкета должна быть разделена на следующие блоки:

- информация об авторе или авторском коллективе,
- описание новации,
- вспомогательная информация,
- кодировка, необходимая для дальнейшей автоматической сортировки,
- авторские обязательства (с указанием даты рождения новационного предложения и подачи его на регистрацию) о достоверности содержания предложения, об информированности о конкурирующих новациях, о признании ответственности за представление недостоверной информации, о долевым согласованном распределении прав.

- намерения авторов по продвижению новационного предложения,
- сопроводительные материалы (документы, справки, графический материал и др.).

В случае если у автора возникают по разным причинам проблемы с заполнением анкеты, помощь может быть оказана в виде нотариальной услуги. Что касается проблем с уплатой госпошлины, то и тут может быть предложено решение в виде кредитования с учётом последующей информации от регистратора. В том случае, если у авторов есть доступ в Интернет, могут быть использованы электронные версии анкет и процедур регистрации новаций, включая прямой доступ к регистратору. Однако, следует отметить, что хотя бы на первых порах, необходимо участие почтовой службы.

Государственный регистратор. Формирование этого, наиболее ответственного, блока в подсистеме не представляет особой сложности, если учесть современное состояние средств получения, обработки и хранения информации, а также их программного обеспечения. В целом, блок должен быть достаточно автоматизирован и не должен зависеть от человеческого фактора. Фактически, речь идёт об интеллектуальной машине с определёнными функциями. На эту машину, в первом приближении, возлагаются следующие функции:

- выдача по запросу автора бланков анкет,
- получение заполненных анкет и считывание анкетной информации,
- выдача автору регистрационных данных,
- передача исходной информации в банк авторов и банк новационных предложений,
- первая фильтрация анкет, содержащих некорректные, скопированные и не оформленные по форме предложения,
- вторая фильтрация на наличие признаков новизны,
- выдача документа о признании поступившего предложения новацией, передача соответствующей информации

автору, в банк новаций и в подсистему системной формализации новации.

Успех работы системы зависит в значительной степени от качества самой анкеты и её согласованности с регистратором. Разумеется, что наиболее уязвимая функция регистратора – фильтрация на наличие признаков новизны. Известный способ фильтрации – использование экспертов. Трудно предположить, что можно полностью обойтись без института экспертов, по крайней мере, на первых порах (имея в виду переходной период). Тем не менее, именно системная формализация анкеты и процесса регистрации позволит обойти эту проблему и максимально использовать современные информационные технологии.

Обоснование необходимости создания системы приёма и регистрации инновационных предложений (СПРИНТ – система приёма и регистрации инновационных находок творцов). В настоящее время весьма перспективным представляется вложение денег не только в материальные ценности, но и в продукты интеллектуальной деятельности человеческого разума, то есть, идеи. До сей поры плоды раздумий и размышлений наших отечественных мыслителей и изобретателей падают на чёрствую почву пренебрежительного и невежественного отношения к труду умственному, не давая никаких всходов. И мы не пожинаем урожай на ниве деятельности доморощенных Платонов и Эдисонов не потому, что труды их пустопорожни и бессмысленны, а потому, что рядом с ними не оказывается умного и опытного селекционера, способного увидеть в плодах работы их мозга рациональные зёрна и имеющего возможность перенести зёрна эти на плодородную почву и взрастить их.

Таким селекционером могла бы стать система приёма и регистрации инновационных предложений СПРИНТ, где бы собирались, анализировались и дорабатывались идеи, вызревающие в умах не только высококолых учёных мужей, но и юных дарований, мыслителей-одиночек и изобретателей-кустарей. Являясь связующим звеном между

поставщиками идей, то есть, учёными и изобретателями, и потребителями идей, то есть, производителями и покупателями, СПРИНТ, с одной стороны, способствовал бы моральному и материальному стимулированию мыслительных процессов шевелящих мозгами индивидуумов, оказывая всемерное содействие авторам всевозможных изобретений, теорий и проектов в их реализации, а с другой стороны, пробуждал бы у производителей интерес к работе изобретателей посредством организации мощных и целенаправленных кампаний по рекламе разработок изобретателей с демонстрацией действующих моделей и опытных образцов, создаваемых на основе производственных мощностей сотрудничающих со СПРИНТом организаций по его заказу.

Работа системы приёма и регистрации инновационных предложений должна включать в себя три основных момента.

На первой стадии необходимо организовать приток в СПРИНТ всевозможных идей и проектов, начиная с предложений по изменению формы игольного ушка и кончая проектами межгалактических экспедиций.

Широта интересов СПРИНТа позволит, во-первых, оценить ситуацию на недостаточно изученном рынке предложения идей и даст возможность определить, в каких областях человеческой деятельности усилия изобретателей и мыслителей наиболее интенсивны, а какие сферы познания обделены их вниманием.

Во-вторых, многообразие принимаемых к рассмотрению вопросов создаст условия для выхода на возможно большее число мыслящих и творящих индивидуумов. И пусть они пока бьются над решением проблем, не представляющих для СПРИНТа практического интереса. Главное - войти в контакт с ними, а уж дальнейшую работу их мозга можно будет направить и в нужное СПРИНТу русло.

В-третьих, отказ от узкой специализации при сборе идей – база для создания обширного банка данных, способного работать на перспективу. Ведь в свете наших сегодняш-

них знаний многие идеи могут показаться нам совершеннейшей ахинеей и абракадаброй. И мы будем воспринимать их как бред воспалённого ума не потому, что они действительно лишены здравого смысла, а потому, что мы сами ещё не готовы к их осмыслению. Кроме того, многие замыслы и проекты при всей их очевидности и заманчивости не смогут быть реализованы при нынешней технической оснащённости. Подобные идеи не следует отбрасывать, а необходимо консервировать их до лучших времён: быть может, наши более проникательные и могущественные потомки увидят в них элементы здравого смысла и смогут воплотить их в жизнь.

Вторая стадия работы системы приёма и регистрации инновационных предложений должна включать в себя непосредственную работу с идеями и их авторами. Многие идеи будут поступать в СПРИНТ в совершенно сыром и неудобоваримом виде. Для оценки их перспективности и дальнейшей доработки потребуется штат высококвалифицированных экспертов. Хотя на первых порах экспертизу поступающих в СПРИНТ разработок можно организовать заочно, силами самих же изобретателей. Для этого будет достаточно одну и ту же идею представить на рассмотрение нескольким сотрудничающим со СПРИНТом изобретателям, работающим над сходными проблемами с тем, чтобы они дали своё заключение по этой разработке. Но прежде необходимо будет получить от автора детальное описание его изобретения, проекта или теории.

Как показывает практика, авторы (и это вполне логично), опасаясь возможности, грубо говоря, воровства их идеи, особенно на стадии получения авторских прав, когда идея никак не защищена от заимствования. Поэтому, в случае отсутствия патента или авторского свидетельства, изобретатели будут представлять СПРИНТу лишь краткое описание своего детища. Для того чтобы иметь подробное описание идеи, пригодное для анализа или доработки, СПРИНТу нужно будет либо просто покупать его у автора, либо патентовать идеи в соавторстве с изобретателями,

либо непосредственно выводить автора на финансиста, опираясь лишь на краткие характеристики разработки без раскрытия «ноу-хау». В последнем случае автор и финансист уже самостоятельно будут решать вопрос о защите авторских прав. СПРИНТ может представить им лишь рекомендации по формам их дальнейшего сотрудничества, исходя из своего опыта работы в этой области.

Если же идея защищена патентом или авторским свидетельством, то после ознакомления с ней процедура её передачи в распоряжение СПРИНТа сведётся к приобретению лицензии на использование. Но и в этом случае не обойтись без экспертизы, которая должна дать ответы на вопросы: целесообразно ли СПРИНТу покупать лицензию у автора или достаточно просто занести сведения о нем и его идее в банк данных СПРИНТа и каковы могут быть пути дальнейшего использования разработки. Здесь в первую очередь следует рассматривать как варианты реализации идеи в областях человеческой деятельности, не попавших в поле зрения её автора, так и варианты использования самой идеи или её элементов вкуче с другими разработками, имеющимися в распоряжении СПРИНТа.

Помимо интеллектуальной обработки идей СПРИНТу потребуется и их техническое апробирование, то есть, доведение некоторых идей до действующих образцов или работоспособных моделей. Эта необходимость продиктована тем, что ходовым товаром может стать лишь хорошо разжёванная, тщательно проработанная и материализованная идея, которую любой предприниматель будет в состоянии не только осмыслить и переварить в своей голове, но и потрогать руками, увидеть глазами результат её материализации. Создания больших производственных мощностей и значительных людских ресурсов техническое апробирование не потребует, поскольку это не серийное производство, а прибыль от него будет намного больше, чем прибыль от мелкого кустарного производства, так как его конечным продуктом будет не сама действующая модель или образец, а технология и секреты производства

новых изделий на основе идей изобретателей. С целью ускорения процесса их создания следует всемерно привлекать к этой работе самих авторов идей.

Третья стадия работы СПРИНТа – выход с идеями на рынок и их продажа. Сложность этого этапа в том, что рынка идей у нас вообще-то по сути нет. С одной стороны это хорошо: нет сильных и жёстких конкурентов – дорога пока свободна, можно оторваться от возможных преследователей. С другой стороны нет и толпы покупателей, жаждущих приобрести новый товар, то есть, по сути дела нет и самой дороги, неясно, куда идти, кому и какие идеи предлагать. Так что рынок потребителей идей СПРИНТу придётся создавать самому.

Здесь уже наряду с разного рода рекламой поначалу придётся заниматься и активным поиском рискованных и энергичных предпринимателей, способных быстро схватывать новые идеи и реализовывать их на своих предприятиях. Поиск этот можно осуществить, создав сеть региональных представителей, которые выясняли бы потребности производства по части новых идей, одновременно подталкивая производителей к поиску передовых технических и коммерческих решений и предлагая им возможные варианты этих решений из базы данных СПРИНТа. Параллельно с базой данных решений необходимо создавать базу данных задач, то есть, собирать информацию о тех проблемах, за решение которых предприятия готовы уже сейчас платить деньги. Подключая на конкурсной основе к решению этих проблем своих поставщиков идей и опираясь на свою собственную интеллектуальную базу, СПРИНТ, таким образом, мог бы уже на начальном этапе зарабатывать средства на своё дальнейшее развитие и материальную поддержку изобретателей.

Лучшей рекламой работы СПРИНТа и очень эффективным толчком к уже самопроизвольному формированию рынка потребителей идей может стать успешная реализация нескольких идей, поступивших в распоряжение СПРИНТа, с обязательным оповещением общественности

об этом знаменательном событии. Проще всего это будет сделать, оказав поначалу помощь тем изобретателям, которые на протяжении многих лет пытаются осчастливить человечество своими детищами. В нашей богатой непризнанными талантами Отчизне таких горемык, наверняка, наберётся немало. Поддержав их, можно будет быстро и с минимальными затратами, поскольку такие идеи уже не один раз проверялись и перепроверялись, добиться положительного результата в деле материализации идей, показав, тем самым, и изобретателям, и предпринимателям перспективность их сотрудничества со СПРИНТом. Таким образом, будет проложена дорога на рынок и другим, ещё не столь зрелым идеям.

В начальной стадии формирования рынка идей и вхождения в него может оказаться полезным создание каталога предложений изобретателей, где бы указывалась суть идеи, давались краткие характеристики её конечного продукта, оценивались затраты на её реализацию и прибыль, ожидаемая от её эксплуатации. Такой каталог, постоянно обновляемый и расширяемый, стал бы основным элементом ознакомления предпринимателей с идеями-товарами, предлагаемыми СПРИНТом. Более основательное знакомство с ними будет осуществляться либо при непосредственном контакте финансистов с авторами приглянувшихся им идей, либо в демонстрационном зале СПРИНТа, где будут даваться консультации по изобретениям и демонстрироваться действующие образцы и работоспособные модели, создаваемые на основе предложений изобретателей.

И ещё одна дорожка для СПРИНТа просматривается. Наверняка, у потенциальных клиентов СПРИНТа помимо технических решений окажутся в заглавнике ещё и теоретические разработки с учебными программами. Исходя из этого, кроме чисто технических идей-товаров, СПРИНТ мог бы выйти на рынок с новыми нестандартными учебными программами, включающими в себя курсы по проблематичным направлениям современной науки, техники и куль-

туры. Логическим завершением процесса выхода на рынок с подобными услугами стало бы создание платного элитного учебного заведения, где наряду с традиционными дисциплинами давались бы материалы, базирующиеся на порою проблематичных, но перспективных разработках и теориях, как авторитетных, так и малоизвестных авторов.

В заключение этой главы следует отметить, что инновационный путь экономического развития любого государства требует реализации многоуровневого инновационного процесса. Основой инновационного процесса, его базисом, является целенаправленная деятельность непосредственных исполнителей инновационных разработок. Методологически инновационная исполнительская деятельность производится в соответствии с порядком, правилами и рекомендациями, определяемыми инновационным инжинирингом. В соответствии с функциями, отведёнными инновационным инжинирингом каждому из исполнителей при создании нововведений, главным исполнителем этапов инновационной стадии жизненного цикла инновационного предложения является инновационный инженер. Его профессиональная деятельность включает, помимо выполнения функций системного инжиниринга и решения изобретательских задач, ещё и участие в маркетинговых исследованиях, технико-экономических обоснованиях проектов, патентных исследованиях, в разработках прототипов и технических заданий на конструкторско-технологическое проектирование.

1.6 Инновационная система США

Непосредственное рассмотрение инновационных систем стран, достигших значительных успехов в деле превращения новаций в инновации, начинать следует, конечно, с национальной инновационной системы США. Во-первых, более половины доходов от мировой интеллектуальной собственности приходится на США. Во-вторых, поощрение научно-технического прогресса является одним из главных приоритетов политики США, а фундаментальные достижения в области знаний официально признаны в качестве основы экономического роста. В-третьих, сейчас в США, где за четверть века был собран мощный инновационный кулак из пяти с лишним миллионов интеллектуалов со всего мира, равного которому не было во всей истории человечества, готовится грандиозный технологический прорыв, который определит будущее человечества и задаст новые стандарты жизни для всей человеческой цивилизации.

Сегодня США стремятся к лидерству на всех направлениях научных знаний, укреплению связей между фундаментальными науками и национальными целями, развитию эффективного партнёрства между государством, промышленностью и академическими кругами, подготовке учёных и инженеров особо высокого класса для Америки XXI века. Достижение этих целей обеспечивается оптимальной системой управления научно-инновационной сферой, созданной в стране. В составе правительства США эта система представлена Управлением по науке и технической политике при президенте. В задачи Управления входят:

- систематический научно-технический анализ и выработка решений для президента США;
- консультирование президента и других подразделений канцелярии президента о влиянии науки и техники на внутренние и международные дела;

- осуществление межотраслевого взаимодействия для разработки и внедрения эффективной научно-технической политики и финансирования науки;

- работа с частным сектором для обеспечения федеральных инвестиций в науку и технологии, вклада в экономическое процветание, качество окружающей среды и национальную безопасность;

- налаживание партнёрских отношений между федеральными, государственными и местными органами власти, другими странами и научным сообществом;

- оценка масштабов, качества и эффективности усилий федеральных структур в области науки и техники.

Постоянно поддерживая уровень конкуренции на своём рынке, государство предоставляет корпорациям-подрядчикам – исполнителям программ НИОКР дополнительные права:

- безвозмездное использование промышленного оборудования и научных лабораторий государства, экспериментальных и научно-исследовательских стендов;

- льготы на покупку сырья, материалов и других видов товаров промышленного и непромышленного назначения на частном рынке;

- приобретение сырья и материалов по льготным ценам от государственных ведомств и из государственных фондов;

- особую налоговую скидку на прибыли корпораций-подрядчиков, осуществляющих НИОКР по заказам правительства;

- авансовые платежи по заказам;

- долгосрочную амортизацию основных фондов;

- займы и авансы под заказ;

- безвозмездную аренду государственной земельной собственности;

- расходование средств на «собственные НИР», относимые на общую стоимость государственного гражданского и военного контракта на НИОКР (от 10 до 12%);

- перестройку производства и профессиональной переподготовки кадров при переходе на новый государственный научно-технический или военно-технический заказ или на выпуск новой гражданской или военной продукции с оплатой всех затрат, связанных с подобной структурной перестройкой производства либо передислокацией предприятий или научных центров в другие районы на территории США;

- приобретение сырья, материалов, промышленного оборудования, приборов и научных инструментов за рубежом, если они по своему уровню превышают соответствующие образцы США;

- переподготовку научно-технического и производственного персонала и специалистов на зарубежных фирмах, в научно-исследовательских центрах или университетах в связи с выполнением государственных программ НИОКР, все расходы списываются на счёт государственного заказа, выполняемого данной фирмой или университетом, как «допустимые по закону» или «согласованные по контракту».

Для улучшения предпринимательского климата, представителями научно-технических и деловых кругов признается важность для корпораций США списывать текущие расходы на собственные НИОКР и исключать их из суммы годовой прибыли корпораций, подлежащей налогообложению, а также проводить ускоренную амортизацию их основного капитала – производственных фондов.

Важным направлением государственной поддержки на всех уровнях является содействие развитию венчурного предпринимательства. Эффективность венчурного бизнеса в США подтверждается примерами успешного развития предприятий ведущих промышленных отраслей. Так, большинство компаний в области компьютерной техники и технологий, уже являющихся ведущими в этой области, такие, например, как Hewlett Packard, были профинансированы в своё время венчурными фондами. В США обороты предприятий, пользующихся поддержкой венчурного капи-

тала, растут быстрее, чем у 500 крупнейших американских промышленных компаний. Успех этих фирм обусловлен тем, что они осуществляют более высокие расходы на НИОКР в расчёте на одного работающего.

Наиболее активными участниками венчурного бизнеса являются частные инвесторы и крупные финансовые организации, образующие венчурные фонды и нанимающие управляющую компанию, которая от имени инвесторов, осуществляет инвестиции, как правило, во вновь созданные малые и средние предприятия, ориентированные на освоение новых технологий.

В случае финансирования стратегически важных высокотехнологических и наукоёмких проектов в США используются схемы партнёрского участия государства и частных инвесторов, реализуемые, в частности, посредством создания специальных венчурных фондов. Эти фонды образуются на паритетных началах, с одной стороны, за счёт равных по сумме средств, бюджетных, а с другой – банков, страховых компаний, пенсионных фондов и других финансовых институтов.

Основную роль в процессе формирования национально-го человеческого капитала, без которого сколько в инновационную систему ни вкладывай – все будет «деньги на ветер» – в США играют университеты. Они превращены в передовые национальные центры в специализированных областях науки, критичных для экономики страны. При этом университеты разрабатывают свою собственную политику в отношении создания научно-технологических партнёрств с промышленностью, поскольку основное отличие инновационной системы США от инновационных систем большинства стран в том, что в США нет, как таковой, инновационной госпрограммы, где была бы досконально прописана роль каждого участника в процессе игры на деньги в сфере высоких технологий за счёт госбюджета. Есть лишь отдельные её элементы, как например, Национальная нанотехнологическая инициатива – программа, принятая в 2000 году при президенте Клинтоне. Это прин-

ципиальная позиция политики американского правительства – инновации следует оставить на волю рынка, роль государства в инновационной системе заключается в поддержке субъектов процесса, а не в рулении всем и вся. Но участие правительства США в финансировании инноваций может быть весьма и весьма существенным, как получилось с программой «Стратегическая оборонная инициатива» (СОИ).

О начале долгосрочной программы научно-исследовательских и конструкторских работ, целью которых было развёртывание в космосе масштабной системы противоракетной обороны, президент США Рональд Рейган объявил 23 марта 1983 года. Конечной задачей программы, согласно заявлению президента Рейгана, являлось создание противоракетного щита над всей территорией США. Предполагалось развернуть на околоземной орбите систему боевых спутников, которые могли перехватывать баллистические ракеты в любой точке планеты, тем самым позволяя американцам выпустить ракеты по Советскому Союзу, не опасаясь ответного удара. Информация о начале программы вызвала шок и панику в кремлёвском руководстве, но экспертное сообщество США встретило её со скепсисом: специалисты в один голос твердили, что в обозримом будущем создать противоракетную систему, хотя бы отдалённо напоминающую СОИ, невозможно. Фантастическую программу Рональда Рейгана окрестили «звёздными войнами», а самого президента США – Сумасшедшим Ковбоем.

А по результату, хотя программа СОИ и не достигла своего запланированного результата – полностью обезопасить США от массированного ракетного удара – она позволила практически с нуля создать в США гигантскую отрасль экономики, в которую потекли инвестиции со всего мира. Поднявшиеся на волне «звёздных войн» Oracle, Intel, Microsoft, Apple и многие другие компании высокотехнологического сектора стали локомотивом американского бизнеса на годы вперёд. Спустя некоторое время после

окончания эпохи «звёздных войн» советник по национальной безопасности при президенте Рейгане Роберт Макфарлейн признался, что для администрации президента США было важно при помощи этой программы переориентировать инвестиционную стратегию США. «Я пользуюсь скорее экономическими терминами, чем военными, поскольку, по сути, концепция СОИ касается ресурсов, – сказал бывший советник президента Рейгана. – Ведь понятно, если лаборатории и фирмы получили \$ 26 млрд. в рамках этой программы, то они что-то изобретут». И они изобрели.

Ещё одним примером подхода правительства администрации США к инновациям является Национальная нанотехнологическая инициатива (ННИ) – программа, принятая в США, когда стало очевидным, что преобразования вещества в нанометрическом масштабе и научное объяснение наблюдаемых при этом процессов должны привести к революционным изменениям в науке, технологии и промышленности. Учёные и правительство США осознали фантастические перспективы нового этапа развития науки и создали первую программу, позволяющую как-то регулировать и направлять надвигающуюся научно-техническую революцию. Вследствие того, что нанонаука охватывает очень широкий круг научных дисциплин и технологий, программа ННИ с самого начала была достаточно обширной, и в её реализацию оказались вовлечены очень многие федеральные ведомства и правительственные органы США. Вначале ННИ относилась лишь к восьми федеральным министерствам, однако уже к моменту подписания документа президентом США выяснилось, что сугубо нанотехнологические разработки уже финансируют одиннадцать ведомств, а ещё одиннадцать принимают участие в смешанном финансировании, поскольку развитие нанотехнологии существенно затрагивает их интересы и позволяет повысить эффективность работы. Для координации столь сложной и взаимозависимой деятельности президент США организовал при Национальном совете по науке и технике

специальный орган – Подкомитет по науке, инженерии и технологии в области наноисследований (Subcommittee on Nanoscale Science, Engineering and Technology, NSET), объединяющий усилия всех связанных с новой наукой 22-х правительственных агентств. В дальнейшем этот подкомитет создал Национальное ведомство по координации развития нанотехнологий (National Nanotechnology Coordination Office, NNCO) с очень небольшим числом сотрудников на постоянной и полной ставке. Ведомство обеспечивает техническую и административную поддержку деятельности NSET во всех вопросах, связанных с внутриведомственными контактами федеральных организаций в описываемой области, а также занимается юридическим обеспечением операций, связанных с общественными отношениями и передачей технологий. И все – дальше процесс пошёл сам собой, как в естественной среде, где работает принцип самоорганизации живых структур. К чему привёл – будет поведано в последующих главах книги по части достижений инновационных систем.

Если несколько глубже копнуть в причину американских успехов в области высоких технологий, то нельзя пройти мимо одного из нынешних основополагающих структурных элементов инновационной системы США – Агентства передовых оборонных исследовательских проектов (DARPA). Создание DARPA было ответом на советские успехи в космосе и атомной промышленности, а со временем стало, можно сказать, лоном, где зародился современный технологический облик мира и рождаются технологии будущего. В частности, DARPA разработала закрытую электронную сеть для армии США, которая позже дала жизнь интернету. В недрах агентства была разработана система GPS, которая изначально предназначалась для наведения ракет из космоса, а позже перешла «на гражданку», став основой для создания мобильной телефонии и систем позиционирования. Одним из первых отпрысков DARPA стало и NASA.

DARPA – это организационное воплощение и эффективный инструмент государственной научно-технической политики, это интеллектуальный центр построения стратегии будущего, точка концентрации ресурсов для рискованных научных исследований и технологических разработок. Люди, занимающиеся вопросами научно-технического развития, отчётливо понимают, что, если прийти к финансовым воротилам и начать рассказывать им о перспективах каких-то научных разработок, инноваций, то их, мягко говоря, не поймут. Акулы бизнеса пожмут плечами и скажут: спасибо за вашу инициативу, но мы уж лучше будем продолжать вкладывать наши деньги в недвижимость и в операции на фондовом рынке. Взять космонавтику, ядерную сферу или интернет: от идеи до коммерческого использования наукоёмких инноваций проходят десятки лет. Какой совет директоров, представляющий интересы акционеров, проголосует за такие длинные и рискованные инвестиции? Когда финансовый капитал равнодушен к научно-техническому развитию, получить поддержку можно только у ответственных политиков с другой направленностью и горизонтом мышления. А сфера обороны и безопасности, как известно, для нации и государственных руководителей – дело святое. Поэтому многие цели финансирования научно-технической сферы обосновываются именно этими соображениями.

Принцип DARPA заключается в том, что средства, как правило, выделяются не на программы работ действующих структур, а на реализацию оригинальной идеи, автор которой поддерживается организационно и финансово. Под проект создаются временные проектные структуры (сообщества) выдающихся свободных учёных-энтузиастов, обладающих даром предвидения и не опасющихся шокирующих научных, технико-технологических переходов. Необходимый обслуживающий персонал (технический, наёмный, административный) нанимается на временной основе под конкретные проекты. При том DARPA озабочено катастрофическим недостатком учёных новой формации, и

агентство разрабатывает мероприятия по привлечению молодёжи к карьере, связанной с науками, технологиями, инженерией и математикой (STEM – science, technology, engineering, math) с акцентом на вычислительных системах. Руководители агентства полагают, что возможность США конкурировать в условиях растущего международного взаимодействия будет затруднена, если количество способных понимать передовые технологии и творить инновации выпускников в ближайшие десятилетия будет недостаточным. Поиск «правильных людей» с нужными талантами и способностями становится все более сложным, приобретает глобальный характер, способствующий активизации «охоты за головами» по всему миру.

В плане рассмотрения инновационных систем, стоит отметить, что немаловажную роль в процессе их формирования играет человеческий фактор – человек-мотор при власти, который пробивает через бюрократическую систему и тянет на себе законодательное обеспечение эффективной работы как всей инновационной системы, так и отдельных её элементов. Тут в пример можно поставить Альберта Гора – вице-президента во времена Билла Клинтона, человека, который совершил в Америке информационную революцию. Альберт Гор – не только выдающийся государственный деятель, но и видный учёный, он известен не как пропагандист компьютерной техники, а как организатор реформирования работы федерального правительства в рамках межведомственной комиссии под названием National Performance Review. Альберт Гор определил три болезни американского государства на тот период: «несвязанность управления страной», «организационный маразм», «финансовый тромбоз». На излечение государства от этих болезней он и направил применение информационных технологий. Отличительной чертой деятельности Альберта Гора была не только целеустремлённость применения информационных технологий, но и последовательность: принудительный перевод документооборота в электронную форму, размещение государствен-

ных заказов только через электронные торги и т. п. Государство действовало не административным нажимом, а побуждением и стимулированием. Без овладения информационными технологиями стало невозможным продолжать государственную службу, а без оснащения бизнеса компьютерами – участвовать в поставке товаров и услуг для государственных нужд (а это громадный сегмент рынка).

По части законодательного стимулирования инновационной деятельности на примере США можно выделить принятие в 1980 году закона Стивенсона-Уайдлера «О технологической инновации», который потребовал от каждой федеральной лаборатории создания офиса по выявлению коммерчески ценных технологий и их последующему трансферу частному сектору. В том же году был принят закон Бэй-Доула, который разработали сенаторы Берч Бэй из штата Индиана и Боб Доул из Канзаса. The Economist назвал закон Бэй-Доула самым удачным во второй половине XX века, а The Wall Street Journal включила в тройку самых эффективных мер по развитию инноваций.

Этот закон позволил университетам и другим бесприбыльным организациям, в том числе предприятиям малого бизнеса, иметь в собственности федеральные изобретения, получать доход от патентов и лицензий и делить прибыль с изобретателями. Это был прорыв мирового масштаба, поскольку нигде прежде университеты тесно не взаимодействовали с бизнесом – они занимались наукой ради науки. С введением в действие закона Бэй-Доула университеты США смогли зарабатывать на открытиях, а власти однозначно определились с целями государственного финансирования НИОКР – это не столько создание и владение объектами интеллектуальной собственности, сколько внедрение их в производство, в повседневную жизнь. При том кажущиеся потери государства в форме доходов от использования изобретений и разработок, полученных за счёт бюджетного финансирования, которые получают исследовательские университеты и изобретате-

ли, являются логическим продолжением государственных инвестиций в НИОКР. Они окупаются через возрастающие налоговые поступления от продаж новых инновационных товаров. Причём налоги с доходов уплачиваются по всей цепи продаж – от производителя до дистрибьюторов и розничных продавцов.

Согласно закону Бэй-Доула университеты США имеют статус некоммерческих организаций. Их задача – проводить исследования, обучать и готовить кадры в общенациональных интересах на благо всего общества. Чтобы не нарушить такой статус, университеты имеют право образовывать коммерческие старт-ап компании на базе федеральных изобретений, научных разработок и технологий, запатентованных университетами, и распоряжаться лицензиями на свои разработки. В обмен на получение права собственности на федеральные изобретения и для сохранения статуса бесприбыльных организаций и получения сопутствующих налоговых льгот исследовательские университеты США обязаны выполнять определённые требования:

- сообщать о каждом опубликованном открытии федеральному агентству, спонсировавшему исследования;
- уведомлять правительство о тех патентах на изобретения, которыми они хотели бы владеть;
- защищать патентные права;
- зафиксировать право собственности на федеральное изобретение в письменной форме и сохранять его установленный срок;
- заниматься продвижением и коммерциализацией открытий, изобретений, научных разработок, технологий;
- исключительные лицензии предоставлять преимущественно промышленным компаниям и малому бизнесу;
- не переуступать права на технологию;
- предоставлять федеральному правительству право безвозмездно использовать университетские патенты в своих целях после получения безотзывной неэксклюзивной лицензии без права переуступки;

- делить полученные от продажи лицензий роялти с изобретателями;

- использовать прибыль, полученную от использования изобретений, включая роялти, на образовательные цели, подготовку кадров и научные исследования, то есть сохранять статус некоммерческой организации.

Также в США в 1980-е годы появились различные программы стимулирования инноваций: Small Business Innovation Research, Small Business Investment Company-reformed, Small Business Technology Transfer, Manufacturing Extension Partnership. Это разнообразные гранты на разработки, на исследования, на совместную работу с университетами. Благодаря грантам было создано множество новых совместных исследовательских предприятий, научно-технологических центров. Ещё одним стимулом стала «Национальная медаль США в области технологий и инноваций» – государственная награда за выдающийся вклад в национальное экономическое, экологическое и общественное благосостояние за счёт развития и коммерциализации технологической продукции, технологических процессов и концепций, за счёт технологических инноваций и развития национальной технологической рабочей силы, которую получают в среднем около восьми человек или компаний в год.

В общем плане в США действует инновационная система, в рамках которой государство выступает исследователем будущего, заказчиком перспективных разработок и инкубатором для их доведения до превращения в промышленный образец. После этого в дело вступает бизнес, который превращает инновации в массовую продукцию и организует её коммерческую реализацию. Основная идея государственного влияния заключается в обеспечении новаторского императива агентства, защите его деятельности от протекционизма и заинтересованности ведомств. Нужно не ждать всплеска инновационной активности от утративших свой потенциал учреждений, а создавать новые структуры под творческих людей с перспективными

идеями. Собственно, так ведь и возникали в своё время научные центры, носящие имена их создателей. Инновационную структуру надо создавать под человека с идеей, а не наоборот. Это принципиальный момент. Попытка «приписать» автора инновационной идеи к сложившейся структуре и погрузить его в устоявшийся научный субстрат может загубить все дело.

В Америке президент может быть не самой выдающейся личностью, но у него будет отличная экспертная команда. Эта экспертная команда создаётся в недрах правящей партии из интеллектуалов высшего качества, они то и задают темп инноваций в США, формируя инновационный климат в стране. Все остальное – свободная охота бизнеса за идеями, как прорывными, так и самыми простыми, лишь бы деньгами пахло, да за головами, где эти идеи рождаются, поскольку без участия творцов идей их материализация становится профанацией. Охоте за умными головами в немалой степени способствует правительственная миграционная политика – в США более других стран полагаются на высококвалифицированных мигрантов для поддержки инновационной системы. Число компаний в высокотехнологическом секторе США, где мигранты сыграли ключевую роль в их запуске за последние 20 лет, составляет от 15% до 26%, а в Калифорнии и Нью-Джерси за период с 1995 по 2005 годы приезжие специалисты открыли около 40% новых фирм.

Резюмируя все вышесказанное про американскую инновационную систему, необходимо подчеркнуть, что для успешной работы на рынке инноваций в США надо изобретать то, что нужно другим, а не просто интересно самому изобретателю. Оно, конечно, там есть DARPA, которая, как губка, впитывает в себя все технические новинки даже на стадии идей, но отдача с того авторам вряд ли светит в обозримом будущем. Другое дело – корпорации, которым интересно не абы что, любая новация, а лишь то, что даст им конкурентные преимущества в битве за деньги потребителей. Только при взаимодействии с корпорациями не

след забывать про патентование. Голая идея сама по себе мало чего стоит, даже если она и изумительно красива, потому как легкодоступна первому встречному, но если она живёт под охраной закона, то бишь запатентована, то даже если у вас, не дай бог, её украдут, то вы будете счастливым человеком: позаимствовавшие без вашего ведома вашу запатентованную идею по суду заплатят вам большие деньги, и при этом не надо будет ничего делать – ни заводов строить, ни копанию создавать. Другое дело, что к этому надо подходить профессионально.

И ещё один момент касательно инженерной работы в Америке. В США есть такое понятие как руководитель проекта, а дальше, как правило, идут учёные и инженеры, которые возглавляют работы. Вообще, с наукой там обозначено все очень чётко. Например, математикам дают степень Doctor of arts (доктор искусств). То есть математика формально даже не рассматривается как наука. И если ты не доказал теорему, то тебе вообще не дадут ничего. Основной массе присуждается степень PhD (доктор философии) – по химии, физике и т.д., т.е. практически по всем наукам – за исключением медицины – там дают доктора медицины. А вот doctor of science (доктор науки) получают те, кто окончил инженерные дисциплины. Поэтому когда вы видите у кого-то степень doctor of science, то знайте, что он в большей степени инженер, чем учёный.

1.7 Инновационная система Китая

Наука – инвестиции долгосрочные и дорогие. В этом плане стоит обратить внимание на особенности инновационного развития и эффективности управленческой практики Китая. Немало западных и китайских учёных анализируют инновационное развитие китайской экономики, тестируя западные модели и выделяя специфические стимулы,двигающие инновации на разных этапах. Специалисты подчёркивают, что система инноваций и технологий Китая отошла от советского типа НИОКР и трансформировалась в систему рыночного типа, сконцентрированную на компаниях-инноваторах. Китайская политика «открытой двери» помогла не только получить доступ к иностранному капиталу и технологиям, но и создать зоны активности знаний, поучаствовать в увеличении ценности глобальных цепочек, обеспечив существенный сдвиг своих технологий в сторону стандартов развитых стран. Технологическая инфраструктура достаточно развита в Китае благодаря огромным инвестициям, государственным и корпоративным, разработке собственных технологий и импорту передовых зарубежных.

Несмотря на многочисленные проблемы в сфере инноваций, анализ полученных Китаем результатов говорит об успешности её инновационной политики (табл. 1). Число заявок на регистрацию объектов интеллектуальной собственности ежегодно растёт. Как правило, они сосредоточены в регионах высокой рыночной активности, и, естественно, срабатывает фактор развития инноваций, приводящий к формированию рынка инновационных продуктов.

Важно, что при достаточно высоких показателях научной деятельности (табл. 2), современная инновационная политика Китая учитывает результаты исследований: ресурсы на развитие инноваций распределяются не только в регионы с развитыми рынками, но и в глубинку, хотя заведомо эффект от последних будет ниже (то, чего мы не видим реально в инновационной политике России).

Таблица 1. Динамика показателей инновационной деятельности Китая за период 2004-2012 гг.

Год	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Доходы от продажи патентов, лицензий, млн. долл. США	236	157	205	343	571	429	830	743	-
Число заявок на патенты от нерезидентов, тыс. ед.	65	80	88	92	95	86	98	111	-
Число заявок на патенты от резидентов, тыс. ед.	66	94	122	153	195	229	293	416	-
Число заявок на регистрацию торговой марки	582	659	742	681	669	809	1057	1388	-
в т.ч. резидентами	528	593	669	605	591	742	974	1274	-
Объем платежей за использование интеллектуальной собственности, млрд. долл. США	-	5,3	6,6	8,2	10,3	11,1	13,0	14,7	17,7

Таблица 2. Динамика показателей научной деятельности Китая за период 2004-2011 гг.

Год	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Объем грантов, млн. долл. США	442	388	376	567	687	497	457	567
Расходы на НИОКР, % ВВП	1,23	1,32	1,39	1,40	1,47	1,70	-	-
Численность исследователей в сфере НИОКР,	712	856	931	1077	1199	863	-	-

на 1 млн. чел.								
Число статей в научно-технических журналах	34846	41604	49575	56811	65301	74019	-	-

Согласно оценке научно-инновационных систем стран, Китай находится на среднем (100) и выше среднего уровнях (более 100) по следующим параметрам: расходы на НИОКР бизнеса, публичные расходы на НИОКР в промышленности; приближается к среднему уровню (от 50 до 100) в публичных расходах на НИОКР.

Низкий уровень в Китае имеют такие относительные показатели (соотношение их абсолютных значений к ВВП), как инновации 500 лучших университетов, публикации в высокорейтинговых журналах, инновационная активность 500 лучших в сфере НИОКР корпораций, тройственные заявки на патенты, зарегистрированные торговые марки, венчурный капитал, патенты университетов и общественных лабораторий, пользователи фиксированным широкополосным и беспроводным интернетом, сетевые технологии, индекс лёгкости ведения бизнеса, подготовленность электронного правительства, доля международных соавторов и совладельцев патентов, доля учёных в общей численности занятых, остепенённость научных и инженерных кадров.

Сдерживающими факторами в развитии инноваций в Китае остаются регуляторы и административные барьеры, доминирование государственной собственности, особенно в общественном секторе.

План Китая по развитию науки и технологий в средне- и долгосрочном периоде (до 2020 г.) обеспечивает продвижение программы трансформации китайской экономики в экономику инновационного типа к 2020 году. Одной из задач данного плана является применение инноваций в промышленности, сельском хозяйстве и информационно-коммуникационных технологий для снижения давления на

энергетику, ресурсы и окружающую среду и для обеспечения нужд стареющего населения (инновации в фармацевтике, медицинском оборудовании). Запланировано совершенствование работы Китайской академии наук в рамках «Программы знаний и инноваций», реализация которой должна увеличить инновационный вклад китайской науки в таких сферах, как космос, информационные технологии, энергетика, медицина на базе уже хорошо известных научных парков в Пекине, Шанхае и провинции Гуандун. При этом доля расходов на НИОКР в ВВП должна вырасти до 2,5%.

К 2020 году Китай планирует стать инновационным центром Азиатско-Тихоокеанского региона, чему также способствует развитие инфраструктуры, которое обеспечивается инвестициями в транспортную инфраструктуру – строительство скоростных автомагистралей, скоростных железных дорог, логистических терминалов, современных аэропортов, метрополитена. Свой вклад в развитие инноваций вносит и реализация «Стратегии национальной интеллектуальной собственности», целью которой является достижение к 2020 году высокого уровня в создании, использовании, защите и управлении интеллектуальной собственностью. Наряду с университетами, в инновационном развитии Китая активно и эффективно участвует и национальная Академия Наук.

По данным исследования, опубликованного в журнале Национальной академии наук США *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Китай, по мнению группы учёных из Мичиганского университета под руководством профессора Ю Се, обгоняет США по числу научно-технических открытий. Америка по-прежнему лидирует по количеству ежегодно печатаемых научных статей и индексу цитирования. Однако, по словам профессора Ю Се, Китай «значительно расширяет масштабы науки» и уже превошёл США в нескольких ключевых дисциплинах.

«Новые данные показывают, что за последние тридцать лет Китай стал основным производителем науки и техно-

логий. Четыре фактора благоприятствуют научному росту Китая: большое население и человеческий капитал; способствующий академической меритократии рынок труда; большая диаспора учёных китайского происхождения; инвестирующее в науку центральное правительство. Эти факторы могут служить примером для других стран, желающих улучшить своё положение в науке. Вместе с тем наука Китая сталкивается и с потенциальными трудностями из-за политического вмешательства и научных фальсификацией», – говорится в документе.

В своём исследовании социологи опирались на рейтинг академических публикаций. В 2001 году американцы напечатали в 20 раз больше, чем китайцы, влиятельных научных работ, находящихся в топе самых цитируемых академических источников. В 2011 году в США было напечатано авторитетных статей только в три раза больше, чем в Китае. Сейчас в этом рейтинге китайцы занимают второе место, уже опередив Германию и Великобританию. В 1990 году китайские учёные опубликовали 6104 научные статьи, а в 2011-м – более 122 тысяч, то есть речь идёт о гигантском росте. Ежегодно китайские учёные публикуют почти вдвое больше статей по химии и материаловедению, чем американцы. На данный момент китайцы отстают от американских коллег в публикациях по физике, математике и инженерии, однако и в этих областях вот-вот их перегонят.

На примере взаимодействия Китая с другими мировыми технологическими центрами видно, что национальные системы адаптации и генерирование технологий обладают спецификой, связанной с культурой, историей, экономикой и размерами страны, а немалая часть научно-технического потенциала работает непосредственно на решение национальных задач. Более того, в крупных странах возможно постепенное вытеснение с внутренних рынков и из их экспорта продукции, созданной в рамках глобальных цепочек стоимости (GVC), и замена её изделиями отечественных производителей при активном участии в этом процессе национальной науки и техники.

Изучение научно-технического потенциала КНР, опыта развития сферы НИОКР в этой стране безусловно полезно. Достаточно сказать, что в области организации науки и техники у Китая имелось немалое изначальное сходство с советской системой. При этом, как считает большинство экспертов, китайский опыт оказался весьма удачным, а сформировавшаяся система – довольно необычной и способной преподнести немало сюрпризов. Ограничимся анализом лишь некоторых показателей, характеризующих результаты участия Китая в международных технологических обменах или трансферах. Но сначала немного об истории становления науки и техники в этой стране.

Китайские наука и техника в современном понимании восходят лишь к концу XIX века. На рубеже XIX-XX веков были основаны широко известные теперь университеты: Тяньцзиньский (1895), Пекинский (1898), Нанкинский (1902), Фуданьский (1905), а также университеты транспорта в Пекине и Шанхае (1896). Вместе с японскими университетами, где получили первые представления о западной науке китайцы-эмигранты, эти учебные заведения стали базами подготовки научных кадров. В 1928 году гоминьдановское правительство учредило Академию наук (Academia Sinica), объединившую около 10 научных центров и лабораторий. В 1930-е годы в Пекине, Шанхае и Нанкине возникли первые исследовательские центры в области физики, биологии и фармакологии. Среди немногочисленного персонала было много репатриантов.

На момент образования КНР (1949) учёных, непосредственно занимавшихся исследованиями в 40 научных центрах, насчитывалось всего около 500. Половина из них стала работать в учреждениях Академии наук Китая, образованной в том же году. Подготовка научных кадров в 1950-е годы осуществлялась при масштабном советском содействии: в СССР прошли обучение около 10 тысяч китайских студентов, аспирантов, преподавателей и исследователей. К концу десятилетия численность учёных в стране многократно выросла. В 60-70-е годы внутренние

неурядицы и полуизоляция страны негативно сказались на подготовке кадров. Исключением были лишь ВПК, нефтяная и некоторые другие отрасли.

Кардинальный поворот в сфере образования и науки в Китае начался лишь в конце 1970-х годов – в ходе инициированных Дэн Сяопином реформ. До Всекитайского совещания по вопросам развития науки и техники, проведённого в 1996 году, в КНР реализовывались государственные программы НИОКР в области ключевых технологий (1982) и высоких технологий (1986), а также внедрения научно-технических достижений (1990) и приоритетных направлений фундаментальных исследований (1991).

В 1996 году Министерством по науке и технологиям и Госкомитетом по экономике и торговле КНР была развёрнута «Программа технологических новаций». Она охватывала сферы НИОКР, маркетинга, технологий, оборудования и производства новой продукции. Затем, в 1997 году, была принята «Программа развития фундаментальных исследований», целью которой стала «поддержка тех фундаментальных исследований, которые отвечают насущным потребностям страны, способствуют утверждению науки на передовых позициях и затрагивают проблемы долгосрочного развития Китая».

С середины 1990-х годов в Китае осуществлялись специальные программы, нацеленные на развитие науки и техники в отдельных областях экономики. Так, программа «Искра» (1996) предусматривала внедрение и распространение передовых научных достижений в сельском хозяйстве. Она имела огромную социальную значимость: её ориентировали на искоренение бедности в деревне. Целью начатой в 1997 году программы «Факел» была коммерциализация научных достижений. С её запуском в Китае стали возникать промышленные парки и центры для предпринимателей, давшие мощный импульс подъёму высокотехнологичных предприятий.

В настоящее время КНР реализует долгосрочную «Программу развития науки и техники на период до 2020 года»,

принятую на Всекитайской конференции в 2006 году. В Программе заложены два основных подхода к развитию науки и техники. Первый – традиционный – предполагает осуществление крупных научных проектов при полной поддержке государства. Второй подход считается более новым, он включает в себя развитие промышленных инноваций и коммерциализацию ноу-хау. Преодоление технической отсталости, становление современной комплексной системы производительных сил, важнейшим звеном которой была признана наука, разворачивалось постепенно по трём направлениям.

Во-первых, последовательно проводилась политика открытости, частью которой уже в начале 1980-х годов стала подготовка национальных научных кадров за рубежом, преимущественно в США. В дальнейшем эта политика была дополнена программами репатриации умов, а также привлечения в Китай зарубежных исследователей. В конце прошлого – начале нынешнего века в КНР были сняты многие имевшиеся ограничения на выезд за рубеж на учёбу и работу китайцев, а также работу в Китае иностранных граждан. Впрочем, основной научный контингент (более 90 %) готовится внутри страны.

Во-вторых, при сохранении централизованного управления научной сферой и при её долгосрочном планировании (тут главную роль играют Академия наук Китая и Министерство науки и технологий) самое пристальное внимание при реформировании в середине 1980-х годов уделялось взаимодействию науки и практики, внедрению результатов исследований, их коммерциализации. Лишь на более позднем этапе наметилась тенденция к опережающему росту вложений в фундаментальные исследования: их долю в затратах на НИОКР намечено увеличить с 5 % в настоящее время до 15 % к 2020 году. На рубеже веков реформирование научных учреждений (отраслевых и Академии наук Китая) сопровождалось их укрупнением и омоложением. Сегодня цвет китайской науки сосредоточен в

более чем 80 институтах Академии (до реформы их было больше 100) .

В-третьих, неуклонно наращивалось финансирование материальной базы исследований и заработной платы научных сотрудников. Только за 2007-2011 годы расходы на НИОКР выросли в 2,3 раза. Расходы на науку (в гражданских отраслях) выросли с менее чем 1 % ВВП на рубеже веков до 2,1 % в 2013 году (примерно 180 млрд. долл.). Число исследователей в КНР в настоящее время уже в несколько раз превысило аналогичный показатель США.

Таким образом, перед нами сравнительно молодой, быстро развивающийся, очень крупный научно-технический комплекс, судить о котором по меркам других стран весьма непросто. Масштаб изменений, произошедших за последние десятилетия, во многом меняет привычную картину взаимодействия Китая с другими мировыми научно-техническими центрами. В связке с индустрией ориентация на практику (а в годы реформ под этим понималось, прежде всего, развитие производительных сил большой отсталой страны) предопределила теснейшую связь китайской науки с индустриализацией. Последнюю в Китае рассматривают как создание комплексной полно отраслевой промышленности.

Сочетая замещение импорта и развитие экспорта, Китай в конце XX века стремился по возможности локализовать производство по всей технологической цепочке: от разработки до реализации продукта. В новом веке к этому прибавилось активное наступление на внешние рынки с целью добиться контроля над наиболее выгодными звеньями разработки, изготовления и распределения товаров. «Идти за рубеж, идти вверх (по цепочкам добавленной стоимости)» – одна из стратегических установок этого движения, дополняемая в наши дни призывами к созданию и раскрутке китайских брендов на мировом рынке.

Важная характеристика технологического уровня китайской промышленности также может быть обнаружена с помощью внешнеторговой статистики: речь идёт о доле во

внешнеэкономических операциях товаров, изготовленных с использованием импортных компонентов. В 2007 году на такие товары во внешней торговле КНР приходилось 45,6 %, на территории страны к цене компонентов было добавлено стоимости примерно на 250 млрд. долларов. В 2013 году два этих показателя составили, соответственно, 32,7 % и 360 млрд. долларов. Таким образом, доля товаров, произведённых с использованием импортных компонентов (а значит, и технологий) во внешнеторговых операциях КНР значительно сократилась. Это подтверждает выросшую технологическую независимость страны и подвергает сомнению расхожее представление о том, что оптимальным для отстающих стран является участие в так называемых глобальных цепочках создания стоимости (Global Value Chains – GVC).

Не секрет, что копирование зарубежных образцов, «обратный инжиниринг» и тому подобные способы освоения зарубежных технологий сыграли в Китае немалую роль в налаживании массового промышленного производства в последние десятилетия XX века. Небогатая страна почти открыто исповедовала принцип: «Самое хорошее на рынке не продают, его можно только украсть или придумать самим». Масштабы китайского хозяйства таковы, что распространение заимствований по всей экономической системе (в основном по госсектору) часто оказывалось гораздо эффективней, чем самостоятельная генерация новаций.

Технологии среднего уровня, или то, что когда-то называли подходящей (appropriate) техникой, сыграли незаменимую роль в индустриальном подъёме Китая в XX веке, развитии сельской мануфактуры, решении, казалось бы, невозможной задачи трудоустройства населения. Важной оказалась и их роль в массовом повышении технической грамотности. Вплоть до недавнего времени число учащихся средних специальных заведений в КНР превышало количество студентов в вузах. Но со временем расширение связей с внешним миром, вступление в международные организации, бурное развитие частного предприниматель-

ства, а главное – стимулирование самостоятельной генерации новых знаний сформировали в Китае вполне отлаженную культуру и достаточно эффективные механизмы внутренних и международных трансферов технологий.

В новом веке Китай буквально «выстрелил» в области регистрации патентов на результаты интеллектуальной деятельности, включая патенты на изобретения. Этот рывок в период 2008-2013 годов привёл к переходу количественных показателей в качество (табл. 3).

Таблица 3. Число зарегистрированных за год и действующих на конец периода патентов в КНР

	2008		2013	
	<i>Всего, тыс.</i>	<i>Доля резидентов, %</i>	<i>Всего, тыс.</i>	<i>Доля резидентов, %</i>
<i>Зарегистрированные патенты</i>	412	86	1313	52
<i>Действующие патенты</i>	1195	77	4195	84
<i>Зарегистрированные патенты на изобретения</i>	94	50	208	67
<i>Действующие патенты на изобретения</i>	337	38	1034	53

Среди всех государств Китай оказался единственной страной, где патентный рывок 2008-2013 годов сопровождался увеличением доли резидентов среди заявителей. Это свидетельствует о высокой квалификации современных китайских исследователей, их растущей изобретательской активности и заинтересованности в охране и коммерциализации своих разработок. На нынешнем этапе развития китайской науки и техники в какой-то мере стирается разница между «чужим» и «своим». Но такое впечатление (зачастую несколько обманчивое) создаётся как раз

в силу избавления национальной науки от ощущения отсталости – изначального мотива нации, берущейся за модернизацию и жадно ищущей за рубежом недостающие ей атрибуты современного.

Особенно впечатляющие результаты Китай показывает по количеству патентных заявок в области нанотехнологий. За последние два десятилетия страна подала 209344 патентных заявок нанотехнологической тематики – это в два раза больше, чем США, которые занимают второе место по этому показателю. Нанотехнологии в Китае развиваются беспрецедентными темпами. В 2016 году на китайских учёных пришлось около 33 % мировых научных статей по нанотехнологиям, что в пять раз больше, чем в 1997 году. Китай начал нанотехнологические разработки в 1980-х годах и теперь стал одним из мировых лидеров в этой области. За последние пять лет министерство образования выделило университетам 500 млн. юаней (\$75 млн.) на их нанотехнологические исследования. Тем не менее, стране стоит продолжать прикладывать усилия, чтобы превратить свои исследования в области нанотехнологий в реальные приложения, полагает Бай Чунли, президент Китайской Академии наук.

Китай уже не в первый раз показывает впечатляющие результаты по патентам. В 2016 году Китай стал первой страной, компании и граждане которой подали более миллиона заявок на патенты за один год, а в 2017 году в Китае было подано уже 1,382 млн. заявок на патентование изобретений. Около 40 % всех заявок на патенты, поданных в мире за год, пришлось на Китай. Страна стала лидером по числу патентных заявок, причём число китайских патентов в области искусственного интеллекта за 5 лет выросло на 190 %. Всего же за 2011-2015 годы в Китае были поданы 4 миллиона 34 тысячи заявок на патенты, при этом выдано было 1 миллион 189 тысяч патентов на изобретения.

Практицизм китайцев известен. Их кажущаяся приземлённость порой даёт повод говорить о малой способности китайского менталитета к прорывам, открытиям и, конечно

же, популярным теперь инновациям. Нередко и сами жители Китая довольно скромно отзываются о своих потенциалах в области научных прорывов. Отчасти даже по этой причине не следует спешить с выводами.

Продавая с огромным активом воплощённые в материале свои и чужие технологии, КНР получает возможность столь же масштабного ввоза недостающих знаний и технологий как путём привлечения зарубежных специалистов (или высококвалифицированных репатриантов), так и через приобретение патентов, лицензий и т.п. Не кажутся нереалистичными прогнозы о скором начале массового экспорта Китаем научно-технических кадров. В какой-то мере такие прогнозы можно считать состоявшимися, если иметь в виду масштабы содействия Пекина в этой сфере развивающимся странам.

Приведём выдержку из статьи в «Гардиан» американского климатолога Джона Эбрэхэма, побывавшего в конце 2014 года на семинаре в Пекине. Его приятно удивили целеустремлённость китайских коллег, их более высокий, чем в США, общественный статус и забота об учёных со стороны государства. «Да, – констатирует Джон Эбрэхэм, – центр интеллектуальных мощностей явно перемещается в Китай. Эта страна имеет опережающий взгляд на будущее: не только в области чистой энергии и климата, но и информационных систем, здравоохранения, нанотехнологий и в других высокотехнологичных сферах».

По-видимому, справедливо мнение, что современное производство достигло пределов интернационализации. По разным оценкам, от 60 до 80 % мировой торговли товарами представляет собой перемещение узлов, деталей, компонентов и готовой продукции в рамках GVC. Даже полностью производимые в отдельных национальных хозяйствах товары, как правило, не могут попасть на внешние рынки без использования в той или иной мере сферы международных услуг. Считается неизбежным и использование в производстве зарубежных технологий – в том чис-

ле и тогда, когда товар ориентирован только на «домашнего» потребителя.

Здесь следует упомянуть и тот факт, что Американская корпорация IBM согласилась предоставить властям Китая возможность инспектировать исходный код некоторых из своих продуктов, сообщает Wall Street Journal со ссылкой на два независимых источника, которые ознакомлены с правилами проверки. Допуск к исходному коду получили разработчики из Министерства промышленности и информационных технологий Китая и только в специальной комнате, из которой они не имеют возможности вынести этот код. О том, доступ к коду каких именно продуктов получили представители министерства, а также в течение какого времени они могут проверять его, не уточняется. По словам одного из источников, это новая практика, и запущена она была совсем недавно. Некоторые эксперты называют решение IBM не более чем жестом доброй воли, указывая на то, что проверить весь код в таких условиях – в частности, имея на это ограниченное время – нереально. IBM стала первой крупной технологической компанией в США, согласившиеся на условия Пекина, обязавшего иностранных поставщиков открывать исходный код своих продуктов для его проверки на наличие бэкдоров. Ранее американские компании единым фронтом выступали против того, чтобы соглашаться с этим требованием.

На волне индустриального подъёма Китай намерен осуществить план развития, благодаря которому страна станет ведущим производителем новых экологических автомобилей. Правительство вложит в него 15,28 миллиарда долларов. План создавался Министерством промышленности и информационных технологий, Министерством науки и технологии, Министерством финансов и Национальным комитетом развития и реформ КНР. Центральное место в плане занимают гибридные и электрические автомобили. К 2020-му году планируется выпустить 5 миллионов машин.

Для того чтобы поспособствовать развитию соответствующих технологий, которые обеспечат будущее сектора, правительство Китая открыло пять предприятий по производству батарей и электродвигателей. В стране планируется понизить стоимость батарей для электромобилей всего до 1,5 юаня за киловатт-час к 2020-му году в рамках плана стимуляции промышленности. Эксперты полагают, что к 2020-му году Китай будет лидировать в секторе электромобилей с 15-процентной долей, достигнутой за счёт гибридных и электрических автомобилей, на втором по величине автомобильном рынке в мире. Лидером Китая могут стать конкурентные преимущества в области производства батарей и электродвигателей, а также наличие запасов лития и редкоземельных элементов.

Можно привести ещё множество примеров успешного технологического прогресса Китая, но и вышеприведённого материала достаточно для установления причин китайского научно-технического прорыва. Одна из них – конвергенция инноваций и экономики, что позволяет Китаю на протяжении многих последних лет ускоренно развивать свою экономику на гребне волны передовых технологий.

«При помощи новых технологий Си Цзиньпин хочет управлять экономикой, контролировать граждан и обогнать западный мир, который по старинке соблюдает права человека», – пишет The Wall Street Journal. Несмотря на громкие заявления о решающей роли рынка, Си Цзиньпин уверен: главенствовать должно все же государство. В погоне за статусом, которым обладал Мао, нынешний генсек ЦК компартии Китая и председатель КНР хочет использовать big data и искусственный интеллект, чтобы исправить ошибки прошлого планирования и крепко держать вожжи китайской экономики, сохраняя при этом контроль над гражданами.

Информационные технологии, вопреки ожиданиям, не только не подорвали авторитарную китайскую модель, но даже усилили её. Созданную Си Цзиньпином программу, обеспечивающую выживание Коммунистической партии

Китая, немецкий политолог Себастьян Хейлманн назвал «цифровым ленинизмом». Сама партия предпочитает термин «проектирование на высшем уровне». Благодаря ему, председатель КНР хочет управлять новым этапом развития страны, базирующимся на передовых технологиях вроде робототехники, 3D-печати и электрокарах с автопилотами.

Китайские инженеры работают над планом мониторинга производительности машин при помощи датчиков и камер. Корпоративные базы данных позволят регуляторам наблюдать за кредитными и инвестиционными потоками в режиме реального времени, а также обнаруживать незаконные транзакции. Алгоритмы должны использовать эту подробную информацию для оптимизации макроэкономических решений, поддержания баланса на рынках и предотвращения спекуляций.

На публике руководители китайских олигополий данных (включая цифровых гигантов вроде Alibaba и Tencent) с энтузиазмом поддерживают проект, который заставляет их отправлять терабайты данных о своих потребителях в госучреждения. Глава Alibaba Джек Ма в прошлом году сравнил роль big data в управлении экономикой со значением рентгеновского снимка или томографии в медицинской диагностике. Он уверяет, что на протяжении следующих тридцати лет «плановая экономика будет только расти».

Согласно западным капиталистическим экономическим теориям даже цифровое централизованное планирование никогда не заменит того, что Адам Смит назвал «невидимой рукой рынка». Экономисты Дарон Аджемоглу и Джеймс Робинсон в своей книге «Почему нации проигрывают» (Why Nations Fail) утверждают, что централизованные экономики, такие как Китай, в конечном итоге обречены на провал, потому что элиты, которые ими управляют, всегда будут ощущать угрозу от политических последствий инноваций. Другие говорят, что все наоборот: в эпоху цифровых технологий авторитарные режимы, слабо огра-

нические конфиденциальностью и защитой данных, могут получить инновационное преимущество.

Многие молодые программисты после Стэнфорда и Массачусетского технологического института присоединяются к китайским стартапам. Их привлекает лёгкий доступ к огромным ресурсам данных, благодаря которым можно совершать открытия и сокращать время, необходимое для запуска изобретений.

Поскольку правительство Китая является первым клиентом таких стартапов, цифровые компании могут оказать огромное влияние на жизнь китайцев. Так, шанхайская компания совместно с министерством общественной безопасности работает над базой данных, которая сможет идентифицировать лицо каждого из 1,4 млрд китайцев в течение трёх секунд. Система «социального кредита» собирает данные о гражданах, включая записи в социальных сетях, чтобы оценивать их платёжеспособность.

В течение многих лет западные политики полагали: Китай будет постепенно двигаться к свободной рыночной экономике, что в итоге исправит нарушения, вызванные централизованным планированием. Большая экономическая открытость, по их мнению, в конечном итоге должна была вызвать либерализацию политики. Если же Китай опоздает с демократическими преобразованиями, то рискует столкнуться с падением конкурентоспособности своей экономики.

Между тем Си Цзиньпин не верит в эти предположения. Становится ясно, что «реформа и открытость» – лозунг эпохи Дэн Сяопина – подошли к концу. Национализированные отрасли промышленности вроде производства стали или судостроительство остаются бременем для экономики страны. А вот нехватка потребителей, когда-то ставшая проклятием централизованно планируемых экономик, канула в историю. Сегодня именно расходы быстрорастущего китайского среднего класса становятся движущей силой экономического роста, а большинство цен определяет рынок.

«Умное» планирование может помочь Китаю перейти к более современной экономике. Что же может пойти не так? В первую очередь – перегрузка баз данных. Их сбор – это одно, а интеллектуальный анализ – нечто совершенно другое. Во-вторых, что более опасно для обычных китайцев и технологических компаний – засилье бюрократии. Государственные регуляторы намерены заставить технологические корпорации жертвовать правительству 1% акционерного капитала вместе с полномочиями по принятию решений. Энтузиазм технологических магнатов по внедрению идей Си Цзиньпина может быстро сойти на нет, когда партийные аппаратчики начнут продвигать свои идеи на заседаниях советов директоров. Бюрократия – один из главных врагов передовых технологий. Экономическая система должна впитывать инновации, как губка, а не отторгать, как чужеродный элемент, что имеет место при бюрократическом подходе. Тогда и подъем экономики будет ускоренным, а не среднестатистическим в рамках погрешности – то ли есть, то ли нет, а достигли ли мы дна спада экономики, а когда достигли дна, то снизу постучали – что имеет место в России, где конвергенция инноваций и экономики дальше благих пожеланий не идёт. Программы принимаются, да не исполняются.

Что же касается современной китайской инновационной системы, где за основу взято планирование, то ещё в 1940 году Нобелевский лауреат по экономике Фридрих Хайек писал: «Центральное планирование – не просто контроль над одной из областей человеческой жизни, которую можно отделить от других. Это контроль за средствами для достижения всех наших целей».

Отсюда простая рекомендация инноваторам и инвесторам, желающим успешно работать на китайском рынке: следите за программами партии и правительства КНР, создавайте то, что лежит в русле китайских госпрограмм, инвестируйте в то, что прописано в китайских госпрограммах. Они, как правило, выполняются точно и в срок, и не на

словах, а на деле. Пример тому – использования альтернативной энергии.

Китай продолжает прикладывать все возможные усилия к переходу на возобновляемые источники энергии. Отчёт Institute for Energy Economics and Financial Analysis (IEEFA) отчётливо показывает, насколько явно Поднебесная стремится стать лидером производства энергии из возобновляемых источников. В опубликованных документах заявляется, что общие инвестиции Китая в проекты производства чистой энергии составили в 2017 году более 44 миллиардов долларов, что существенно превосходит показатель 2016 года – 32 миллиарда долларов.

Согласно ведущему автору отчёта Тиму Бакли, главе отдела исследований вопросов энергетического финансирования в IEEFA, решение США отказаться от Парижского соглашения стал важным катализатором роста Китая на растущем мировом рынке возобновляемых источников энергии.

«Это необязательно должно значить, что теперь Китай заполнит абсолютно все ниши оставленного США лидерства в результате отказа от Парижского соглашения, но это определённо предоставит стране технологическое превосходство и финансовые возможности, позволив доминировать в таких быстрорастущих секторах, как солнечная энергия, электромобили и производство аккумуляторов».

И хотя старания страны в пользу использования возобновляемой энергии весьма похвальны, Китай до конца так пока и не избавился от зависимости от горючих видов топлива, говорят аналитики. Страна по-прежнему полагается на уголь – уж слишком большие у Поднебесной энергетические потребности. Но ассортимент используемых источников энергии здесь за последние годы заметно расширился, и теперь в качестве ресурсов Китай использует не только уголь, но и полагается на гидроэнергетику, ветряную энергетику, солнечную энергию, биоэнергетику и другие источники возобновляемой энергии.

Аналитики отмечают существенный рост перехода на альтернативные виды энергии за последние несколько десятилетий, тем не менее страна по-прежнему испытывает высокий уровень загрязнения окружающей среды. В последние несколько лет китайское правительство предприняло серьёзные шаги для изменения такого положения вещей, что привело в том числе к закрытию до 40 процентов заводов, не соответствующих новым стандартам, регулирующим уровень выбросов вредных веществ в атмосферу.

Эксперты из Международного энергетического агентства (IEA) считают, что зависимость Китая от угля продолжит сокращаться, в то время как инвестиции страны в мировые проекты альтернативной энергии продолжат расти.

FOR AUTHOR USE ONLY

1.8 Инновационная система Израиля

Очень непросто дать ответ на возникший в последние десятилетия вопрос: «Как небольшая страна с населением ненамного превышающем 8 млн. человек с территорией около 1% от площади России находится в числе самых динамично развивающихся стран мира и при этом вносит огромный вклад в мировую фундаментальную и прикладную науку?». Без преувеличения можно сказать, что Израиль стал инновационной супердержавой, которая создаёт новейшие технологии и способствует экономическому процветанию в мире.

Экономика Израиля вплоть до 80-х годов развивалась преимущественно экстенсивным путём. С середины 80-х годов начинается переход на путь инновационного развития. На первом этапе была проведена конверсия сферы НИОКР, которая состояла в переориентации разработок двойного назначения на обеспечение нужд гражданской промышленности, относительном сокращении чисто военных исследований и поощрении притока частных капиталов в создание и коммерческое использование невоенных технологий. В 2005 году был принят закон о НИОКР, согласно которому разрешается передача за рубеж ноу-хау, полученных в результате исследований, финансируемых государством. Однако основной причиной технологического рывка явилась необходимость противостоять многочисленным врагам, что привело к созданию собственного военно-промышленного комплекса (ВПК) – внешние обстоятельства заставили Израиль научиться очень быстро разрабатывать и производить современное оружие, а прагматичный подход к продукции ВПК вывел страну в лидеры научно-технического прогресса.

Первый и возможно самый важный вывод из опыта построения инновационной системы Израиля состоит в том, что государство должно поддерживать новые разработки, но не связывать руки исследователям. В первые годы существования еврейского государства главной статьёй его

экспорта были цитрусы, а в настоящее время 11% ВВП Израиля – продукция хай-тека, а из \$ 70 млрд. экспорта больше половины приходится на высокотехнологические товары. В стране работает более четырёх тысяч стартап-компаний, примерно как в США. Это называют «израильским чудом», и это явилось результатом правильной инновационной политики.

Есть и ещё одна особенность израильской индустрии высоких технологий и инноваций – её открытость всему миру, изначальная направленность на завоевание именно мирового рынка. В результате израильские «умные головы» порождают революционную коммуникационную программу ICQ, создают мини-носители компьютерной информации «disk-on-key» и много чего ещё, про что будет рассказано в последующих главах этой книги.

Инновационная система Израиля зиждется на тех же принципах, что и инновационные системы других ударников мирового инновационного процесса:

- приоритетное финансирование государством фундаментальных исследований;
- содействие со стороны государства передаче результатов научно-исследовательских работ в промышленность,
- законодательное стимулирование научно-технической и инновационной деятельности.

На практике это реализуется в формате широкого набора механизмов государственной поддержки университетов, исследовательских институтов и лабораторий, крупных национальных корпораций, малого и среднего бизнеса. С одной стороны, это бюджетная поддержка исследовательских организаций и университетов в форме сметного финансирования расходов, а также выделения целевых грантов и размещения госзаказов на выполнение НИОКР, инвестирование в капитал венчурных фондов, а также осуществление целевых государственных закупок инновационной продукции и услуг, финансирование бизнес-инкубаторов, технопарков и т.п. С другой стороны, это предоставление предприятиям, осуществляющим НИОКР, различных налоговых стимулов, а также выделение субъ-

ектам инновационной деятельности льготных государственных займов и кредитных гарантий. В общем, все, как у других мировых лидеров по части эффективной работы с передовыми технологиями, которыми в Израиле непосредственно занимаются восемь университетов и пять компаний, связанных с научно-исследовательскими институтами и колледжами. Их роль заключается в том, чтобы набирать, продавать и развивать знания, накопленные в учреждениях, получать патенты на коммерческие продукты и помогать запускать стартапы.

Что касается Израильской академии наук (ИАН), то главными её функциями являются содействие развитию естественных и гуманитарных наук, организация контактов между учёными, консультирование правительства по научным вопросам и представительство Израиля в международных научных организациях. Своё начало ИАН ведёт с 1959 года, когда правительство Израиля назначило 22 израильских учёных членами-учредителями академии. Закон об учреждении Израильской академии наук был принят в 1961 году. В число членов ИАН входят 25 представителей естественных и 25 представителей гуманитарных наук. Членство является пожизненным. Состав академии пополняется кооптацией. В число постоянных 50 членов Израильской академии наук не входят учёные, достигшие 75 лет, которые продолжают, тем не менее, состоять в ИАН. Президент Израильской академии наук избирается её членами и утверждается президентом Израиля на трёхлетний срок, который может быть впоследствии продлён.

Под руководством Израильской академии наук осуществляется ряд исследовательских программ в области естественных и гуманитарных наук. ИАН осуществляет сотрудничество со многими научными учреждениями за пределами Израиля и участвует в ряде международных научно-исследовательских программ. Академия наук Израиля финансирует проекты по геологии, флоре и фауне Израиля, а также способствует участию израильских учёных в международных исследовательских проектах, таких как

физика высоких энергий (в CERN) и синхротронного излучения в Европейском фонде синхротронного излучения. В вопросах гуманитарных проектов, финансируются исследования Танаха и Талмуда, еврейской истории, еврейской философии, еврейского искусства и языка иврит, а также еврейской прозы и поэзии.

ИАН осуществляет управление фондом стипендии Эйнштейна, которая способствует отношениям между учёными из разных стран мира и израильским академическим сообществом учёных, с годовым бюджетом в \$53 млн, выпускает сборник «Диврей ha-академия» («Записки академии») и серию монографических исследований. Израильская академия наук имеет статус наблюдателя в Европейских научных фондах, принимает участие в программе по обмену с британским Королевским обществом, Британской Академией, Шведской академией и Национальным исследовательским советом Сингапура.

Отличительной особенностью инновационной системы Израиля является то, что в Израиле научились доводить разработки учёных до состояния рыночного продукта, но компании по коммерциализации НИОКР израильских университетов (и уж тем более сами университеты) не становятся акционерами инновационных предприятий, хотя их начальники – люди коммерчески опытные. Университеты строго ограничивают себя продажей или передачей в пользование патентов. Нежелание самим входить в предпринимательство объяснимо: помимо конфликта интересов, вузы отлично осознают ограниченность собственного опыта и возможностей. Ректор Ариэльского университета в Самарии профессор Михаил Зиниград отмечает, что, как и в любой цивилизованной стране, коммерческая деятельность университетам в Израиле запрещена. Но при каждом университете есть компании технологического трансфера. Там, где они работают 15-20 лет, они приносят прибыль. Компания Ариэльского университета пока убыточна, хотя она уже зарабатывает миллионы долларов. Университет каждый год инвестирует какую-то сумму, понимая, что это

вложения в будущее. При всех израильских университетах давно уже имеются компании по продвижению патентов преподавателей и сотрудников. Патенты они регистрируют не только дома, в Израиле, но везде, где это требуется, притом, что в Израиле нет Патентных судов, используются законные способы защиты за пределами своей страны. Тут очень важно понимать, что патентовать и закрывать рынок через патент, создавая себе конкурентное преимущество, нужно в первую очередь в тех странах, на рынки которых вы собираетесь выходить. Например, если вы собираетесь продавать на рынке Германии, то патентовать нужно в Германии, если вы собираетесь продавать на рынке США, то патентовать надо в США.

Роль государства в израильской системе трансфера технологий довольно велика. Основную скрипку тут играют Министерство обороны и Министерство промышленности и торговли.

При Министерстве промышленности и торговли Израиля сформированы фонды для поддержки новых разработок, которые находятся в ведении Офиса главного учёного, отвечающего за инновационную политику. Часть средств распределяется по конкурсу, когда все желающие подают свои заявки. Конкурсы организованы прозрачно и профессионально. Есть отбор без конкурса. Подаётся заявка, причём у претендентов обязательно должен быть партнёр из бизнеса. У министерства промышленности есть разные программы поддержки. Например, существует программа для проектов в ранней стадии, которая не требует реализации продукта, а только промышленное предприятие, заинтересованное в проекте. Программа годовая: 10% вкладывает предприятие, 90% – фонд. Доведение технологии до стадии производства может занимать 2-3 года. Распределение грантов происходит через Офис главного учёного.

Офис главного учёного, который осуществляет правительственную политику, нацеленную на поддержку промышленных исследований и разработок, был создан в 1968 году правительством Израиля при Министерстве

промышленности и торговли. Годовой бюджет Офиса главного учёного составляет 300-400 млн. долларов и формируется из двух источников: 2/3 — государственное финансирование и 1/3 – поступления роялти от профинансированных проектов, которые составляют 3-6% продаж продукции успешных проектов. Около 70% бюджета Офиса главного учёного направляется на грантовое финансирование исследований и разработок. За год осуществляется поддержка более 1000 проектов свыше 500 компаний, при этом финансируется 20-50% бюджета исследований.

Актуальные программы Офиса главного учёного можно разбить на несколько типов:

- Доконкурентные и долгосрочные R&D Программы – нацелены на исследования, которые проводятся на самых первых стадиях появления научной идеи без возможности коммерциализации разработки в первые годы.

- Pre-seed и Seed Программы – нацелены на проекты и исследования, которые находятся на начальных стадиях инвестирования.

- Индустриальные R&D Программы – для проектов в сфере промышленности.

- Внутренние R&D-программы – созданы для развития проектов, улучшающих внутреннюю среду Израиля.

- Международные Программы – более 40 программ с различными странами и университетами мира.

Особо стоит выделить в инновационной системе Израиля роль Министерства обороны. Всем известно, что по части высоких технологий в области обороны и охраны общественного порядка Израиль занимает одно из ведущих мест в мире. Маленькая страна вынуждена на протяжении своего существования после получения государственного суверенитета обороняться одновременно и от внешней угрозы со стороны арабского мира, и от террористической угрозы внутри страны.

В первую очередь следует отметить два факта, которые характерны именно для израильской индустрии стартапов. Первый – обилие (если не преобладание) среди стартапе-

ров бывших сотрудников силовых структур, главным образом – разведки «Моссад». Вопреки распространённому мнению, в «Моссаде» не готовят в кратчайший срок профессиональных убийц (таких там меньшинство). Рукопашный бой «крав-мага» и приёмы обращения с огнестрельным оружием преподают первый месяц в рамках курса молодого бойца. Далее же сотрудники занимаются в основном информационными технологиями. То же самое можно сказать и про элитное подразделение ЦАХАЛа, известное под номером 8200, существование которого структура долго отрицала. Оно состоит именно из айтишников. При финансировании стартапов предпочтение отдаётся именно тем, которые были созданы бывшими сотрудниками разведки и иных силовых структур, так как инвесторы отлично знают: лучшие профессионалы – именно выходцы оттуда.

Второй факт – наличие среди инвесторов большого количества людей, так или иначе имеющих отношение к силовым структурам. Например, инвестором некоторых стартапов является бывший премьер-министр Израиля Эхуд Барак, большая часть карьеры которого прошла в ЦАХА-Ле, в том числе в элитном подразделении спецназа «Сайерет Маткаль», являющийся, помимо этого, магистром в области системного анализа. Это ему в своё время принадлежала знаменитая фраза: «Если бы я был палестинцем призывного возраста, я бы тоже состоял в террористической организации». Есть и зарубежные инвесторы в израильские стартапы, имеющие непосредственное отношение к силовым структурам, в частности, бывший директор американского ЦРУ Дэвид Петреус. В настоящий момент служба разведки Израиля «Моссад» сформировала венчурный фонд для инвестиций в израильские стартапы на ранних стадиях, причём фонд рассчитывает не на владение долями в стартапах, а на доступ к технологиям, которые будут использоваться на благо безопасности родной страны. Фонд полностью государственный, сформирован из бюджета «Моссада» без привлечения стороннего финансирования.

Впрочем, эта практика не нова и не является каким-то особым достижением еврейского государства. Во всем мире что-то новое в первую голову примеряется на черепе ближнего своего, то бишь, на случай войны, а уж когда больше никаких секретов не остаётся по части военки – технология достаётся и гражданским. Другое дело, как это у Министерства обороны Израиля получается. Тут есть на что посмотреть и чему поучиться, в плане «делай, как я, если не знаешь, что делать».

Оборонные стартапы Израиля.

ICS2. Создан в 2013 году. Объем вложенного капитала не разглашается. Основная специфика деятельности – разработка технологий защиты от кибератак систем контроля и управления стратегически важных энергетических объектов: газопроводов, электростанций, нефтепроводов, нефтеперерабатывающих заводов, ЛЭП. Основатели: Эаль Розенман и Гиль Кройцер. Кройцер известен как бывший сотрудник известной далеко за пределами Израиля компании Mobileye, одного из первых разработчиков систем управления самоуправляемыми автомобилями (если конкретно – средств компьютерного видения, используемых при управлении).

Insoundz. Создан в 2013 году. Мобилизованы 200 тысяч долларов. Представляет собой систему звуковой разведки, которая выделяет из общего шумового фона отдельные нужные звуки, программируемые заранее. В январе 2017 года компания получила известность за рубежом, выиграв грант Министерства обороны США в размере 100 тысяч долларов на проведение дальнейших исследований. Также является победителем американского конкурса оборонных стартапов, организаторами которого являются Пен-тагон и Массачусетский технологический институт.

ThetaRay. Создан в 2014 году. Мобилизованы 10 млн. долларов. Профиль деятельности – выявление и нейтрализация кибератак на промышленные и финансовые объекты на ранних стадиях. В настоящий момент ведёт деятельность и за пределами Израиля, сотрудничая со все-

мирно известной американской корпорацией General Electric в Нью-Йорке.

InnerEye. Создан в 2014 году. Объем мобилизованных инвестиций не разглашается. Технология обеспечивает поиск цели при зачистке местности на основании моделирования механизма человеческого зрения и компьютерных алгоритмов. Алгоритм разработан профессорами Леоном Доуэллом (Еврейский университет) и Амиром Гевой (Университет им. Бен-Гуриона).

mPrest. Создан в 2016 году. В раунде финансирования серии А привлёк 20 млн. долларов. Сама компания-разработчик существует с 2003 года. Основные инвесторы – венчурный фонд GE Ventures, краудинвестинговая платформа OurCrowd. Продукция – программное обеспечение для безопасности оборонной инфраструктуры, а также ресурсов, критичных для Израиля – пресной воды и электричества. В частности, обеспечивает обслуживание оборонным концерном Rafael всемирно известной системы ПРО «Железный Купол». Учредитель – Натан Барак.

Team8. Создан в феврале 2016 года. В раунде финансирования серии В привлёк 23 млн. долларов. Компания – основатель стартапа существует с 2015 года. Основные инвесторы: Accenture, Alcatel-Lucent, AT&T, Bessemer Venture Partners, Cisco, Innovation Endeavors, Marker, Mitsui, Nokia и Temasek Holdings. Специфика деятельности – кибербезопасность, компания является платформой – разработчиком стартапов. Учредители – Надав Цафрир, Лиран Гринберг, Исраэль Гримберг; все трое – ветераны уже упомянутого элитного подразделения радиоэлектронной разведки 8200.

Neteera. Создан в марте 2016 года. В посевном раунде финансирования привлёк 2 млн. долларов. Компания создана в 2014 году. Стартап заключается в технологии, которая позволяет выявить сотрудникам дорожной полиции состояние алкогольного опьянения у водителя на основе анализа запаха пота. Чтобы создать подобную технологию, учёным Еврейского университета потребовалось 11

лет. Учредители компании – Исаак Литман, Юрий Фельдман, Хаим Голдбергер, Пол Бен Ишай. Исаак Литман известен как бывший топ-менеджер уже упомянутой выше компании Mobileye Aftermarket.

Reporty. Создан в сентябре 2016 года. Привлѣк в раунде финансирования серии А 5,15 млн. долларов. Основной инвестор – бывший премьер-министр и военный деятель Израиля Эхуд Барак. Смысл разработки – «умный город», платформа для которого будет контролировать общественную безопасность путѣм улучшения коммуникаций между гражданами и силовыми структурами. Сервис Reporty планируется запустить в 160 странах. Компания Reporty Homeland Security, запустившая стартап, была основана в 2014 году. Учредители – бывшие высшие военные руководители Армии Обороны и Министерства обороны Израиля Амир Элихай и Пинхас Бухрис. Последний также засветился в пресловутом разведывательном подразделении 8200 и даже некоторое время являлся его главой.

Lumus. В декабре 2016 года стартап привлѣк в раунде финансирования серии С 30 млн. долларов. Основные инвесторы – китайские компании-вендоры HTC и Quanta Computer, а также Crystal-Optech, Shanda Group, Jerusalem Global Ventures, Motorola Solutions Venture Capital, Vaizra Investments. Всего за три раунда финансирования было привлечено 56,3 млн. долларов США. Деятельность компании заключается в производстве дисплеев для шлемов пилотов истребителей F-16. Существует и мирное направление деятельности в виде производства «умных очков». Линзы для дисплеев и очков производятся с применением технологии LOE (Light-guide Optical Element), за сѣт которой с мобильного устройства проецируется изображение неограниченного размера. Изобретение «умных очков» вошло в рейтинг израильских изобретений, изменивших мир, составленный аналитиками журнала IT Business Week.

Переходя к чисто гражданской части инновационной системы Израиля, следует отметить, что весьма важное место в системе создания, развития и поддержки инноваций в Израиле занимают «технологические теплицы». Это чисто израильский термин, во всем остальном мире этот инструмент инновационной системы называют «бизнес-инкубаторами». Первоначально, в 1992-м, бизнес-инкубаторы задумывались специально для репатриантов из бывшего СССР. Позже «теплицы», как прозвали их в стране, стали открыты для всех израильтян, включая арабов. Руководство таких структур берет на себя все бюрократические и организационные вопросы, а изобретатели получают возможность заниматься исключительно разработками. Компания в «теплице» обеспечена всей необходимой инфраструктурой, которая может понадобиться новому бизнесу: лабораториями, серверами – и находится в благоприятной научной среде. Поэтому предприниматель может сосредоточиться на самом главном – развитии своего продукта.

Каждый бизнес-инкубатор развивает в среднем 10 стартапов одновременно. Новое предприятие набирает силы в «теплице» в течение двух-трех лет, а затем уходит в самостоятельное плавание. Если проект оказывается успешным, бизнесмен возвращает деньги посредством выплаты роялти – обычно 3-4% с продаж. Если же нет, предприниматель не несёт ответственности перед государством. В связи с этим и проводится тщательный отбор заявок. Бюджет, выделяемый на один инновационный проект, составляет 350-600 тысяч долларов. Биотехнологические компании в течение трёх лет могут получить до 1,8 млн. долларов госфинансирования.

Благодаря программам технологических инкубаторов и венчурных фондов, объем экспорта продукции высокотехнологичных компаний, как свидетельствуют данные ЦСБ (центральное статистическое бюро) Израиля, вырос с 11,2 млрд. долларов в 2000 году до почти 20 млрд. долларов в 2012-м. Грамотная государственная политика привлекла в

страну мировых лидеров в области инновационных технологий.

Суть инновационной политики Израиля выражается во всесторонней помощи компаниям высокотехнологического сектора. Зачастую это выражается в прямом субсидировании научных исследований и разработок. Например, Бюро Главного учёного при Министерстве промышленности и торговли ежегодно выделяет около 400 млн. долларов в качестве стипендий на исследования и разработку, что покрывает от 30% до 66% всей их стоимости. Около 100 млн. долларов в год составляют компенсации министерства в виде процентных отчислений при условии успешной реализации продукции.

Помимо этого государство создало специальную инфраструктуру поддержки инноваций. Бюро Главного учёного Министерства промышленности и торговли Израиля предоставляет помощь «стартовым» предприятиям, которые созданы во всех технологических теплицах, расположенных по всей стране.

Около тысячи перспективных технических идей было рекомендовано к реализации в этих «теплицах». Каждый год не менее сотни компаний, выпестованных в технологических теплицах, подписывают договора с инвесторами или коммерческими партнёрами. Суммы контрактов составляют от нескольких десятков тысяч до десятков миллионов на каждый из проектов в зависимости от этапа развития той или иной технологической идеи. Инициатор инноваций представляет необходимые материалы, включая бизнес-план, и после получения места в «теплице», имеет право на грант в размере или 85% от утверждённого бюджета проекта, или до 170 тысяч долларов в год на протяжении двух лет. Возврат ссуды начинается только после того, как разработчик привлекает внешнее финансирование. Венчурные фонды, как правило, положительно относятся к проектам, которые приняты комиссией для отработки в технологической теплице.

В случае если не удалось никого ею заинтересовать, то сюда списывается в полном объёме и без каких-либо дальнейших обязательств со стороны разработчика.

Для Израиля программа технологических теплиц – это важный инструмент продвижения национальных усилий во всем, что связано с исследовательскими проектами и разработками, основанными на важнейших ресурсах страны – интеллектуальных возможностях людей. Каждая технологическая теплица представляет собой самостоятельную организацию, руководимую и инструктируемую советом директоров, состоящим из промышленников, бизнесменов, учёных и общественников. Специальная группа специалистов, работников технологических теплиц, утверждает каждый проект, который соответствует их целям, и предоставляет возможность предпринимателям и изобретателям работать над своими программами в атмосфере тепла и поддержки, с постоянным инструктажем, что очень важно в начале пути. Технологические теплицы предоставляют возможность и абсорбировать новых репатриантов (учёных и инженеров с большим опытом), и внедрять новые различные технологии, привезённые ими. В результате вложений в технологические теплицы развиваются высокие технологии, что усиливает конкурентоспособность существующей израильской промышленности и создаёт новые рабочие места.

Программа технологических теплиц в Израиле началась в 1991 году. До 1994 года свыше 50 программ завершили стадию разработки в теплицах и 32 программы превратились в самостоятельные предприятия. Многие из этих программ заинтересовали местных и иностранных инвеститоров. Так как правительство понимает важность технологических теплиц и поддерживает их, оно берет на себя большую часть риска и первые два года оказывает проектам полную финансовую поддержку с надеждой, что после этого проект сможет оправдать себя.

Цели технологических теплиц Израиля:

- Поддержка начинающих изобретателей, имеющих новые технологические идеи и помощь в разработке и введении изделий на рынок. Изобретатели в начале пути нуждаются в: финансовой, юридической, административной, материально-технической и управленческой помощи. Поскольку почти не существует риска, связанного с финансированием разработок, такие программы более притягательны для стратегических инвесторов. После окончания разработок, проект продолжает существовать как самостоятельная единица. Если требуется продолжить исследования и разработки, можно включить проект в рамки программы помощи, предоставляемой Главным учёным.

- Осуществление технологических идей новых репатриантов. С последней волной репатриации в страну прибыло большое число новых репатриантов, обладающих научными и технологическими знаниями высокого уровня. Репатриантам предоставляется возможность претворить свои идеи и опыт в жизнь. Теплицы предоставляют возможность направить знания и опыт новых репатриантов в технологическую среду и систему маркетинга, которые приняты в Израиле.

- Теплицы трудоустраивают по специальности новых репатриантов, обладающих технологическими знаниями и опытом. По окончании стадии теплиц, когда проект выходит на экономическую «тропу», репатрианты продолжают заниматься разработками, производством и сбытом на предприятии, которое базируется на их идеях и плодах их исследований и разработок.

Существует высшая аттестационная комиссия, определяющая генеральную политику, связанную с работой теплиц. Эта комиссия утверждает также открытие новых теплиц, программы разработок теплиц, финансовую помощь, бюджет и наблюдение. При этом нет предпочтительных областей исследований, диктуемых технологическим теплицам. Каждая теплица определяет свои программы в соответствии с ресурсами находящимися в их распоряжении – человеческими и материальными, такими как универси-

теты и научно-исследовательские институты. Технологические теплицы действуют по всему спектру исследований, которые соотносятся следующим образом: электроника – 32 %, программное обеспечение – 22 %, медицинское оборудование – 9 %, химия и материалы – 23 %, остальное – 14 %

Израильская технологическая теплица – это самостоятельная юридическая единица, записанная как организация, ставящая своей целью получение прибыли. При этом в каждой технологической теплице минимум 50 % работников и исследователей должны быть новыми репатриантами. Управляет теплицей Совет директоров, который определяет её политику. Оперативное управление теплицей осуществляет директор, получающий зарплату, профессионал, имеющий опыт промышленного управления. Теплица помогает предпринимателям и учёным, обладающим свежими идеями, успешно завершить программы разработок и довести идеи до такой стадии, когда можно превратить их в товар, обладающий потенциалом.

Для того чтобы добиться этих целей технологическая теплица предоставляет следующие услуги:

- помощь в управлении и осуществлении программ для проверки технологического и коммерческого потенциала идеи,
- подготовка программ для исследования и разработки,
- помощь в мобилизации рабочей силы,
- помощь в организации исследовательского коллектива,
- создание физических условий, которые соответствуют требованиям управления исследовательскими программами: структура, оборудование, административное управление, инструктаж, секретариат, бухгалтерия, юридическая служба. помощь в мобилизации капиталовложений и подготовка к сбыту и коммерциализации изделия.

В теплицы, государство посредством Главного учёного, работающего в рамках Министерства промышленности и торговли Израиля, предоставляет большую часть финансирования для осуществления проекта. Администрация

теплицы несёт ответственность за профессиональное и эффективное управление и подготовку к внедрению проекта. Управление теплицей действует как доверенное лицо государства. Все соглашения и договора, обеспечивающие государственную поддержку текущей работы технологической теплицы, подписываются администрацией. Бюджет, как для управления, так и для проектов переводится государством прямо в теплицу. Проект строится как фирма с ограниченной юридической ответственностью (ЛТД) и должен действовать на коммерческой основе. Подписывается соглашение между предпринимателями проекта и администрацией теплицы, которая обязана обеспечить осуществление поставленных целей и требований, определённых правительством. Владение собственностью компании делится по следующему принципу:

- предприниматель: минимум 50 %
- работники, которые не являются предпринимателями: минимум 10 %
- остальные, обеспечивающие финансирование: до 20 %
- теплица: до 20 %

Технологические теплицы – лишь часть инновационной системы Израиля, находящаяся под патронажем Главного учёного Министерства промышленности и торговли Израиля, задача которого – поддержка и стимулирование исследований и разработок в промышленности, координация работы всех участников инновационного процесса. В этом направлении Бюро Главного учёного Министерства промышленности и торговли Израиля на всех этапах проводит в жизнь договоры в области исследований и разработок, дополняющие совокупность израильских соглашений о свободной торговле с США, Канадой, Европейским Сообществом, Европейской ассоциацией свободной торговли и рядом европейских стран. Израиль сотрудничает в этой области с Францией, Нидерландами, Испанией, Португалией, Австрией, Бельгией, Ирландией и Индией.

Инвестиционный центр Министерства торговли и промышленности предоставляет субсидии для создания но-

вых и расширения существующих промышленных предприятий. Размер ссуды зависит от региона: предприятия, расположенные в периферийных зонах, вправе претендовать на более значительные субсидии. Фирмы хай-тека, как правило, не являются особенно капиталоемкими, поэтому они предпочитают такую форму поощрений, как налоговые льготы.

В Министерстве экономики Израиля создан фонд, покрывающий 50 % расходов компаний, подающих заявки на участие в тендерах. Необходимость в таком фонде вызвана тем, что обычно различные органы, заинтересованные в проектах, требуют от компаний, участвующих в тендере или исполняющих заказ, провести дорогостоящие предварительные исследования или представить пилотный проект. В связи с трудностями в финансировании, многие компании просто отказываются от участия в конкурсах. Поэтому Министерстве экономики Израиля создало фонд содействия, покрывающий 50 % расходов на подачу кандидатуры компании для участия в тендерах и проведение технико-экономического обоснования.

Значительна роль государства и в формировании венчурного капитала. За созданием в начале 1990-х годов со стороны правительства Израиля нескольких венчурных фондов последовал приток иностранного капитала и создание в стране ещё десяти подобных фондов. В 2005 году свой филиал в Израиле открыл банк Silicon Valley, а также начала свою деятельность Венчурная ассоциация Израиля, призванная привлекать со всех концов мира инвестиции для вновь созданных израильских компаний. В настоящее время число фондов венчурного капитала в стране доходит до ста. На стадии становления сферы R&D правительство возглавляло её финансирование, однако за этим последовало и частное финансирование, которое, составляет 3,64 % - 3,8 % ВВП Израиля - наивысший показатель в мире. А вместе с госфинансированием вложения в R&D в Израиле доходят до 4,5 % - 4,7 % ВВП. В настоящее время израильские компании действуют в целом ряде

сфер безопасности, таких как производство антитеррористических систем безопасности, авиационные, морские, транспортные, командные и управляющие системы, а также ИТ-защита, физическая защита и другое.

В Израиле считают, что ключ к успеху в сфере высоких технологий – это инвестиционные фонды, вкладывающие средства в создание новых компаний. Наличие венчурного капитала, обеспечивающего деятельность «стартовых» предприятий (где риск неудачи и банкротства, естественно, выше, чем у старых, солидных компаний), позволило осуществить свои идеи сотням новых предпринимателей. Количество венчурного капитала, вкладываемого в израильские инновационные проекты, в последнее время ежегодно возрастает на 30-35%. Ежегодно не менее 3 млрд. долларов инвестируется израильским и международным венчурным капиталом в израильские инновационные проекты с повышенной степенью риска, что сопоставимо с объёмом венчурных инвестиций, обращающихся в Силиконовой Долине. Если такие тенденции сохранятся, то в ближайшем будущем Израиль станет новым инновационным центром мира. К началу нынешнего тысячелетия страна располагала уже 40 специализированными и более 30 диверсифицированными фондами рискованного капитала, а также 2 тысячами наукоёмких фирм, 40 из которых котируются в американской системе NASDAQ. Этому способствовали такие меры, как предоставление грантов для проведения НИОКР в интересах малого наукоёмкого бизнеса, передача технологий из военного в гражданский сектор экономики и прочее. В настоящее время около 80 венчурных фондов Израиля, тесно связанных с американским венчурным капиталом, объединены в рамках Ассоциации венчурного капитала. А ведь речь идёт об Израиле с его сложнейшими проблемами, который добивается успеха и вызывает реальный интерес крупнейших международных корпораций. В Израиле присутствуют мультинациональные компании, такие как: Microsoft, Cisco Systems, Motorola, IBM, Intel, Google, Apple. Ещё 10-20 лет часть этих гигантов

не видела нужды в размещении на Святой Земле своих подразделений, а если они и открывали здесь представительства, то лишь конторы по продажам и гарантийному обслуживанию в несколько человек. А сейчас их не пугает даже то, что зарплаты работников здесь такие же, как и в США.

В пересчёте на душу населения Израиль привлекает в два раза больше инвестиций венчурного капитала, чем США, и в 30 раз больше, чем все члены ЕС. Благодаря инновациям, Израиль, выделяя на НИОКРы до 5 % от ВВП, достиг прорыва во многих сферах, начиная от хай-тека в медицине, электронике, биотехнологии и агротехнологии. Поэтому многие называют это израильской «нефтью». Ведь все разработки и продукция, которая производится на основе израильских инноваций, экспортируется в США и Европу. Например, 75 % продукции, которая была разработана израильскими учёными (речь идёт о процессорах Centrino) и производится на заводах Intel в Израиле, идёт на экспорт. Каждый год иностранцы выкупают новые израильские стартап компании из технологических теплиц, где «вызревают» до тысячи проектов в год. Это самый выгодный бизнес в мире.

С чего все началось? Видимо, за точку отсчёта можно принять 1991 год, когда был создан государственный фонд венчурного капитала объёмом 35 млн. долларов. В ходе его деятельности отработывались механизмы взаимодействия с инвесторами и учёными, выявлялись дыры в законодательстве. В 1993 году был сформирован фонд фондов Yozma с капиталом в 100 млн. долларов, который и придал развитию высоких технологий в стране нужное ускорение. Пятая часть средств этого фонда направлялась напрямую в стартапы, все остальное – в другие венчурные фонды, которые были обязаны привлекать частные инвестиции в большем объёме, чем получали от государства. Таким образом, решались сразу две задачи: во-первых, на создание предприятий шли деньги; во-вторых, венчурные менеджеры перенимали опыт управления капиталом у тех

международных инвесторов, которых привлекали. К 2000 году благодаря фонду Yozma в Израиле работало уже 2 тысячи высокотехнологичных компаний.

В 90-е годы 20-го века страны Запада переживали сложный период реструктуризации промышленности и отказа от устаревших технологий, базирующихся на экологически вредном сырье. Но предложений по инвестированию в принципиально новые и экономически выгодные технологии было немного. По мнению экспертов Израиль был фактически единственным (исключая развитые страны), кто имел подходящие и в то же время дешёвые кадры и потенциал для развития высоких технологий. Кроме того, израильские учёные и западные инвесторы говорили в буквальном смысле слова на одном языке: многие специалисты ближневосточного государства учились в американских или европейских вузах.

Одним из первых свой филиал и первое подразделение за пределами США открыла Motorola. Сначала там было с десяток сотрудников, теперь – сотни инженеров. «Профессионализм израильских специалистов и известность таких научных центров, как университет Технион в Хайфе и Институт имени Вейцмана в Реховоте, стали главными факторами, которые привлекли компанию в страну», – поясняет представитель Motorola Israel Ltd Даля Шарабани. По её словам, филиал играет ведущую роль в проектах по мобильным терминалам для американской почты и курьерских компаний, по интеграции системы MotoBridge в штате Флорида, а также по разработке систем коммуникации TETRA и ASTRO и стандартов мобильной связи четвёртого поколения LTE и WiMAX. В настоящее время другие мультинациональные корпорации, такие как Intel, Google, Microsoft и Cisco-Systems, уже создали в Израиле более 200 исследовательских центров.

Израиль уже давно стал центром развития технологий хранения данных на флэш-памяти. К примеру, USB-флэшку изобрели в израильской компании M-Systems в партнёрстве с IBM. В 2006 году M-Systems была куплена

компанией SanDisk. В настоящее время одна из крупнейших в мире корпораций на рынке продуктов, услуг и решений для хранения и управления информацией – EMC – интересуется израильскими разработками линий по производству микросхем NAND, а также учёными, которые способны решить проблемы, возникающие при переходе на литографию все более высокого разрешения.

Ввиду небольших размеров и специфики расположения страны, технологические инновации здесь практически вопрос выживания. Многие технологии, если бы они не были изобретены в Израиле, просто нельзя было бы приобрести по политическим причинам, израильтянам приходится быть самодостаточными. С другой стороны, первенство выхода на рынок даёт возможность завоевать на нём надёжные позиции. При этом научное сообщество Израиля имеет тесные связи с военно-промышленным комплексом, за счёт чего ускоряется осуществление проектов, способствующих инновациями в технической сфере, и выпуск разработок на рынок.

Израиль больше, чем другие страны, за исключением, возможно, Финляндии и Сингапура, заинтересован в политике извлечения ценности из ноу-хау для экономики и военной промышленности, поскольку в стране нет существенного объёма каких-либо природных ресурсов, и она в незначительных объёмах экспортирует какие-то ходовые розничные товары. Экономике страны всегда приходится быть на переднем крае науки и техники, чему способствует превосходно налаженная система образования, готовящая специалистов в области естественных наук и математики. Лучшие учебные заведения страны, например, Тель-Авивский университет и Технион, это цитадели высшего технического образования. В стране также необычайно много талантливых выходцев из России, эмигрировавших в Израиль в 90-х после развала СССР. Стоит отметить, что во время массового приезда эмигрантов в Израиле количество идей было значительно больше чем количество денег, в отличие от нынешней ситуации с инновациями в

США – там сегодня наоборот: число венчурных фондов (исчисляемых десятками тысяч) значительно превышает количество ярких наукоёмких технологических идей.

Одной из составляющих поразительных успехов инновационной системы Израиля явилось то, что он стал фактически первой страной в мире, которая оказывала государственную поддержку начинающим компаниям. В настоящее время большие средства инвестируются в start-up компании, их на три года освобождают от уплаты налога, четыре месяца бесплатно учат и предоставляют кредит в 30 тысяч долларов. Сейчас в Израиле свыше 4800 start-up компаний. На Нью-Йоркской бирже высоких технологий NASDAQ Израиль уступает только США. А по инвестициям в ноу-хау на 10 тысяч населения Израиль превосходит США в 2,5 раза и в 30 раз Европу.

Венчурное финансирование в каждой стране имеет свою специфику. Если передовые фирмы венчурного капитала, в основном из США и Европы, осуществляют пакетное инвестирование в группу однородных проектов, близких по тематике, то большинство израильских инвесторов предпочитают вкладывать средства в конкретные проекты (что связано с небольшим размером страны и ограниченными финансовыми ресурсами). В этом плане интересны выводы экспертов, которые анализировали реальные примеры пакетного инвестирования на примере финансирования проектов в технологических теплицах Израиля.

Как известно, при стоимости проекта 350-370 тысяч долларов, инвестор вкладывает до 60 тысяч долларов, что даёт ему 20% акций «start-up» компании. При параллельном финансировании, например, 15 проектов в одной области науки и техники, стоимость общего первоначального капиталовложения составит 900 тысяч долларов, причём процесс инвестирования растянется на два года. Работая в конкретной области техники, имея в своём распоряжении несколько высококвалифицированных технических экспертов и располагая развитой сетью маркетинга в мире, инвестиционная компания может выбирать наиболее перспек-

тивные в коммерческом отношении проекты. Вместе с тем нельзя рассчитывать на то, что абсолютно все разрабатываемые проекты будут эффективно коммерциализованы. По данным Министерства промышленности и торговли Израиля успешно реализуются более 50% таких проектов. Однако исследования, проведённые Израильской Ассоциацией Изобретателей, показали, что более реалистичен показатель – 40%. Наличия убыточных проектов, как правило, избежать не удаётся. Однако пакетное финансирование помогает сделать инвестиции менее рискованными и более эффективными. При этом важны все этапы: и эффективный экспертный отбор проектов, и рациональная организация работ, и выбор оптимальных тактических технологических решений start-up компанией, получившей финансирование. Здесь важно отметить, что успешная коммерциализация научно-технических проектов требует начать активный маркетинг ещё на начальной стадии их разработки. Работая в одной области инноваций, инвестор имеет возможность проводить маркетинг (включая экспонирование на международных выставках), а также заниматься продвижением на рынок не каждого отдельного проекта, а одновременно нескольких проектов, родственных по тематике. И нередко случается, что, делая особый акцент на одном проекте, удаётся продать и другой. В результате сокращаются и расходы на проведение маркетинга и время продвижения на рынок.

Ещё раз надо отметить, что в Израиле имеется очень много инструментов для развития. Каждый человек, у которого есть интересный проект, может получить от государства на создание компании 80 % денег. Остальное должен кто-то вложить. Такой подход позволил подняться и создать производство очень многим людям. Доля тех, кто открыл успешное дело, очень высока – не десять, не двадцать, а сорок-пятьдесят процентов! Хотя бы небольшое участие частного капитала является обязательным – все чётко понимают, что это нужно, чтоб не разворовали. Зато получить 50 процентов на развитие нового продукта, новой

идеи может совершенно любая компания – в Израиле очень много инвестиционных фондов. Деньги получить легко, потому что есть отдача. Кстати, Израиль – наглядный пример того, что от национальности ничего не зависит. Двадцать пять процентов жителей Израиля – люди из бывшего Советского Союза. Из них евреев – процентов семьдесят. Даже татары и казахи есть.

Причина высокой доли успешных израильских инновационных проектов – очень хорошее образование. В этом деле ещё и армия помогает – когда человек туда идёт, то его принимают по специальности, которая нужна армии, и армия платит за это образование. Например, сын одного из авторов книги – математик. Конечно, можно было бы платить за его обучение в университете, но так в Израиле нельзя. Он получил освобождение от армии, учился в университете, а армия платила за его учёбу. Но после этого он служил в армии шесть лет и занимался программированием. Всё честно – они за него платили, он должен... Но там он тоже получал зарплату, конечно, не такую, как на гражданке, но, в принципе, на эти деньги мог спокойно существовать. Ему платили порядка 2-2,5 тысяч долларов. Это зарплата младшего офицера. Платят по способностям и по труду – такой вот в Израиле социализм. Причём у него была странная должность – офицер без права ношения оружия. Он отказался идти на офицерские курсы и изучать, например, как надо стрелять из-за угла. Он сегодня крупный специалист по компьютерам и работает в перспективной фирме.

Дочь автора книги тоже стала математиком, сейчас работает в IBM руководителем группы. Когда она училась, у них на бакалавриате отсеялось 50 % студентов. На второй степени отсеялось ещё 30 %. Когда в Израиле набирают в университет на технические специальности, то имеется определённый уровень требований по математике. Все тесты на знание сдаются в присутствии офицера полиции, и если тебя поймают, то ты три года больше не можешь

сдавать экзамен. Такие случаи крайне редкие – бывают даже не каждый год.

Ежегодно в стране проводятся научные конкурсы на лучшую работу для выпускников школы. У конкурса всегда один победитель, два вторых места и четыре третьих. По всем наукам только одно первое место! А как вообще можно определить лучшего социолога, политолога, биолога или математика? Для этого, когда ты сделал конкурсную работу, тебе предоставляется выпускник художественной академии, который делает тебе презентацию твоего проекта. Большое полотно, на котором рисуется то, что ты ему скажешь, но делается это художественно, красиво. Приходит комиссия, и ты ей всё рассказываешь. Когда был конкурс, в котором участвовал сын автора книги, в комиссии не было ни одного математика. Нужно было рассказать комиссии, где нет ни одного математика, что твоя работа лучшая! Он занял первое место, а когда у него спросили: «А как тебе это удалось?», победитель ответил: «Ну, я же провёл правильный пиар!». Вдумайтесь, человек, только окончивший школу, уже знает пиар! Оказывается, у них был кружок по пиару, который вёл руководитель отделения крупного банка. Он им рассказывал, как правильно пиарить свою работу. Это тоже важно.

Но главное, возможность учиться в Израиле даётся всем: хочешь – учишься. Каждый год определяется сотня особо одарённых ребят. Это делается на специальных экзаменах. Длятся они по 4-5 часов. Выходить в туалет можно только в сопровождении полицейского (есть и женщины, и мужчины) – всё очень строго. Те, кто прошли и учатся в классе особо одарённых, получают совершенно другое образование, одну только мировую литературу изучают пять лет, а есть и такие предметы, которых нет ни в каких других школах мира. Но учиться там очень тяжело.

Залогом успешной коммерциализации инновационных проектов, помимо целенаправленной государственной поддержки, развитой системы венчурных фондов и качественной системы образования, является самоорганизация участ-

ников инновационного процесса. Тут в пример можно привести Израильскую ассоциацию индустрии передовых технологий (ИАИПТ) – крупнейшую в Израиле зонтичную организацию высокотехнологических биопромышленных производств, объединяющую компании, организации и отдельных лиц, занятых в секторе биотехнологии и высоких технологий. В Израиле, где стремление к инновациям составляет часть национального менталитета, миссия ИАИПТ заключается в укреплении высокотехнологических биопромышленных производств по всей цепочке создания стоимости и достижения глобального лидерства в области инновационных технологий. ИАИПТ прилагает усилия к исследованию, разработке и воплощению принципов и методов развития израильской индустрии передовых технологий, распространяя информацию о её достижениях и инновациях по всему миру. Эта деятельность ИАИПТ создаёт благоприятную обстановку для развития высоких технологий, что позволяет израильским компаниям разрабатывать технические новинки, налаживать производство и доставку общественно полезных изделий.

В Ассоциации представлены все сегменты и уровни данной отрасли: индивидуальные предприниматели, технологические инкубаторы, стартап-компании, центры исследований и разработок, транснациональные компании и провайдеры услуг. Всех членов Ассоциации объединяет общее стремление стать мировым лидером в своей области. Предоставляя своим членам платформу для коммуникации и сотрудничества, ИАИПТ не только даёт им возможность перенимать опыт отдельных успешных предпринимателей, но и обеспечивает доступ к научно-исследовательским и конструкторским разработкам, маркетингу, провайдерам финансовым услуг, лидирующим мировым фондам венчурного капитала и другим инвесторам.

Исходя из понимания потребностей израильского общества и в соответствии с принципом социальной ответственности индустрии высоких технологий, Ассоциация

поддерживает стремление своих членов способствовать повышению уровня образования в целом и в особенности развитию творческого мышления и изобретательства. Кроме того, Ассоциация поддерживает организации, которые знакомят молодёжь с новейшими достижениями технологии и принципами предпринимательства.

ИАИПТ предоставляет своим членам следующие преимущества:

- отраслевые форумы и комитеты для решения ключевых вопросов, поднимаемых лидерами, и обсуждения возможных решений;

- частые веб-семинары, рабочие группы, семинары и встречи с глазу на глаз с руководителями высшего звена;

- присутствие на местных и международных отраслевых мероприятиях, организуемых по инициативе ИАИПТ и других организаций, паблсити в качестве предприятия, применяющего передовую технологию;

- ежедневный доступ к новостям местной промышленности, публикациям о новейших исследованиях и, главное, к полному ежегодному отраслевому отчёту;

- доступ к Кнессету с возможностью лоббирования законодательных актов, например, относительно грантов и налоговых льгот;

- участие в «голосе отрасли» через прямые контакты с правительственными организациями и иностранными посольствами;

- участие во взаимовыгодных отношениях между отраслью и академией;

- программу обучения для молодых предпринимателей;

- значительные скидки на все мероприятия ИАИПТ.

Результатом эффективной работы инновационной системы Израиля стало то, что, по данным исследовательского отдела британского издания «Экономист» (который, по сути, нередко сам и формирует мировые экономические процессы, а не просто прогнозирует их, поскольку миллионы инвесторов принимают свои решения на основании его оценок), в 2017 году Израиль по ВВП на душу населения

достиг 44019 долларов в сравнении с 38127 долларами в 2016 году (ВВП Израиля в 2017 году - почти 400 миллиардов долларов), а в паритете покупательной способности (PPP), то есть по размеру ВВП в пересчёте на международную потребительскую корзину, страна поднялась в четвёртый десяток – 41020 долларов. Оба показателя были бы даже ещё больше, если бы не значительный демографический прирост, который в Израиле в три с половиной раза выше, чем в других странах ОЭСР.

А ведь в 2006 году Израиль находился на уровне 17400 долларов ВВП на душу населения. Лишь в последние годы начался взлёт, обеспеченный приличным экономическим ростом, достигшим 4,4 %. Это и высокие технологии, и оборонный экспорт, и резко увеличившийся туризм, и промышленное производство, и сельское хозяйство, и газ, который уже стал ощутимо влиять на экономический рост страны. А через два года, когда станет активным месторождение «Левиафан», экономический рост Израиля, как ожидается, поднимется до 5 % в год. Впрочем, уже и нынешний показатель экономического роста Израиля огромен по сравнению с другими: Британии (1,1 %), Сингапура (2 %), Канады (2 %), США (2 %) Франции (1,7 %) и Германии (1,8 %). Израиль опередил и тех, кто раньше по темпам роста экономики нёсся вперёд: Турцию (4,1 %), Ирландию (3 %), Норвегию (1,8 %) и Японию (1 %).

В новой брошюре «Экономиста» после описания ближневосточного упадка опубликована статья премьер-министра Израиля Беньямина Нетаниягу, гордо представляющего израильское чудо – «Инновационная нация». Так он называет свою страну, обыгрывая созвучие слов на английском. И приглашает всех развивать связи с Израилем. Всех, в том числе и арабов. Предлагает выиграть и им от израильского счастья тоже. «Экономическая динамичность может помочь нам вдобавок к богатству обрести друзей», - объясняет премьер-министр Израиля, подчёркивая ключевую роль Израиля.

Статья Беньямина Нетаниягу делает в точности то же самое, что когда-то сделал Микеланджело, изваяв статую Давида из, казалось бы, напрочь испорченной глыбы мрамора. Он не начинает спорить, он предлагает действие и закрепляет имидж Израиля как «инновационной нации» на поколения вперёд. В этом вся сила одного символического слова, знамени, притчи, монумента. Это все поймут и все запомнят. Действовать, а не болтать: «Израиль преодолел тысячи препятствий. Его изобретательность обеспечивает надежду для каждой нации под солнцем», - так заканчивает премьер-министр Нетаниягу свою статью.

Израиль рвётся ввысь, но открыт для сотрудничества со всеми – в сфере высоких технологий, сельском хозяйстве, оборонном производстве, в новшествах и в изобретательности. Раньше евреи обогащали страны, в которых жили, теперь они обогащают самих себя.

Какова же следующая цель израильтян? – Поднимать ВВП к пятому десятку тысяч. И это уже не кажется таким сложным на фоне ожидаемого в ближайшие годы экономического роста. Так постепенно Израиль становится одной из самых богатых стран в мире. Процесс этот продолжается, и одна из задач, которую негласно ставит правительство страны – привлечь в Израиль ещё полмиллиона талантливых евреев, которые, репатриировавшись, вознесут экономику в иные выси, и, как было при помазании царя Соломона, «расколется земля от радостных криков их».

Причина сих радостей проста будет: инновационная система Израиля позволит каждому, вновь прибывшему, без излишней бюрократии и при всемерном содействии государства открыть свой бизнес, пусть даже небольшой. Почему не увеличить доходы семьи ещё немного, не заняться тем, что нравится? Сегодня с дешёвой рекламой в интернете, буквально в несколько десятков шекелей в день на «Гугле» и «Фейсбуке», можно достичь огромного количества клиентов и в Израиле, и за рубежом. Можно создавать, продавать, каждый в той области, которая ему нравится, в своё свободное время. Так будет расти домашний

или личный бизнес, доходы возрастут, а с ними и экономика страны.

Подытоживая обзор инновационной системы Израиля надо отметить – рынок инвестиций в Израиле функционирует эффективно и все больше развивается. Достаточно, как правило, нескольких месяцев, чтобы инвесторы начали открывать финансирование, и в первую очередь финансирование направляется на высокотехнологичные активы. Именно там и будут происходить взрывы капитализации. Это приводит к тому, что многие крупные компании создают в стране свои филиалы, предприятия, инновационные и информационные центры. Так, американские инвестиционные банки проявляют все больше интереса к израильским фирмам, причём их внимание привлекают, главным образом, технический сектор и, в частности, компании, специализирующиеся на разработке оптоволоконных и спутниковых технологий, а также методов передачи голосовых данных через Интернет. Израиль является средоточием ведущих компаний, работающих во многих рыночных сегментах, включая полупроводники, связь, безопасность и хранение данных. Страна, по сути, стала фабрикой перспективных стартапов, которые обычно быстро поглощают транснациональные корпорации. Один из типичных примеров – история навигатора Waze.

Израильские школьники-лоботрясы, учиться не хотели, и, сидя на задней парте, придумали игру, которую назвали Waze, что в последствие трансформировалось в социальный навигатор, позволяющий отслеживать ситуацию на дорогах в режиме реального времени и прокладывать оптимальные маршруты. Waze был создан в 2007 году как социальный сервис и называл себя социальной сетью для водителей. А осенью 2012 года, когда весь мир готовился к концу света, обещанного Ностардамусом, Apple сделала предложение о покупке Waze за 500 млн. \$. Даже для такой развитой инновационной системы как израильская сделка с Apple была страшно крутой. Тем более что Apple в то время запустила свой картографический сервис, но он

оказался сырым, за что второму лицу в Apple Тиму Куку пришлось публично извиняться перед потребителями. Так вот Apple сделала предложение Waze, и весь рынок замер в ожидании.

Ребята из Waze подумали и вежливо отказали. Причиной отказа послужила низкая оценка стоимости компании. Для того чтобы отказать Apple, нужно иметь кураж. Спустя несколько месяцев о покупке Waze объявил Facebook. Сумма сделки составляла 1 млрд. \$, а одним из условий Facebook был переезд команды в калифорнийский офис. Ребята из Waze подумали и вежливо отказали. Причиной отказа, на этот раз, стало нежелание основателей и разработчиков сервиса переезжать в чужую Калифорнию из родного Израиля.

В итоге, спустя ещё один месяц, Waze был куплен Google, который предложил компании 1,3 млрд. \$ и согласился со всеми условиями, включая требование сохранить R&D офис в Израиле. 300 млн., полученные сверх ожидаемой суммы, основатели Waze распределили между сотрудниками пропорционально их вкладу в успех компании. Вот так в один день все разработчики Waze стали миллионерами. Оно, конечно, тому предшествовало несколько лет напряжённой работы, но, не будь в стране хорошо поставленной инновационной системы, эта разработка ушла бы в чужие руки за бесценок, а те, кто все это создавал и продвигал, остались бы у разбитого корыта несбывшихся мечт, получив крохи за труды свои.

1.9 Инновационные системы других стран

Среди других стран, которым, благодаря построению эффективной национальной инновационной системы, удалось войти в число мировых постиндустриальных лидеров, выделяется Финляндия. Ещё несколько десятилетий назад в стране не было ни развитой промышленности, ни сильной научной базы, да и проведению фундаментальных исследований здесь никогда не уделялось первостепенного значения. Всего за пару десятков лет финская экономика переориентировалась с природных ресурсов на наукоёмкое производство. Целенаправленная политика государства, эффективное взаимодействие с бизнесом и долгосрочные вложения в науку, инновации и образование явились базовыми принципами, на которых была построена одна из наиболее эффективных в мире национальных инновационных моделей.

Решающим фактором, способствовавшим быстрой смене ориентиров финской экономики стало увеличение инвестиций в научно-исследовательскую деятельность в конце 70-х годов. Даже в период общеэкономического спада начала 90-х годов объем финансирования науки не только не сокращался, а продолжал возрастать, хотя и более медленными темпами.

Финляндия стала первой страной, принявшей концепцию национальной инновационной системы как основного элемента политики в сфере науки и технологии. На практике это означало увеличение количества предприятий, в основе деятельности которых лежали инновации и ноу-хау, а также укрепление организаций, занимающихся исследовательской деятельностью. Главную роль в финской системе финансирования инноваций играют государственные фонды поддержки науки и разработки технологий.

В июне 2006 года Совет по науке и технологической политике Финляндии постановил основать пять стратегических центров, имеющих ключевое значение для развития финского общества, бизнеса и промышленности, а именно

- энергетики и защиты окружающей среды;

- металлопродукции и машиностроения;
- лесной отрасли;
- здравоохранения;
- информационной и коммуникационной индустрии.

Данные центры призваны обеспечить координацию рас­средоточенных исследовательских ресурсов в стране и за рубежом. В соответствии с правительственной програм­мой, инвестиции сфокусированы на этих стратегических центрах науки, технологии и инноваций, которые финанси­руются по линии Академии Финляндии – правительствен­ный отдел финансирования научных исследований в Финляндии.

По объёму инвестиций в научные исследования Фин­ляндия относится к числу ведущих стран мира. Около 80% средств распределяют министерство торговли и промыш­ленности и министерство просвещения Финляндии. Фи­нансирование вузовской науки (основная доля фундамен­тальных исследований страны и часть прикладных) идёт через Академию Финляндии – контролируемый министер­ством просвещения центральный научно- административный орган. В состав Академии входят коми­тет по науке и шесть комиссий: по естественным, меди­цинским, сельскохозяйственным, техническим, обществен­ным и гуманитарным наукам. В вопросах финансирования для Академии Финляндии приоритетными являются четы­ре направления исследований:

- в области медицины;
- биологических наук и окружающей среды;
- культуры и общества;
- естествознания и техники.

При выделении средств Академия рассчитывает, что финансируемые проекты будут способствовать не только развитию финской науки, но и укреплению международно­го сотрудничества Финляндии, и распределяет большую часть бюджетных средств, выделяемых на прикладные ис­следования.

В результате университеты успешно ведут научные исследования, дают базовое и последипломное образование. Политехнические университеты, представляющие собой многоотраслевые региональные вузы, ориентируются, в основном, на прикладные исследования. Благодаря принятию концепции национальной инновационной системы как основного элемента политики в сфере науки и технологии, были укреплены другие организации, занимающиеся исследовательской деятельностью, в результате чего произошло увеличение количества предприятий, в основе деятельности которых лежали инновации и ноу-хау. На базе создающейся инновационной инфраструктуры решается одна из основных целей социальной политики Финляндии – гарантия качественного и доступного для всех образования, что, в свою очередь, ускоряет инновационное развитие страны.

Важным аспектом в последние годы и одним из ведущих направлений научной политики Финляндии остаётся интернационализация исследовательской и инновационной деятельности. Инновационная система Финляндии включает большое количество организаций, где технопарки (STP) и бизнес инкубаторы (BICs), являются двигателями инновационного развития. Финские технопарки собрали лучший мировой опыт, и в основе каждого из них находятся университеты. Они продуцируют научные кадры, которые являются носителями необходимых идей и способны наиболее успешно создать этот инновационный продукт. Для университета это дополнительный источник финансирования и развития, а для технопарка – упрощение подбора и внедрения нового сотрудника, сохранение кадров и повышение их квалификации.

Примерно две трети технопарков Финляндии принадлежат компании «Технополис». Учредителем «Технополиса» как компании, изначально были государственные и муниципальные власти, более 70% «Технополиса» изначально принадлежало государству. Постепенно произошло замещение этого капитала, и в настоящее время «Технополис»

– частная компания, которая участвует в IPO. Это тоже показательно – если государство объявляет своей задачей внедрение инноваций в экономику, то оно берет на себя организацию и расходы стартового этапа.

А ведь в конце 70-х годов в Финляндии все было примерно так же, как во многих странах: чиновные учёные полагали, что контакты с промышленностью унижают науку, а бизнес считал учёных нахлебниками государства. Когда политическая элита осознала, что единственный надёжный ресурс для долгосрочного развития страны – это современные технологии, первое, что она сделала – организовала диалог с бизнесом: в 1979 году был собран Национальный технологический комитет, в который вошли представители всех отраслей промышленности, имевшихся на тот момент в стране. «Какие технологии сейчас особенно необходимы для модернизации и развития ваших предприятий?» - спросило финское государство у своего бизнеса. Бизнес ответил. Так были определены первые финские приоритеты в области науки и технологий.

Второй шаг государства – в 1983 году было создано национальное технологическое агентство TEKES. Как только эта организация появилась, случилось почти что невероятное: учёным стало выгодно делать то, что было востребовано бизнесом, а бизнесу – идти к учёным, чтобы в их лабораториях черпать ресурсы для своего развития.

И процесс пошёл. Финская наука и финская промышленность стали расти вместе, подпитывая друг друга. Компании постепенно освоили способ дешёвого роста за счёт домашних технологий и поддержки государства, а у государства появились средства и возможности поддерживать и другие, пока ещё слабо востребованные научные направления.

Сегодня Финляндия – страна победившего хайтека, а финская национальная модель производства и использования новых знаний признана одной из наиболее эффективных в мире. В формуле финского успеха три классических слагаемых: высокий уровень образования, конкурс-

ный принцип распределения средств на науку и развитая инновационная инфраструктура.

Не менее впечатляющи успехи Южной Кореи, добившейся этого путём формирования собственной инновационной системы, в которой частные компании и финансируемые правительством научно-исследовательские институты играют решающую роль, внося значимый вклад в экономическое развитие страны.

Сегодня в Южной Корее многие университеты отошли от своих традиционных функций получать только знания. Большинство из них занимаются вопросами коммерциализации, интенсивно развивая инновационный бизнес. В данной сфере также начали проявлять активность и многие исследовательские институты. Развитие этих процессов вызвало интерес и у различных финансовых организаций и консалтинговых компаний, подключившихся к процессам коммерциализации результатов НИОКР.

Правительство Южной Кореи изменило систему финансирования науки, начав финансировать конкретные проекты. В январе 1999 года был принят закон о создании, функционировании и развитии научно-исследовательских институтов, которые были преобразованы, исходя из немецкой и британской системы управления. В результате все научно-исследовательские институты были под единым контролем канцелярии премьер-министра, что дало свободу институтам от чрезмерного контроля соответствующих министерств. В соответствии с новой системой управления были созданы 5 научно-исследовательских советов, каждый из которых действовал в качестве надзорного органа для контроля над деятельностью институтов.

Несмотря на ряд положительных моментов, такой подход имеет и определённые недостатки: во-первых, с точки зрения структуры управления, сказывается чрезмерное влияние правительства на научно-исследовательский совет; во-вторых, в результате функционирования чрезмерной конкурентоспособной системы, остаются неясными

критерии распределения государственного бюджета; и, наконец, отсутствие самостоятельности и индивидуальности директоров в научно-исследовательских институтах сказывается на работоспособности отдельных исследователей (низкая удовлетворённость работой и высокая текучесть кадров).

Деятельность корейских инкубаторов началась в 1991 году (на основе опыта технологических инкубаторов Израиля) и была инициирована Корейским институтом технологий. Первый частный инкубатор (Jungbu Industrial Consulting Inc.) был создан в 1993 году. В это же время открылся первый народный инкубатор (Ansan Business Incubator). Большинство инкубаторов были инициированы правительством, и, несмотря на кризис 1997 года, способствовали возрождению национальной экономики и развитию национальной инновационной системы. В дальнейшем для развития региональной индустрии и технологии и успешного возрождения региональных экономик была создана Корейская Ассоциация технопарков, как орган управления инновационными процессами в действии. Основными программами в это время стали:

- программы строительства инфраструктуры для стартап-компаний, основанных на высоких технологиях;
- специальные программы для лабораторных стартап-компаний;
- программы развития идей;
- будущие программы развития предпринимательства, основанного на технологиях.

Сегодня основные усилия национальных научно-исследовательских программ направлены на решение программ перехода на наукоёмкую экономику, что позволит Южной Корее находиться в ряду стран с развитой экономикой. Для того, чтобы достичь этой цели, правительство подчёркивает необходимость эффективного использования научных и технологических ресурсов на основе принципа «отбора и концентрации».

Текущие национальные программы включают следующие направления:

- пограничные научные исследования,
- креативные исследования инициатив,
- создание национальных научно-исследовательских лабораторий,
- развитие биотехнологий,
- развитие нанотехнологий,
- развитие авиации
- освоение космического пространства.

Главным спонсором фундаментальных исследований является научно-исследовательский фонд. Для поощрения научных исследований в университетах правительство Южной Кореи определяет исследовательские группы, которые могут проводить совместные исследования с научно-исследовательскими и инженерно-исследовательскими и региональными научными центрами. Такие коллективы получили государственное финансирование на девять лет, при условии, что они пройдут промежуточные оценки результатов исследований, которые проводятся каждые три года.

Важным аспектом дальнейшего инновационного преобразования Южной Кореи является базовый план действий, направленный на модернизацию системы управления научно-технологического развития, предусматривающий такие меры, как управление инвестициями в научно-исследовательском секторе, повышение информированности общества о науке и технологиях, развитие человеческого капитала в науке и технологиях, содействие трансферу, коммерциализации и глобализации технологий. Он служит основополагающим документом для достижения поставленных целей до 2025 года и дополняет пятилетние планы научно-технологического и инновационного развития. Основные его стратегические подходы заключаются в инвестировании в научно-технологическую сферу по принципу «отбора и концентрации», обеспечения эффективного использования творчества учёных и инже-

неров, формирование связи внутренней национальной инновационной системы с глобальной мировой системой, расширение общественного понимания научно-технологического развития, эффективное использование результатов научных исследований и технологических разработок.

Для реализации данного плана была разработана «дорожная карта», которая описывает цели, пути и сроки их достижения, а также ожидаемые результаты. Позже план был откорректирован, и в новой редакции отведена более широкая роль и высокий статус науке и технологиям, обеспечивающим национальную перспективу корейского общества и способствующим развитию и повышению конкурентоспособности страны. Основными направлениями пересмотренного плана являются:

- развитие национальной научно-технической инновационной системы;
- выбор стратегических целей научно-технического развития и концентрация на них;
- укрепление двигателей будущего роста;
- систематизация регионального инновационного потенциала;
- создание новых рабочих мест, соответствующих требованиям общества знаний;
- привлечение населения к распространению научно-технологических знаний.

В долгосрочной перспективе видение развития науки и техники в Южной Корее до 2025 года включает в себя:

- переход ведущей роли в национальной инновационной системе от государства к частным структурам;
- повышение эффективности инвестиций, вкладываемых в исследования и разработки;
- сближение национальной системы исследований и разработок с мировыми стандартами;
- соответствие новых технологий выводам экспертов и ожидаемым результатам.

В общем и целом, обсуждая состояние дел с инновациями в цивилизованном мире, стоит отметить, что основной упор при построении эффективных инновационных систем делается на:

- свежие мозги выпускников университетов, постигающих в процессе учёбы таинства науки и секреты успешного бизнеса на ниве высоких технологий;
- всемерное вовлечение денег бизнесменов в процесс материализации идей выпускников университетов;
- продуктивное участие государственных структур в финансировании инноваций из госбюджета с потребой на нужды государства и бизнеса с оглядкой на предлагаемые университетами решения.

Притом от госструктур требуется одно – законодательное обеспечение эффективной работы инновационной системы в формате льгот и преференций участникам инновационного процесса без обременительной бюрократической удавки – остальное они сделают сами. Государству останется только определиться со своими приоритетами по части финансового участия в жизненно важных проектах и через строки в бюджете их проинвестировать. Со всем прочим в условиях благоприятного инвестиционного климата на законодательном уровне бизнес и наука разберутся сами.

Одним из основополагающих условий успеха в деле эффективной работы национальных инновационных систем является кузница кадров – подготовка специалистов для работы в недрах системы. Тут главенствующая роль за университетами, на них ложится и через них реализуется задача качественной подготовки спецов для рождения и вхождения инноваций в жизнь обывателей. Посему небезынтесна информация от британского журнала «Times Higher Education», который публикует результаты глобального исследования лучших университетов мира «THE World University Rankings».

Первые 50 университетов согласно данным британского журнала «Times Higher Education»:

1. Оксфордский университет (University of Oxford), Великобритания
2. Калифорнийский технологический институт (California Institute of Technology), США
3. Стэнфордский университет (Stanford University), США
4. Кембриджский университет (University of Cambridge), Великобритания
5. Массачусетский технологический институт (Massachusetts Institute of Technology, MIT), США
6. Гарвардский университет (Harvard University), США
7. Принстонский университет (Princeton University), США
8. Имперский колледж Лондона (Imperial College London), Великобритания
9. Швейцарский федеральный технологический институт (ETH Zürich – Swiss Federal Institute of Technology Zürich), Швейцария
- 10-11. Калифорнийский университет в Беркли (University of California, Berkeley), США; Чикагский университет (University of Chicago), США
12. Йельский университет (Yale University), США
13. Университет Пенсильвании (University of Pennsylvania), США
14. Калифорнийский университет в Лос-Анджелесе (University of California, Los Angeles, UCLA), США
15. Университетский колледж Лондона (University College London, UCL), Великобритания
16. Колумбийский университет (Columbia University), США
17. Университет Джона Хопкинса (Johns Hopkins University), США
18. Университет Дьюка (Duke University), США
19. Университет Корнелл (Cornell University), США
20. Северо-Западный университет (Northwestern University), США
21. Мичиганский университет (University of Michigan), США
22. Университет Торонто (University of Toronto), Канада

23. Университет Карнеги — Меллон (Carnegie Mellon University), США

24. Национальный университет Сингапура (National University of Singapore, NUS), Сингапур

25-26. Лондонская школа экономики и политических наук (London School of Economics and Political Science, LSE), Великобритания; Вашингтонский университет (University of Washington), США

27. Эдинбургский университет (University of Edinburgh), Великобритания

28. Каролинский институт (Karolinska Institute), Швеция

29. Пекинский университет (Peking University), Китай

30-31. Федеральная политехническая школа Лозанны (École Polytechnique Fédérale de Lausanne), Швейцария

Мюнхенский университет Людвига-Максимилиана (Ludwig Maximilian University of Munich), Германия

32. Нью-Йоркский университет (New York University, NYU), США

33-34. Технологический институт Джорджии (Georgia Institute of Technology, Georgia Tech), США; Мельбурнский университет (University of Melbourne), Австралия

35. Университет Цинхуа (Tsinghua University), Китай

36-38. Университет Британской Колумбии (University of British Columbia), Канада; Университет Иллинойса в Урбана-Шампэйн (University of Illinois at Urbana-Champaign), США; Кингс колледж (King's College London), Великобритания

39. Токийский университет (The University of Tokyo), Япония

40. Лёвенский католический университет (KU Leuven), Бельгия

41. Калифорнийский университет в Сан-Диего (University of California, San Diego), США

42. Университет Макгилла (McGill University), Канада

43-44. Гейдельбергский университет (Heidelberg University), Германия; Гонконгский университет (The University of Hong Kong), Гонк-Конг

45. Висконсинский университет в Мадисоне (University of Wisconsin-Madison), США

46. Мюнхенский технический университет (Technical University of Munich), Германия

47. Австралийский национальный университет (Australian National University), Австралия

48. Калифорнийский университет в Санта-Барбаре (University of California, Santa Barbara), США

49. Гонконгский университет науки и технологии (Hong Kong University of Science and Technology), Гонк-Конг

50. Техасский университет в Остине (University of Texas at Austin), США.

Определяющим фактором важности и значимости передовых технологий для страны являются вложения в эти дела относительно всех затрат бюджета. Что и как в обозримом будущем происходит в мире, про то говорят цифры: данные по объёму внутренних затрат на исследования и разработки в ведущих странах мира, 2017 год. В пятёрку лидеров входят: Израиль (4,25 %), Южная Корея (4,23 %), Швейцария (3,42 %), Япония (3,29 %) и Швеция (3,28%). США и Китай, лидирующие по объёму внутренних затрат на ИР, по их доле в ВВП занимают, соответственно, 11-е и 18-е места (2,79 и 2,07 %).

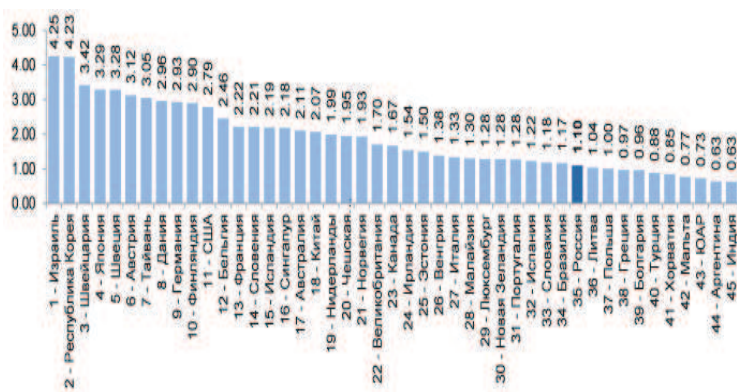


Рис. 3. Внутренние затраты на исследования и разработки в процентах к ВВП по странам.

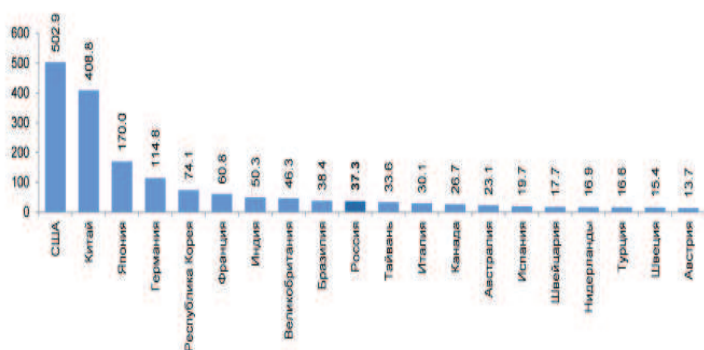


Рис. 4. Двадцатка стран с наибольшими абсолютными вложениями в научные исследования.

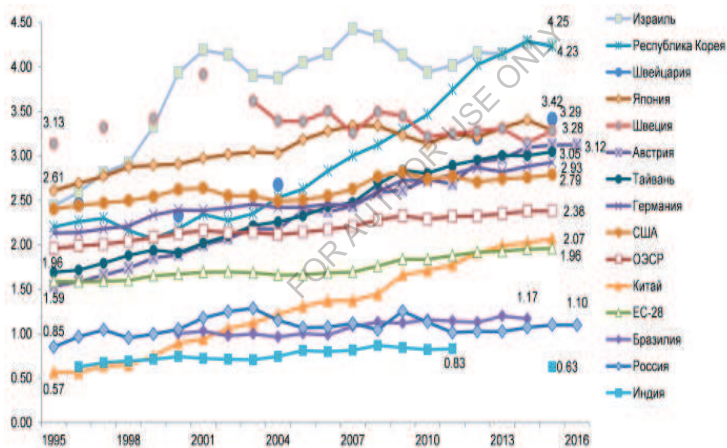


Рис. 5. Динамика внутренних затрат на исследование и разработки в процентах к ВВП

В продолжение темы инновационных систем разных стран стоит отметить, что между специалистами нет единого мнения о значимости роли государства и частного капитала в финансировании инноваций. Одни считают, что большинство современных технологий – плоды исследований, финансируемых государствами, и приводят в пример Китай, Бразилию, Германию, Данию, Израиль, где гос-

ударство выступает не только в качестве регулятора рынка инноваций, но и активно участвует в его и формировании. Другие ссылаются на страны, которые придерживаются опыта Кремниевой долины, отдавая рынок инноваций в руки венчурных капиталистов, снижая налоги и сокращая бюрократическую волокиту. Сложно сбалансировать отношения между частным сектором, который чрезмерно ориентирован на финансовые результаты, и государственным, который многие считают неэффективным. Тем более в таком тонком деле как инвестиции в инновации. Одно можно с уверенностью сказать, что участие в инновационной деятельности предоставляет мудрым и состоятельным гражданам уникальную возможность золотыми буквами вписать свои имена в историю человечества. Эта возможность – инвестиции в инновации.

Инвестиции в инновации аналогичны банковским вложениям. Здесь также требуется и расчётливость, и проницательность, и твёрдая вера в свою удачу. Но если прирост банковских вложений ограничен процентной ставкой, то инвестиции в инновации при разумном и грамотном подходе приносит баснословно высокие прибыли. Ведь материализация одной дельной идеи порождает тысячи и тысячи овеществлённых её воплощений, доход от реализации которых с лихвой окупает все предыдущие затраты.

Инвестиции в инновации сродни спонсорству строительства храма. Здесь также требуется и добропорядочность, и человеколюбие, и твёрдая вера в создателя, способного совершить чудо. Но если участие в строительстве храма – веление души, которое зачастую диктуется страхом ответственности перед богом за земные прегрешения и, положив руку на сердце, возможностью заручиться поддержкой сильных мира сего, которые благосклонно воспринимают подобные деяния, обладая некоторыми полномочиями на предоставление ряда земных благ, то инвестиции в инновации – проявление мудрости. Ведь подобный шаг является благом деянием для всех ныне живущих и тех, кто идёт за нами, награда за которое – благодарная память чело-

вечества в этом мире и всемилостивая благодать в мире ином.

Инвестиции в инновации подобны раскрутке эстрадных звёзд. Здесь также требуется и коммуникабельность, и напористость, и твёрдая вера в способности того, кого раскручиваешь. Но если раскрутка звёзд превратилась в ремесло, доступное любому, мало-мальски разбирающемуся в психологии толпы, то раскрутка изобретателей – это стезя мастера, работающего не на потребу дня, а творящего для вечности. Ведь память об изобретениях не стирается через десяток лет, подобно эстраднему сиюминутному успеху, а материализуется в достижения земной цивилизации и увековечивается в виде реальных, повсеместно используемых творениях разума и рук человека. Память эта проносится через столетия, вместе с памятью об их создателях и тех, кто не позволил кануть им в Небытие под напором неумолимого потока времени и безграничного невежества обывателей. Ради этого стоит жить, с гордостью ощущая себя не просто крутым парнем, а человеком разумным. Инвестиции в инновации – это не суета вокруг дохода, а путёвка в бессмертие. Как отмечает Пётр Щедровицкий, президент некоммерческого научного фонда «Институт развития им. П. Г. Щедровицкого», в истории не найти более важного партнёра для технологического предпринимателя, чем инженер-изобретатель.

Можно смело считать, что с тех пор, как сложившееся в своих общих формах к XV веку конструктивное мышление «кристаллизовалось» в инженерной деятельности, экономическое развитие цивилизованных стран стало определяться технологическим разделением труда.

Шотландский экономист, один из основоположников современной экономической теории, Адам Смит показал эффекты этого процесса на примере специализации операций в мастерской по изготовлению обычных булавок («Исследование о природе и причинах богатства народов», 1776 год). Рост производительности труда при переходе от ремесленного способа организации труда, когда

всю булавку от начала до конца делает целиком один ремесленник, к технологическому способу, когда создание булавки разбивается на 18 операций, каждую из которых выполняет отдельный специалист, составил 200-250 раз. Именно увеличение глубины разделения труда Адам Смит предложил рассматривать в качестве единственного источника формирования богатства.

Его современникам и даже более поздним мыслителям эта мысль казалась слишком радикальной. Однако сегодня мы понимаем, что он был прав: вклад, который делают в мировую экономику природные ресурсы и системы их обращения, уже давно несопоставимо мал по сравнению с вкладом инженерных изобретений. За пятьсот лет партнёрство между изобретателем и предпринимателем породило по крайней мере три крупных вида профессиональной инженерной деятельности: конструирование, проектирование и прикладное научное исследование.

Сегодняшнее изобретательство, по крайней мере, то, которое мы видим в Европе – это высокоспециализированная профессиональная деятельность, в которой в разных функциях участвуют прикладные исследователи, разработчики инженерных решений, технологи промышленных процессов, системные инженеры. Конвейер по производству изобретений собран, комплектующие поставляются точно в срок, производительность отдельных участков синхронизована, на выходе – серийный продукт с развивающимся стандартом качества.

Параллельно с разделением труда в изобретательстве росла и экономическая роль технологических предпринимателей по сравнению с вкладом в экономику тех, кто делает деньги на «перераспределении» ресурсов – войнах, торговле, администрировании и так далее. Источником бизнеса и прибыли для технологических предпринимателей стал поток инженерных новшеств – он создал пространство шансов, которые предприниматели научились использовать для создания ранее не существовавших типов деятельности.

Австрийский и американский экономист, политолог, социолог и историк экономической мысли Йозеф Шумпетер довёл эту мысль до предела («Теория экономического развития», 1912 год). Для него предприниматель – это исключительно технологический предприниматель, только тот, кто производит инновации. Он ломает старые структуры рынков и создаёт на их месте новые, осуществляя «созидательное разрушение». Фактически Йозеф Шумпетер не только ввёл предпринимательство как ведущую позицию в процесс производства экономического развития, но и поставил знак равенства между инновацией и продуктом предпринимательской деятельности, дав теоретическое обоснование инженерно-предпринимательскому партнёрству.

Фредерик Тейлор, инженер-механик по образованию и главный инженер нескольких промышленных предприятий, видя разрыв между возможностью кратного роста эффективности производств и тем, что делают их реальные руководители, приносит в сферу руководства опыт организационного развития из сферы изобретательства и инженерии. Его «научные принципы организации труда» – это прямой перенос метода разделения и специализации работ по производству различных типов инженерных знаний в сферу руководства, организации и управления. Фредерик Тейлор расщепляет знание, необходимое для управления технологически усложняющимся производством, на 8 различных групп – видов менеджерской деятельности, размещая их в буквальном смысле слова на разных уровнях, этажах организационно-управленческой деятельности. Вслед за Тейлором его ученик и соратник инженер Генри Гантт вместе со своими коллегами, Каролом Адамецким и Вальтером Поляковым, создаёт первые профессиональные управленческие инструменты – карты-схемы для производственного планирования, известные любому студенту первого курса менеджмента как «диаграммы Гантта».

В числе пионеров новой эпохи, тех, кто сумел в полной мере использовать результаты Тейлора и его последова-

телей, оказался Генри Форд, с нуля построивший первую технологическую транснациональную корпорацию. Это не удивительно – ведь практическая работа Тейлора в тот период сталкивалась с жёстким сопротивлением профсоюзов рабочих, инвесторов капитала и многих инженеров, поскольку была ориентирована прежде всего на восстановление в старых компаниях утерянных функций технологического предпринимательства. Гантт, описывая предназначение своих диаграмм, характеризовал их как «условия функционирования и развития производственно-предпринимательской системы» («Организация труда», 1919 г.).

Последние 25 лет в регионах с высокой плотностью изобретательской активности можно встретиться с ранее не существовавшим феноменом – серийным технологическим предпринимательством. У этой новой формы организации предпринимательского процесса ещё нет общепринятого имени – их называют инновационными сетями, предпринимательскими артелями, стартап-студиями или фабриками по производству стартапов. Но всех их объединяет одна характеристика – их массовым продуктом стали новые технологические бизнесы. Они серийно замышляются, разрабатываются, производятся и продаются.

В английском Кембридже предпринимательская артель, одним из лидеров которой является Герман Хаузер, производит в год десяток новых компаний, а в целом сотысячный университетский городок создаёт более сотни стартапов в год. В бельгийском Лёвене, учреждённый как центр трансфера технологии «Leuven research and development», являющийся уже фактически независимой от университета организацией, создаёт полтора десятка стартапов в год, а весь Лёвенский кластер (тоже со сотысячным населением) – 40-50. Частно-государственная российская сеть фабрик стартапов – нанотехнологических центров – производит по 200 компаний ежегодно, однако их реальные успехи уступают зарубежным.

Это уже не отдельные случайные вспышки – перед нами новый, набирающий обороты венчуростроительный тип бизнеса. Его не нужно путать с венчурными фондами, выполняющими исключительно функцию инвестирования собранного из разных источников капитала в не ими создаваемые стартапы. Серийное строительство технологических компаний – это вторжение в святая святых предпринимательства, ставка на превращение в новую профессию того, что ранее считалось не описываемым и не передаваемым искусством немногих гениев бизнеса. Наличие изобретения – будь то новый технический принцип, сложное инженерное устройство или производственная технология – ещё ничего не говорит о том, какой бизнес можно создать на его основе. Мы знаем десятки уникальных инженерных решений, которые так и не были использованы в экономике. Мы знаем также тысячи изобретений, на основе которых не удалось построить устойчивых бизнесов.

Йозеф Шумпетер считал инновацией не само изобретение, а реализованный способ его использования в системах технологического разделения труда. Ведь заранее никогда не известно, что конкретно из технологически реалистичного «меню изобретений», будет оправданно экономически.

Именно за этот процесс отвечают предприниматели, путём реализации своих бизнес-экспериментов, исключая из рассмотрения бесчисленные варианты и проекты. Они вкладывают в создание новой деятельности единственный невосполнимый фактор – своё время. Первый из предпринимателей, кто достигает результата, становится своеобразным монополистом. Не за счёт выдавливания с рынков конкурентов, а в силу того, что он приходит в новую систему разделения труда первым, а точнее, создаёт её. Все остальные участники «инновационного забега» попадают по отношению к нему в догоняющую позицию. В этой ситуации, чтобы вернуть себе лидерство, они могут принять и зачастую принимают важнейшее решение: сэкономить

время за счёт покупки того, что сделал первый предприниматель.

Компания Samsung, сделавшая ставку на лидерство в смартфонах за счёт гибких экранов, серийно покупает стартапы, разрабатывающие нужные ей пакеты технологий. В этой же логике действует Siemens, приобретая за несколько сот миллионов евро бельгийский стартап LMS, создавший лучшую на тот момент в мире технологию 3D-симулирования и моделирования сложных мехатронных систем для авиации, двигателестроения и других областей применений. Примеры можно продолжать до бесконечности.

В ситуациях смены технологических платформ и запуска новых витков технологических революций время, которое неизбежно нужно затратить на выбор и включение изобретения в индустриальный оборот, становится определяющим фактором стоимости новых компаний и критическим параметром успешности для растущих бизнесов. Можно смело сказать, что именно затраченное на процесс бизнес-экспериментирования время, свёрнутое в форме новой компании, и является тем продуктом, который продаёт предприниматель. А покупателем становится тот, для кого – в силу увеличившейся скорости технологических изменений и экономической бессмысленности попыток делать все в одиночку – время стало «дороже денег».

В практике серийных предпринимателей последнего десятилетия можно найти немало ситуаций, когда ими принимались решения продать сделанный стартап за более низкую цену, но только той компании, которая готова его была принять, не уничтожив. Способные на такое «умное» действие компании, чей возраст вряд ли превышает 25-30 лет, часто называют корпорациями третьего поколения, чтобы отличить их от классических транснациональных корпораций XX века.

Так, например, компания ASML – мировой лидер в производстве литографических машин – не только выстроила распределённую сеть, состоящую из тысяч поставщиков,

производящих 95% всех нужных ей комплектующих, но и создала консорциумы R&D-партнёров, оставив за собой лишь самые сложные техпроцессы. Размер технологического аутсорсинга первой литографической компании мира достиг за последние десять лет 50% от всего объёма работ, необходимых для развития этой технологии.

Сегодня ASML делает ещё один шаг, разрывающий традиционные управленческие шаблоны – она формирует альянсы с серийными технологическими предпринимателями, фактически ставя им техническое задание на создание нужных для будущего развития компании новых видов бизнеса. Глубокая взаимная аффилированность бизнеса превращается из запрещённого приёма в ключевую характеристику предпринимательства в эпоху новой промышленной революции. Кейс ASML – это пример новой, но уже высокоразвитой индустрии – наноэлектроники.

Зачастую современному технологическому предпринимателю приходится иметь дело с созданием ещё не сложившихся систем разделения труда, в которых пока нет крупных игроков и выстроенных цепочек добавленной стоимости. Откуда в такой ситуации серийный предприниматель знает, что делать? Как он ориентируется в изобретениях, производимых инженерами в избыточном объёме, и выделяет технологии, которые становятся кандидатами для создания на их основе бизнесов нового поколения?

Отвечая на эти вопросы, наше воображение рисует подобие рынка-базара, бродя между торговыми рядами которого герой-предприниматель волевым образом принимает решения – интуитивно выбирая перспективные разработки. Вероятно, сегодня можно встретить и такой способ работы предпринимателя, но он также далёк от реальности серийного венчуростроителя, как конвейер Форда от бутиковых автомастерских конца XIX века. За последние десятилетия партнёрство изобретателя и предпринимателя сделало гигантский шаг в сторону технологизации работы по производству предпринимательских шансов.

Любое отдельное изобретение – вне зависимости от своих тактико-технических характеристик – приобретает свою ценность только в связи с его возможным участием в длинной технологической цепочке. Условиями успешности отдельных технологических ставок серийного венчуростроителя является, во-первых, взаимная состыкованность параметров конкретной технологии с соседними участками цепочки и, во-вторых, экономическая эффективность всей, ещё только создаваемой системы технологического разделения труда.

Бесмысленно вкладываться в создание технологии сверхпроизводительного оборудования для плетения композитов, если, с одной стороны, она не может быть обеспечена достаточным объёмом необходимого материала, а с другой – достаточным масштабом использования её продукта потребителями. Фактически в ситуации ещё не сформированной индустрии серийный технологический предприниматель инвестирует своё время и ресурсы одновременно по всей длине будущей цепочки добавленной стоимости или, во всяком случае, на основе интегральных оценок её устройства и темпов формирования. Его сегодняшние приоритеты действий зависят от того, какие новые деятельности в складывающейся системе разделения труда отстали в темпах своего развития от других видов деятельности, растущих интенсивнее. Его оперативное пространство – это своего рода интерактивная карта, на которой видны уровни зрелости отдельных элементов будущей цепочки добавленной стоимости, включая так называемое конечное потребление.

На экранах, расположенных в «ситуативной комнате» венчуростроителя, отображаются действия, которые осуществляют все те, кто вместе с ним трудится над созданием новой индустрии: планы и программы инженеров, инвестиции технологических компаний и, конечно, действия других предпринимателей. Только имея перед собой такое регулярно обновляющееся знание, серийный предприни-

матерь может принимать решения о своих приоритетах в каждый конкретный момент времени.

Функцию своего рода штабов для строителей технологических компаний выполняют сегодня новые формы инженерно-предпринимательских партнёрств. В 2014 году на территории хай-тек кампуса Эйндховена открылся центр Solliance – крупнейший в мире альянс в сфере интегрированной в поверхности фотовольтаики (BIPV). Свои работы в данном направлении объединили четыре крупных европейских технологических центра (IMEC, ECN, TNO, Julich), группа ведущих инженерных университетов (Эйндховена, Дельфта, Лёвена, Хасселта), несколько десятков компаний-разработчиков и производителей сложного оборудования и материалов (VDL, DSM, Roth & Rau) и те технологические компании, которые планируют использовать технологии BIPV в своём развитии (среди них – немецкий гигант металлургии Thyssen-Krupp). На одной площадке была собрана не только вся будущая производственная цепочка в индустриальном масштабе технологий, но, что самое главное, партнёрами друг другу стали те игроки, которые претендуют на занятие различных бизнес-позиций в будущей системе разделения труда.

В периоды смены технологических платформ ключевую роль в создании новых технологий играют неэкспертные (независимые от крупных корпораций) инженерные центры и разные виды их консорциумов. Экономическая устойчивость и независимость современных R&D-центров невозможна без таких моделей кооперации с предпринимателями, которые позволяли бы инженерам передавать в индустриальный оборот максимальное количество своих изобретений. Для этого, с одной стороны, они вовлекают широкий круг предпринимателей и компаний в постановку задач на свои разработки, а с другой – разделяют между ними свои затраты, делая технологии финансово доступными.

Вот несколько примеров. Учёные израильского «Weizmann institute of science» осуществляют прикладные исследования, некоторая часть которых патентуется. Реше-

ние о том, какие именно результаты патентовать, принимает независимый от института предпринимательский совет (институт не ведёт контрактных работ ни с одной корпорацией в мире). Лицензии на использование патентов передаются бесплатно – на условиях будущего роялти. И это притом, что средний срок от публикации результатов учёных до появления продукта на прилавке составляет 15-20 лет. Такая схема открывает доступ к передовым исследованиям любому технологическому предпринимателю, знающему, как именно он собирается использовать содержание патента.

Ключевой рабочий принцип венчуростроительства состоит в том, чтобы выделить и сфокусировать усилия инженерной команды стартапа только на технологическом ядре будущего бизнеса, раздав все без исключения иные задачи на аутсорсинг. Когда мы здесь используем термин аутсорсинг, мы говорим не столько о функциях, обеспечивающих создание компании – юридической, финансовой, бухгалтерской, отчётной и прочих. В первую очередь речь идёт о передаче вовне стартапа большей части технологических процессов – начиная от промышленного дизайна и прототипирования до разработок отдельных комплектующих и серийного производства продукта. Частным следствием такой модели является структура бюджета типового стартапа – в нем доля расходов на персонал не может превышать 20-30%. Это зачастую противоречит стандартам, по которым осуществляют финансовую поддержку инноваций большинство государственных институтов развития.

Сосредоточенность команды на одном ключевом узле бизнеса приводит к кардинальному ускорению инженерной работы. Посчитайте, сколько часов каждый день каждый из нас тратит на второстепенные задачи – опыт показывает, что это время составляет от 50 до 70 % продолжительности рабочего дня. Помимо снижения прямых потерь времени, максимальная сфокусированность позволяет задействовать и фактор «длины пробега» – объёма накоплен-

ных, как говорится, «на кончиках пальцев» инженеров знаний и умений. Это особо важно в работе инженера, равно как и прочих работников умственного труда – выход на крейсерский режим: когда ничто и никто не отвлекает от работы, не сбивает с темпа, не обрывает нить умопостроений, когда и мозги, и память, и организм творца работают в одном режиме выхода на цель – нахождения решения задачи, ещё не решённой другими. Те, кто оказываются способны обеспечить такой режим работы своих сотрудников, становятся менеджерами от бога и по полной программе получают отдачу от своего персонала в формате стремительно растущего бизнеса. Но то дано немногим.

Исследования показывают, что успешность в любой инженерной профессии напрямую зависит от того, как долго человек не прерывает свой труд в конкретной специализации. Те, кто последовательно углублялись в одном направлении более 10 тысяч часов, автоматически попадают в тридцатку лучших специалистов по данному вопросу в мире. Непрерывные усилия объёмом более 20 тысяч часов – позволяют инженеру претендовать на одну из лидерских позиций.

В заключение теоретического обсуждения инновационных систем разных стран и народов – иллюстрация на контрасте: что бывает, когда ни государство, ни бизнес не склонны ни к каким инновациям, потому как им и без них неплохо живётся.

В XX веке родилось выражение «страны третьего мира», подразумевавшее отставшие, подзадержавшиеся в Средневековье государства. Выражение это в XXI веке устарело. Многие страны третьего мира показывают фантастические темпы роста и являются крупнейшими игроками в мировой экономике.

Так, Китай стал второй сверхдержавой мира. Там строят ежегодно по 6000 км хайвеев, экономика растёт на 6-8 % в год, за последние 30 лет вышли из нищеты и сделались средним классом 400 млн. человек – больше, чем все население США.

Стремительно растёт Вьетнам, который выглядит сейчас так же, как Китай 15 лет назад. Быстро растут экономики Индии, Бразилии, Индонезии, Малайзии. Иначе говоря, практически любая страна третьего мира, вне зависимости от расы, религии и географического положения, при наличии вменяемой власти в любой момент может выйти из Средневековья и влиться в широкую реку мировой экономики.

Однако за это же время оформилось то, что можно назвать странами четвёртого мира. Это страны, где правящая верхушка вполне осознанно взяла курс на обнищание населения. Внутренняя политика стран четвёртого мира характеризуется следующим:

- основным источником денег для правящей верхушки являются средства, которые поступают извне: за счёт продажи полезных ископаемых, отчислений своего отхожего люда, финансовой помощи других стран;

- главным источником денег для кормёжки с руки населения, которое за граждан уже не считается, является оброк с монополий, розданных друзьям правителя и членам правящей партии, а также кредиты присосавшихся к бюджету банков, выделяемые своим людям;

- остальное население доступа к льготным кредитам, свободному рынку и мировой экономике не имеет, большинство его живёт за счёт нищенских пособий от государства, унижительных зарплат от работодателей или, числясь на госслужбе, переведено на подножный корм – бери, сколько унесёшь, только не попадайся;

- тотальное обнищание населения сопровождается риторикой против всех и вся: вокруг нас одни враги, вот победим их и заживём, как люди.

Положение дел в странах четвёртого мира может показаться ненормальным. За всю предыдущую историю человечества мы привыкли к тому, что правитель обычно стремится к процветанию своих подданных. Если они богатеют – они довольны, если они нищают – они восстают, и поэтому, чем более процветает экономика, тем более устой-

чива власть. Это правило работало в доиндустриальном мире, где 90 % населения было занято сельским хозяйством, а остальные 9 % работяг – городскими ремёслами. Тогда 90 % людей сами растили свою еду, сами строили свои дома, сами ткали свою одежду и сами плели себе лапти. Доходы правящей элиты складывались из налогов, и правила были просты. Если власть берёт с налогоплательщика 10 % – он терпит, если она звереет и начинает драть втрое – он берётся за вилы.

Однако в постиндустриальной глобальной экономике правила другие. Даже в самых бедных странах никто не плетёт себе лапти: пластиковые сандалии за полдоллара все равно выходят дешевле. Даже в самых бедных странах никто не ткёт себе футболки. В странах четвёртого мира существует огромное количество избыточного населения, которое достаточно легко прокормить и одеть. А доходы властной верхушки складываются не из налогов, а из сырьевых ресурсов, мзды с госпредприятий и поборов монополий. В такой ситуации верхушка страны четвёртого мира становится заинтересована не в повышении благосостояния граждан, а в обнищании населения и увеличении его зависимости от этой верхушки. Причина тому не жадность, а здравый ум правителей – нищее население проще контролировать.

Отчего бедна Сицилия? Оттого, что в ней мафия. А каково отношение среднего сицилийца к дону мафии? Он его обожает. Дон – предмет поклонения, зависти и любви. Только он даст нищему сицилийцу деньги на свадьбу, только у него можно будет добиться, если что, справедливости, и чем опасней не любить дона – тем охотней сицилиец его любит. Такой же механизм руления настроя населения действует в странах четвёртого мира. Какие уж тут инновационные системы. Они только мешают – одним богатеть, другим беднеть, при том, что все довольны. Первые – что жизнь удалась, вторые – что ещё живы. Средний класс – основной потребитель инновационных продуктов и главный поставщик свежих мозгов и умелых рук для их

производства – присутствует в таких странах лишь как чужеродная прослойка.

Но в нашей книге не про аутсайдеров научно-технического прогресса, а про лидеров и их достижения, про что и пойдёт речь в следующей главе.

FOR AUTHOR USE ONLY

2. Достижения – конкретные примеры продуктов инновационных систем

2.1 3D-печать

Согласно одной из общепринятых моделей общества, а вместе с ним и производственных отношений, формирующих экономический каркас всех общественно-экономических систем, их развитие идёт по спирали, каждый из витков которой знаменуется принципиальным изменением подхода к производству, что сразу отражается на объёме производимой продукции, её качестве и доступности для потребителя. Когда-то применение паровых машин на фабриках, потом начало массового применения электричества, ещё позже изобретение конвейерного производства – на каждом из этих этапов производственная культура делала резкий рывок в стремлении удовлетворить растущие потребности потребителей. В наши дни таким фактором, давшим новый толчок прогрессу, стало распространение цифровых технологий: 3D-моделирования, 3D-сканирования, объёмной печати и роботизации. Цифровые технологии изменяют саму концепцию производства, делая его дешевле, точнее, быстрее и удобней.

Формально, про 3D-печать слышали многие. Развитие аддитивных технологий, как по-научному зовётся 3-D печать, происходит быстрыми темпами. Но они ещё не дошли до массового рынка, их продукция не стала предметом повседневного спроса, как нынешние гаджеты. Это связано с такими преградами, как знания о материалах, наличие 3D-модели, неочевидность применения технологии для задач клиентов. Ну и, разумеется, с человеческой психологией, с человеческой инертностью по отношению к чему-то новому и необычному. А ведь технологии 3-D печати, не замечаемые рядовым обывателям, уже вошли в их жизнь через ныне широко применяемое цифровое производство разнообразных пластиковых и металлических

изделий. Хотя аддитивная технология в сфере промышленного производства сама по себе может вызвать очередную технологическую революцию, гораздо более поразительно развитие биопринтеров.

Нет ничего важнее здоровья, и уже сегодня цифровые технологии становятся буквально незаменимы в этой области. 3D-моделирование и 3D-печать успешно применяются в сфере, где особенно важен индивидуальный подход и строгое соответствие создаваемого предмета анатомии пациента. Уже сейчас так производят имплантаты, заменяющие поражённые кости и суставы. Просканировав область вмешательства и объединив данные с компьютерной томографией, врачи могут смоделировать и распечатать необходимый имплантат с точностью до долей миллиметра. После этого проверяется правильность геометрии полученного имплантата и происходит подготовка к операции на распечатанной по томографии пациента 3D-модели. Такие технологии уже несколько лет применяются во всем мире.

Также уже несколько лет создаются доступные бионические протезы, дающие новые возможности людям с ампутированными конечностями и даже животным. Врачи распечатывают индивидуальные шины, ортезы и лангеты, фиксирующие конечности при лечении переломов – они намного более удобны в применении и комфортны для пациента, чем традиционный гипс.

К примеру, прототип напечатанного на 3D-принтере механического протеза руки принёс своим создателям, британской компании робототехников Open Bionics, победу в национальной премии Джеймса Дайсона. Компания, базирующаяся в городе Бристоль, утверждает, что их проект может стать недорогостоящей альтернативой существующим на настоящий момент протезам, при этом специалисты могут создать индивидуальную роботизированную руку за два дня. Как правило, подобные продукты изготавливаются несколько недель или даже месяцев. Джоэл Гиббард, один из создателей роботизированной руки, утвер-

ждает, что он может рассчитать размер индивидуальной модели в считанные минуты с помощью планшета, оснащённого специальными датчиками. 3D-печать частей занимает 40 часов, а сведение их вместе – около двух часов.

Активно применяют новые 3D-технологии в стоматологии и челюстно-лицевой хирургии. Они позволяют с удивительной точностью планировать и проводить лечение, а также проектировать и создавать индивидуальные протезы и временные коронки как отдельных зубов, так и целых челюстных фрагментов.

Как это происходит:

1. Совмещается 3D-скан челюсти пациента с данными компьютерной томографии для высокоточного планирования размещения имплантата с учётом качества кости пациента, расположения нерва и артерии.

2. Определяется размер и форма имплантата и требуемый угол его установки.

3. По этим данным на 3D-принтере печатается хирургический шаблон, позволяющий не допустить врачебную ошибку при установке имплантата во время операции.

4. Печатается или фрезеруется временная коронка, для правильного заживления мягких тканей на послеоперационный период.

5. Печатается или фрезеруется постоянная металлокерамическая коронка из биосовместимого металла (титан или кобальт-хром).

Применяется 3D-печать и в ортодонтии для создания элайнеров – приспособлений исправляющих прикус, пришедших на смену неудобным и травмирующим брекет-системам. Этот метод сейчас довольно сильно набирает обороты по всему миру, элайнеры почти невидимы, но они действительно корректируют положение зубов и реально работают.

По большей части для изготовления 3D-печатных имплантатов используется тот же титановый порошок, что и для обычных. Их отличие в том, что 3D-принтер может придать порошку абсолютно любую форму. Вместо стан-

дартных протезов, которые изготавливаются на промышленном оборудовании, 3D-принтер создаёт чрезвычайно сложные геометрические конструкции, которые идеально замещают повреждённые и разрушенные кости. Ещё одно преимущество 3D-печатных имплантатов заключается в пористой структуре, в которую врастают кости.

Самой ожидаемой технологией в медицине остаётся, конечно, печать живых органов. В отличие от традиционной трансплантации, восстановление тканей на основе 3D-печати позволит избежать таких проблем, как отторжение органов иммунной системой, а постановка технологии на поток откроет врачам возможность выращивать из клеток пациента новые органы, что поможет решить проблему нехватки органов для трансплантации. Широко известно напечатанное на 3D-принтере ухо, ведутся работы с клетками мышц, печени и кожи. В будущем, такие технологии позволят полностью восстанавливать повреждённые или утраченные ткани и органы.

А началось все, пожалуй, в 2002 году, когда профессор Тоямского университета Макото Накамура увидел, что капли чернил в стандартном струйном принтере имеют примерно такой же размер, как клетки человека. После этого он адаптировал технологии и в 2008 году создал рабочую модель биопринтера, которая осуществляет печать биотрубочек, похожих на кровеносные сосуды, что вывело технологии 3D-печати на уровень медицинских приложений, где открылась возможность буквально распечатывать внутренние органы, готовые к трансплантации.

Другим пионером в области биопечати явилась компания Organovo, которая была создана исследовательской группой под руководством профессора Габора Форгача из университета Миссури. С марта 2008 года Organovo задалась целью создать технологии биопечати функционирующих кровеносных сосудов и сердечной ткани с помощью клеток, полученных из тканей цыплёнка. Эта работа опиралась на прототип биопринтера с тремя печатающими головками. Первые две головки выводят кардио- и эндоте-

лиальные клетки, в то время как третья выделяет коллагеновую основу – так называемую «биобумагу» – для поддержки клеток во время печати. Как продемонстрировала компания Organovo, при использовании процесса биопечати не обязательно печатать орган во всех деталях. Достаточно правильно расположить соответствующие клетки в ряды, а природа сама завершит работу. Этот процесс красноречиво свидетельствует о том, что клетки, содержащиеся в биочернильных сфероидах способны переорганизовываться после печати. Например, экспериментальные сосуды были напечатаны с помощью биопринтера с использованием биочернильных сфероидов и состояли из совокупности тканей эндотелия, гладких мышц и фибробластов. После того, как они были выстроены (уложены в слои) головкой биопринтера, эндотелиальные клетки мигрировали внутрь созданных кровеносных сосудов, клетки гладкой мускулатуры двигались в середину, а фибробласты мигрировали наружу без дополнительного вмешательства. Клетки более сложных тканей и органов, например, капилляров и других внутренних структур, после печати на биопринтере также самостоятельно принимают естественное положение. Этот процесс может показаться почти волшебным. Однако, как объясняет профессор Габор Форгач, он ничем не отличается от процесса, который происходит в клетках эмбриона, которые «знают», как правильно расположиться и сформировать сложные органы. Природа развила эту удивительную способность за миллионы лет. Соответствующие типы клеток, оказавшись в нужных местах, каким-то образом знают, что им делать.

В декабре 2010 года компания Organovo создала при помощи биопринтера первые кровеносные сосуды с использованием клеток, полученных от одного донора. Компания также успешно имплантировала нервы, созданные при помощи биопринтера, крысам. Ожидается, что первое коммерческое применение биопринтеров будет заключаться в производстве простых человеческих структурных тканей для токсикологических испытаний. Это позволит

учёным тестировать лекарства на моделях печени и других органах, созданных на биопринтере, тем самым снижая потребность в экспериментах на животных. Organovo ожидает, что первым искусственно созданным человеческим органом станет почка, так как при трансплантации эти органы наиболее востребованы. Первые почки, созданные на биопринтере, не обязательно должны выглядеть и функционировать так же, как их природные аналоги. Главное, чтобы они очищали кровь от продуктов обмена.

Другое перспективное направление медицинских принтеров – печать имплантатов для хирургии и стоматологии. Научный коллектив под руководством Джереми Мао в лаборатории тканевой инженерии и регенеративной медицины Колумбийского университета работает над применением биопринтеров для замены зубов и костей. Уже экспериментально создана решетчатая 3D-конструкция в форме резца и имплантирована в челюстную кость крысы. Эта структура состоит из микроканалов, которые наполнены веществами, стимулирующими развитие стволовых клеток. Всего через девять недель после имплантации они вызвали рост периодонтальной связки и образование альвеолярного отростка. Со временем эти исследования могут дать людям возможность иметь новые зубы, созданные на биопринтере, или получить их путём стимуляции организма к образованию собственных новых зубов.

3D-печать открывает новые возможности и такой области медицины, как трансплантация кожи. Так, команда исследователей биопечати под руководством Энтони Алата в Wake Forrest School of Medicine разработала принтер, создающий кожу. В начальных экспериментах они взяли 3D-сканы тестовых травм, нанесённых мышам, и использовали эти данные для управления головкой биопринтера, которая распыляет клетки кожи, коагулянты и коллаген на рану. Результаты этого эксперимента оказались также весьма многообещающими: заживление ран проходило всего за две – три недели (примерно пять-шесть недель – в контрольной группе). Частичное финансирование проек-

та создания кожи с помощью биопринтера осуществляется американскими военными, которые добиваются развития биопечати *in situ*, чтобы лечить раны прямо в боевых условиях.

По части медицинского применения 3D-печати небезынтересны и работы учёных из Имперского и Королевского колледжей Лондона, которые, объединив 3D-печать с криогенными технологиями, предложили методику, позволяющую с помощью 3D-принтера создавать структуры, аналогичные тканям мозга или лёгких. На данный момент существуют методы 3D-печати костей и тканей для органов с плотной структурой, таких как печень или почки. В этих случаях с помощью принтера создаётся трёхмерная подложка, каркас, на который «высаживают» клетки. Подложка печатается слой за слоем, но если она сделана из слишком мягкого материала, что имеет место при создании каркаса мозга или лёгких, то верхние слои будут деформировать нижние, и нужной структуры не получится.

Материалом печати подложки для тканей, подобных по структуре тканям мозга и лёгких, британские учёные выбрали композитный гидрогель, состоящий из растворимого в воде синтетического полимера и похожего на желе компонента под названием Phytigel. Чтобы избежать разрушения структуры, авторы работы предложили замораживать созданные слои перед нанесением следующих. В процессе печати гидрогелевые чернила замораживались с помощью сухого льда, а после оттаивания созданные из них структуры становились мягкими, как ткани тела, но не разрушались под собственным весом. В ходе тестирования технологии напечатанные структуры были засеяны фибробластами дермы – клетками, которые формируют соединительную ткань. Клетки успешно прижились. В будущем эту технику можно будет использовать для выращивания целых органов в нуждах трансплантологии и медицинской науки. Пока исследователи создали структуры размером в несколько сантиметров, но в дальнейшем намерены увеличить их масштабы.

У медицинской 3D-печати пока много ограничений, и главное из них – сложность соединения друг с другом капель биочернил – материала, из которого готовится структура живого органа. В настоящее время существует несколько методов склеивания капель биологических чернил вместе, но они не работают для всех типов клеток. В этом направлении интересна работа японских учёных, разработавших высокоточный метод соединения биочернил, расширяющий диапазон клеток, которые могут быть напечатаны на 3D-биопринтере. Основываясь на своей предыдущей работе, исследователи из Университета Осаки в Японии усовершенствовали свой новый метод соединения капель биочернил. Они использовали ферменты, которые позволяют напечатанным клеткам не терять форму, что даст возможность создавать сложные биологические структуры.

«Печать любой структуры ткани – сложный процесс, – говорит ведущий автор исследования Синдзи Сакаи. – Биочернила должны быть достаточно жидкими, чтобы течь через струйный принтер, но при этом быстро формировать гелеобразную структуру в процессе печати. Наш новый подход отвечает этим требованиям: мы используем полимер, который имеет отличный потенциал для создания тканей из широкого диапазона живых клеток».

В настоящее время в качестве главного гелеобразующего агента используется альгинат натрия. По словам учёных, он имеет некоторые проблемы совместимости с определёнными типами живых клеток. Новый подход основан на формировании гелевой структуры с помощью фермента, способного создавать поперечные связи между фенильными группами добавленного полимера в присутствии окислителя – пероксида водорода. По мнению учёных, новый подход позволит осуществить 3D-печать полностью функциональных живых тканей.

3D-печать на основе гелей открывает пути решения одной из проблем применения в медицине стволовых клеток – их выращивание. Современные способы выращивания

стволовых клеток используют технологию 2D-поверхностей. Для этого требуется очень много места, потому процесс получается не просто технически сложным, но и весьма затратным. Естественно, тут на ум приходит выращивать стволовые клетки не на двумерной плоскости, а в трёхмерном пространстве. Но к тому надо найти среду, в которой стволовые клетки могли бы делиться, не теряя свои регенеративные свойства. Решение было предложено сотрудниками Стэнфордского университета – им удалось создать гель, позволяющий стволовым клеткам расти в трёхмерном пространстве, а не в одной плоскости.

Новый 3D-гель даёт возможность стволовым клеткам взаимодействовать с окружающей их средой, при этом оставаясь в контакте друг с другом. Контакт между клетками крайне важен, так как без него они быстро теряют свои регенеративные свойства и становятся непригодными для использования в лечении. Кроме того, новый способ выращивания клеток требует ощутимо меньше питательных веществ и энергии.

«Для выращивания 3D-культуры нам нужно лабораторное пространство всего 16 квадратных дюймов. Для сравнения: 2D-культивирование того же количества стволовых клеток отняло бы у нас пространство в 16 квадратных футов. Разница более чем в 100 раз. Впечатляет, не правда ли?», – поделился с прессой главный автор исследования Крис Мадл, доктор биоинженерии в лаборатории Хэйлшорн при Стэнфорде.

Новая технология была опробована исключительно на нейронных стволовых клетках, которые пригодны для лечения повреждённого спинного мозга или, например, болезни Паркинсона. В будущем учёные планируют протестировать свою методику и на других видах стволовых клеток.

Несмотря на все успехи 3D-печати, которая позволяет использовать в качестве «чернил» даже живые клетки, формирование сложно структурированных тканей и органов пока остаётся задачей будущего. Заметный шаг к это-

му сделали учёные Калифорнийского университета в Дэвисе. Профессор Ричард Шнайдер и его команда научились распечатывать фрагменты соединительной ткани произвольной конфигурации, используя метод ДНК-направляемого соединения клеток (DNA-Programmed Assembly of Cells, DPAC). Нужную форму такая структура приобретает благодаря механическим свойствам самих клеток – в данном случае благодаря соединительной ткани мезенхимы, полученной у эмбрионов мышей, хотя в принципе в этой роли могут выступить и другие «механически активные» клетки, способные к образованию устойчивых связей друг с другом.

Основу структуры обеспечил коллагеновый гель, аналогичный естественному внеклеточному матриксу. Точная 3D-печать DPAC позволила наносить на неё клетки с высокой точностью, в несколько слоёв, так, что в одном слое они стремились стянуться ближе друг к другу, а в другом – разойтись. Учёные показали, что, контролируя это поведение, можно заставить структуру свернуться или выгнуться, сложиться гармошкой и вообще образовать нужную форму. Авторы надеются, что этот подход откроет возможности 3D-печати уже полноценных фрагментов сложных тканей и органов.

Тем более что уже сейчас:

- В Корнельском университете с помощью 3D-принтера учёные напечатали искусственное ухо из коллагена и культуры клеток.

- Британские дантисты вырастили первый зуб из стволовых и альвеолярных клеток.

- Учёные из Центрального госпиталя Массачусетса успешно пересадили живой крысе почку, выращенную из стволовых клеток на соединительном тканном каркасе от трупного донора.

- Японские учёные вырастили из стволовых клеток рабочую печень и успешно пересадили её живой мышши.

- В США микрохирурги пересадили человеку биоинженерные вены в руку.

Это только то, что сегодня на слуху, а что выйдет из лабораторий завтра – одним разработчикам известно. Ясно одно – 3D-печать открывает перед медициной такие возможности, которые до сей поры были лишь в ведении творца мира сего. Усилиями учёных и инженеров мы приблизились к его возможностям. Что будет завтра, зависит от нас. В первую очередь от потребителей – если смогут они морально и материально принять новые медицинские технологии, то за ними и все остальные двинутся: инвесторы – с деньгами, правительства – с программами, учёные – с новыми идеями, инженеры – с техническими возможностями.

На волне 3D-печати в лаборатории учёных и конструкторские бюро инженеров вошли технологии 4D-печати. Обычно под 4D подразумевают четырёхмерное пространство, в котором существуют четырёхмерные объекты. Несколько лет назад термин 4D стали использовать для обозначения особой технологии печати предметов, меняющих свои характеристики с течением времени. Таким образом, в 4D-печати «четвертым» называют не измерение, а параметр, с которым связано положение и функция объекта. Технологии 4D-принтера вряд ли можно назвать революционными по сравнению с обычной 3D-печатью – объект точно также создаётся слой за слоем. Самое интересное происходит потом, когда готовый предмет начинает меняться. И здесь всё зависит от того, какой материал используется в принтере. Специальные материалы изменяются под воздействием воды, тепла, света, механического воздействия, а также могут быть запрограммированы на определённые действия.

Ряд примеров разработок из области 4D-печати.

Австралийские учёные изобрели 4D-печать для создания изменяющихся во времени объектов. Они решили модифицировать 3D-принтеры, добавив измерение времени и позволив напечатанным продуктам изменять свои свойства под воздействием внешних факторов. Работу выполнили учёные Вуллонгонгского университета, специали-

рующиеся на физике полимеров и электроматериалов: Шэннон Бакаррич, Марк Панхуис, Роберт Горкин и Джоффри Спинкс. Они выбрали для создания своих прототипов расходный материал из гидрогеля из-за его способности изменять свой объём под воздействием внешних факторов. В качестве примера учёные Вуллонгонгского университета создали «умный вентиль», который способен автоматически закрываться, если по нему начинает течь горячая вода. По словам Марка Панхуиса, для таких устройств не требуется дополнительная сборка по сравнению с 3D-принтерами – всё отличие заключается в используемых материалах.

По тому же пути в направлении 4D-печати пошли и исследователи из Университета Джорджии, которые разработали 3D-принтер, способный печатать объекты с заранее запрограммированным поведением во времени. Ключевым решением в разработке стало использование полимеров с эффектом памяти формы. Учёные из Джорджии подобрали семь различных полимерных материалов, способных восстанавливать свою форму при нагревании. В «расслабленном» состоянии они стремились к сворачиванию. Из-за разницы в их внутреннем строении, скорость, с которой полимеры восстанавливали свою форму при данной температуре, различалась. Например, самый быстрый материал при 80 °С сворачивался за 11 секунд, а самый медленный – примерно за 18. С помощью принтера печатался трёхмерный объект – развёртка будущей фигуры. Она состояла из твёрдых фрагментов и «суставов», которые были сделаны из одного из семи материалов с памятью формы. Эти стыки находились в «напряжённом» состоянии. Затем объект помещали в горячую воду, где «суставы» начинали сгибаться. Благодаря знанию о том, с какой скоростью будет сворачиваться каждый из «суставов» конструкции, учёные заранее определяли все траектории движения отдельных частей объекта и точно знали, какую форму он примет в конце. Так, удалось создать ленту, сворачивающуюся при нагревании в «квадратную» спи-

раль, а также конструкцию, которая сцепляется сама с собой в процессе сворачивания. Кроме того, была разработана модель самостоятельно складывающейся коробки, содержащей внутри себя прорези и вставляемые в них выступы. Сворачивание происходило без внутренних столкновений между частями развёртки. Техника получила название четырёхмерной печати, поскольку в трёхмерную конструкцию словно бы закладываются инструкции о поведении в четвёртом измерении – времени. Аналогичные проекты существовали и ранее, но они предполагали нагрев «суставов» до разных температур для достижения различных скоростей их сгибания.

Изменение формы объекта 3D-печати не обязательно должно происходить под действием тепла – его форма может меняться благодаря контакту с водой, светом или какими-либо другими внешними факторами.

Так, исследователи из лаборатории Self-Assembly Lab Массачусетского технологического института разработали 2D-шаблон, который при погружении в воду складывается в куб. Лаборатория создала много разнообразных изделий, способных самостоятельно принимать нужную форму или самособираться. Они показали шнурки, которые сами себя зашнуруют, и предметы мебели, которые самостоятельно раскладываются.

А команда учёных Гарвардского университета обратила внимание на растения, которые реагируют и изменяют свою форму в ответ на стимулы окружающей среды. По результатам наблюдений и исследований этого процесса были разработаны гидрогелевые композитные структуры, меняющие форму при погружении в воду. Объект в форме цветка орхидеи напечатали гидрогелевыми композитными чернилами, содержащими определённо направленные волокна целлюлозы. Чтобы придать древесным волокнам нужное направление, их смешали с акриламидным гидрогелем. При погружении в воду получившееся вещество изменяет свои геометрические размеры заранее определённым образом. Композитные чернила позволяют получать

изделия разной формы. Более того, можно менять состав материала для получения определённых свойств, например, электропроводности или биосовместимости.

Исследователи из Университета Колорадо разработали методику 4D-печати, включив полимерные волокна с «эффектом памяти формы» в композитные материалы, используемые в традиционной 3D-печати. В качестве примеров применения технологии назывались солнечные батареи, способные сворачиваться и разворачиваться для транспортировки, автомобильные покрытия, адаптирующиеся к среде, а также военная форма, меняющая тип камуфляжа или эффективнее защищающая от газа или осколков.

Объединённая группа учёных из Сингапурского университета технологии и дизайна, MIT и Технологического института Джорджии разработала новый метод 4D-печати на основе воздействия светом на фоточувствительные материалы. Новая методика печати способна создавать элементы толщиной в человеческий волос. В принтер заливали раствор фоточувствительного полимера и проецировали слой за слоем требуемый объект, обрабатывая материал ультрафиолетом. Для проверки, что полимер способен восстанавливаться после деформаций, исследователи напечатали мягкий манипулятор, который в свободном состоянии закрыт. С его помощью учёные смогли успешно захватывать небольшие предметы. Уже на данном этапе подобную технологию можно адаптировать для реального применения, к примеру, создать капсулы, высвобождающие вещества при повышении температуры тела.

Инженеры НАСА с помощью 4D-печати создали металлическую ткань для защиты спутников от повреждений и радиации, а также для производства гибких антенн. Ткань представляет собой своеобразную «кольчугу», созданную из кусочков серебра и других металлов. Материал можно многократно сгибать, разгибать, растягивать и сжимать. Каждая сторона ткани обладает собственными свойствами, отражает или поглощает свет и тепло. Несмотря на

гибкость, ткань крайне трудно разорвать. Планируется, что в защитный материал будут упаковывать спутники перед их выводом в космос, либо с его помощью станут экранировать скафандры и обитаемые модули.

Международный институт нанотехнологий Северо-Западного университета получил грант от Министерства обороны США для разработки 4D-принтера. Четырёхмерный принтер будет использоваться для исследований в области химии, материаловедения и в областях, связанных с обороной. Предполагается, что 4D-печать позволит создавать новые химические и биологические датчики, конструкции и материалы для микрочипов. В настоящее время прогресс сдерживает отсутствие недорогого оборудования, способного выполнять печать со сверхвысоким разрешением (примерно в 1000 раз меньше толщины человеческого волоса) из твёрдых материалов (металлов и полупроводников) и мягких материалов (органических тканей). Четырёхмерный принтер станет основой нового поколения инструментов для разработки архитектур, в которых материалы, формирующие функциональные компоненты электроники, могут быть объединены с биологическими объектами.

Биопринтеры и 4D-печать – это все-таки будущее, хоть и стоящее на пороге, но ещё не вошедшее в нашу жизнь повседневными изделиями и продуктами. А промышленная 3D-печать – это уже вот оно, готово к употреблению.

В инженерном производстве уже давно и широко используются современные цифровые технологии, такие как CAD 3D-моделирование, 3D-сканирование и трёхмерная печать. Новый тренд этих технологий – применение вместе с элементами автоматизации как частью промышленных роботов и автоматических станков. Например, 3D-сканирование широко применяется в контроле качества, а 3D-печать, вместе с автоматизированными фрезерными и токарными станками, в производственных цехах. Уже существуют промышленные 3D-принтеры, способные создавать трёхмерные формы весьма внушительных размеров.

Недалёк тот день, когда созданный инженерами проект, представленный в цифровом виде, будет полностью воплощаться в жизнь промышленными роботами без прямого дальнейшего участия человека.

В автомобильной промышленности в первую очередь – это создание CAD 3D-моделей и прототипирование. Сейчас этот симбиоз вышел на новый уровень – из конструкторских бюро попал в производство. Глобальная роботизация начинается как раз с автомобилестроения, и армия роботов (пока не без помощи людей) уже осуществляет сборку автомобилей на заводах. Уже есть примеры создания рам и кузовов, которые полностью напечатаны на 3D-принтере. Это относится и к тюнингу – молдинги, спойлеры, декоративные элементы, колёсные колпаки. Что уж говорить об отдельных небольших элементах – функциональных деталях и деталях оформления, многие из которых не составит труда распечатать и на небольшом бытовом принтере. 3D-сканирование применяется и в ремонте, оно позволяет с высокой точностью диагностировать отклонения в геометрии кузова и легко создавать модели для последующей печати элементов на замену. С развитием технологий объёмной печати, позволяющих печатать сложные функциональные детали из многих различных материалов, могут появиться и полностью 3D-печатные автомобили, каждая деталь которых будет создана 3D-принтером.

За примерами уже сейчас далеко ходить не надо.

Так, немецкая автомобилестроительная компания Street Scooter полностью закончила работу по созданию прототипа малогабаритного электрического автомобиля C16. И самым интересным в этом является то, что практически весь кузов автомобиля и большая часть других его узлов и деталей были изготовлены при помощи промышленного трёхмерного принтера Stratasys Objet 1000 3D Production System, способного печатать несколькими различными материалами. Среди деталей автомобиля C16, изготовленных на трёхмерном принтере, можно выделить такие габариты

ритные детали, как передняя и задняя части кузова, двери, бампера, юбки кузова и колёсные арки. Кроме этого, практически весь салон и множество небольших деталей ходовой, трансмиссии также были изготовлены на принтере. Конечно, пока большое количество деталей и узлов автомобиля C16 было изготовлено более традиционными способами или взято в готовом виде. Однако, использование технологий трёхмерной печати позволило существенно сократить цикл производства от разработки до изготовления опытного образца, на что ушло всего 12 месяцев. И, следует отметить, что опытный образец электромобиля C16 вполне удался, он уже показал на полигоне, что выдерживает даже самые жёсткие испытания не хуже транспортных средств, изготовленных из традиционных деталей обычными методами. Трёхмерный принтер Objet 1000 является одним из самых больших промышленных трёхмерных принтеров, способных печатать объекты сразу несколькими различными материалами, с его помощью компания KOR EcoLogic уже изготавливала элементы кузовов и другие детали для автомобиля Urbee.

А израильское подразделение компании Autodesk Inc. в сотрудничестве с израильским стартапом Massivit напечатали на 3D-принтере детали первого в мире 3D-автомобиля Strati, созданного и разработанного компанией Local Motors. Плоды сотрудничества представили на конференции для инноваторов в области автомобилестроения Eco Motion в Центре мира имени Шимона Переса в Тель-Авиве. Autodesk разработала полноценную, открытую и бесплатную платформу для 3D-печати Spark, которая передаёт цифровую информацию на 3D-принтеры. Компания предоставила Massivit программное обеспечение для распечатки 3D-модели Strati. Руководство Autodesk считает, что революция в 3D-печати преобразит отрасль автомобилестроения, резко уменьшив объем отходов и стоимость сборки. Руководитель подразделения 3D-печати в Autodesk Эйтан Царфати заявил, что платформа Spark предоставит «строительные блоки» для ин-

новаций, которые могут быть использованы дизайнерами, производителями и разработчиками программного обеспечения, чтобы раздвинуть границы технологии 3D-печати.

Дальше – больше. Американская компания Divergent Microfactories представила Blade – первый суперкар с шасси, полностью напечатанном на 3D-принтере. Автомобиль весит 629 кг и разгоняется до 100 км за 2,5 секунды. Blade оснащён двигателем мощностью в 700 лошадиных сил, а в качестве топлива использует бензин или сжатый газ. «Divergent Microfactories создала первый в мире функциональный суперкар, который печатается на 3D-принтере, – рассказывает председатель совета директоров компании Кевин Зингер. – Автомобиль, который мы сейчас видим, наносит на две трети меньше вреда окружающей среде, чем, скажем, электромобиль, с аккумулятором ёмкостью в 85 киловатт-час», – уверяет глава компании. Вред окружающей среде удаётся уменьшить за счёт исключения из процесса производства машины этапа заводской сборки. Основной продукт компании – наборы из отпечатанных на 3D-принтере алюминиевых модулей и карбоновых трубок. Этот «конструктор» позволяет силой команды из трёх человек вне цеха собирать функциональные автошасси разных типов. В шасси Blade, например, используется 27,6 кг алюминия и 18,6 кг карбона. На его ручную сборку уходит полчаса.

Не отстаёт в деле внедрения 3D-печати в производство и такой гигант автомобилестроения, как компания Ford. С конвейеров заводов Ford каждую минуту сходит 12 автомобилей. Американской компании Local Motors для создания авто потребовалось шесть дней, а свою машину она собирала на глазах у посетителей автосалона в Чикаго. Мало того, практически все детали авто были сделаны прямо на стенде. Дело в том, что Ford пользуется традиционными технологиями создания авто, а спецы Local Motors печатают кузова и комплектующие на 3D-принтере. И тут 3D-печать – далеко уже не фантастика. Тот же Ford, к примеру, широко использует эту технологию для «распе-

чатки» прототипов новых моделей и выпуска прозрачных автокомпонентов, используемых для проведения более точных и наглядных испытаний. Иными словами, переход автопрома от литья к печати произойдёт довольно скоро, тем более, что это позволит производителям в разы повысить рентабельность и гибкость производства.

«Вместо того, чтобы иметь один сборочный цех, скажем, в Детройте или Токио, мы располагаем микропроизводства во многих странах, – поясняет ведущий инженер Local Motors Джеймс Ерл, – благодаря чему покупатель может активно следить за тем, как печатают заказанный автомобиль и живо участвовать в его создании». Тем более, что это не потребует гигантских инвестиций: детали, созданные с помощью 3D-принтера (кузов), обойдутся максимум в 5 тысяч USD. При том, что стоимость модели Strati составит от 18 до 30 тысяч долларов в зависимости от количества опций и комплектации

Первый 3D-принтер в компании Ford заработал много лет назад. Именно с помощью подобного устройства в 2010 году инженерам удалось выявить и быстро устранить неисправность в тормозной системе тогда лишь готовившегося к запуску Ford Explorer. Если бы дефект выявляли традиционными способами, машина вышла бы на рынки на четыре месяца позже. Кроме того, 3D-принтер помог специалистам Ford в минимальные сроки увеличить эффективность моторов линейки Eco Boost (включая новый мотор объёмом в 2,7 литра, предназначенный для F-150). Помимо прочего 3D-печать используется и при создании прототипов, снизив себестоимость производства с 20 до 2 тысяч долларов на деталь. Эксперты полагают, что технология получит широкое распространение не только в области дизайна или в опытных лабораториях, но и в производстве сложных по конфигурации деталей. Кроме того, их будут применять для производства небольших партий запчастей для старых и раритетных авто.

Другим потенциальным потребителем 3D-печати является авиастроение. Британская оборонная кампания «BAE

System» провела лётные испытания истребителя Tornado GR.4 BBC Великобритании с несколькими «распечатанными» металлическими деталям. Боевой самолёт совершил полёт с авиабазы в Уортоне графства Ланкашир в декабре 2013 года. Испытания были признаны успешными. Полный список «распечатанных» деталей, установленных на истребителе, не уточняется. Проектирование и трёхмерная «печать» запчастей для истребителей ведутся BAЕ Systems по контракту с министерством обороны Великобритании. Какая именно технология используется, не уточняется. Предположительно, речь может идти о технологии прямого металлического лазерного спекания (Direct Metal Laser Sintering, DMLS). Как ожидается, применение на истребителях типа Tornado «распечатанных» деталей позволит BBC Великобритании сэкономить 1,2 миллиона фунтов стерлингов за четыре года. Проектирование и «печать» металлических запчастей осуществляются компанией BAЕ Systems на авиабазе «Марэм» в Норфолке. В частности, речь идёт о защитных кожухах радиостанций в кабине пилота и вала отбора мощности. Стоимость некоторых «печатаемых» деталей составляет менее ста фунтов стерлингов. «Печатаемыми» запчастями планируется оснастить четыре эскадрильи истребителей Tornado GR.4.

Следует отметить, что технология металлической «печати» в оборонной промышленности в последнее время становится все более популярной. При DMLS-печати металлический порошок, насыпанный в ёмкость, при помощи лазера расплавляется в однородную структуру. «Печать» осуществляется послойно, причём толщина каждого слоя составляет около 20 микрон. Изготовленные таким способом детали не требуют дополнительной механической обработки.

Американская компания Solid Components решила доказать, что технология DMLS достаточно надёжна и точна, чтобы её можно было использовать в производстве оружия. Для этого предприятие «распечатало» из металла действующую модель армейского пистолета M1911 калиб-

ра .45 ACP, стоявшего на вооружении США с 1911-го по 1985 год. Согласно пресс-релизу компании, оружие, получившее название 1911 DMLS, было «напечатано» методом прямого металлического лазерного спекания (Direct Metal Laser Sintering, DMLS) из нержавеющей стали марки 17-4PH и инконеля марки 625. Испытания оружия оказались удачными.

«Напечатанный» пистолет состоит из 33 деталей, полностью выполненных по технологии DMLS (кроме пружин, которые были изготовлены отдельно). Сначала оружие было испытано, будучи закреплённым на верстаке (нажатие спускового крючка осуществлялось путём натягивания верёвки), а затем при удержании пистолета в руке. Оружие отработало без задержек, не получив видимых повреждений. Детали пистолета изготовлены методом прямого лазерного спекания металла (DMLS), таким же методом, который использует НАСА для печати деталей ракетных двигателей. Только пружинки были изготовлены отдельно. После печати детали были отполированы и подогнаны друг к другу вручную. Во время испытаний пистолет доказал высокую точность стрельбы. Согласно заявлению Solid Concepts, 1911 DMLS был «напечатан», так как компания таким способом хотела показать, что технологии прямого металлического лазерного спекания достаточно надёжны и точны, чтобы их можно было применять для «печати» различных оружейных деталей. Кроме того, инженеры хотели показать, что «напечатанные» металлические детали обладают хорошей прочностью. При DMLS-печати металлический порошок (нержавеющая сталь 17-4PH и 17-5PH, инконель 625 и 718 и титан Ti6AlV4), насыпанный в ёмкость, расплавляется в однородную структуру. «Печать» осуществляется послойно, причём толщина каждого слоя составляет около 20 микрон. После каждого расплавления специальное устройство утапливает «напечатанный» слой в порошок, одновременно нанося поверх него новый слой металла для спекания. Изготовленные таким методом детали не требуют дополнительной механической обработки.

Пистолет М1911 был разработан Джоном Браунингом в 1911 году под патрон калибра .45 АСР (11,43×23 миллиметра). При длине 216, высоте 135 и ширине 30 миллиметров масса пистолета составляет 1,12 килограмма без магазина. Оружие работает по принципу отдачи при коротком ходе ствола, запираение которого осуществляется двумя боевыми упорами. Прицельная дальность М1911 составляет 50 метров. Оружие комплектуется магазином на семь патронов.

Не менее крупным пользователем 3D-печати является строительная отрасль. Так, итальянская компания WASP продемонстрировала свой 3D-принтер, способный производить дешёвое жильё из глины. Саманные дома – уже давно не инновация, но они достаточно привлекательны из-за их экологичности и устойчивости. Представители WASP считают, что строительство таких домов стоит осуществлять в развивающихся регионах мира, где традиционные формы строительства неосуществимы. На создание структур дизайнеров вдохновили насекомые – грязевые осы, создающие свои гнёзда с использованием грязи. Собственно, wasp переводится с английского языка как «оса». Глина в новом принтере выдавливается подобно глазури и затем застывает. Высота устройства составляет около 6 метров, при том оно способно производить печатные структуры до 3 метров в высоту, примерно как принтер, используемый китайской компанией, с помощью которого в начале 2014 года удалось построить 10 домов менее чем за 24 часа. По словам представителей компании WASP, корпус дома может быть построен с использованием материалов, полученных в месте строительства по нулевой стоимости (для возведения домов может использоваться не только грязевая глина, но и другие натуральные материалы). Демонстрация изобретения состоялась в октябре 2014 года на римской выставке Maker Faire. Неполная модель (размером в 4 метра) способна производить небольшие модели саманных домов и служит доказательством работоспособности концепции.

«Мы будем работать со смесью глины и песка, – сказал генеральный директор компании Массимо Моретти перед презентацией принтера. – Для производства полноценного дома понадобятся недели, а так как на выставке в Риме у нас будет всего два дня, придётся привезти уменьшенную копию и делать меньшие по размеру здания. Но сама технология и материалы уже прошли испытания – и они работают».

Представители компании также уверены, что данная технология найдёт своё применение и в медицине. Они изучают 3D-печать при помощи керамики (гидроксил апатита), биостекла (bio glass) и оксида алюминия для создания костных имплантатов с такой же пористой структурой, что и настоящая кость.

Аналогичный революционный метод строительства (Stone Spray Project) был создан Петром Новиковым, Индер Шергилл и Анной Кулик в Институте Перспективной Архитектуры (Каталония, Испания). Робот смешивает почву и песок с фиксирующим компонентом, а затем с помощью форсунок печатает объект (колонны, дуговые несущие конструкции). Роботу для работы требуется совсем немного энергии. Он может использовать исключительно солнечную энергию, без внешних источников питания.

А компания из Шанхая нашла способ производить жилые дома из промышленных отходов с завидной производительностью – до десяти компактных жилых домов в день. Китайская архитектурная компания Winsun уже наладила «печать» небольших жилых зданий, используя в качестве материала переработанные строительные отходы. Для производства используется гигантский промышленный принтер, размеры которого составляют 150x10x6 метров. Помимо высокой скорости производства, напечатанные дома отличаются низкой стоимостью – менее 5 тысяч долларов за единицу. Технология уже признана перспективной и способной решить вопросы с быстровозводимым жильём для малообеспеченных слоёв населения. Плани-

руется построить около 100 заводов по переработки строительного мусора в «чернила» для подобных устройств.

Стоит отметить, что китайцы, пожалуй, идут впереди планеты всей по части применения 3D-технологий в возведении жилья. Так в Китае за 3 часа на 3D-принтере напечатали полноценную двухэтажную виллу. А вечером того же дня ZhuoDa Group, фирма которая вплотную занялась 3D-строительством домов в КНР, построила ещё один дом. «Вилла из 3D-принтера» построена из отдельных модулей, которые изготавливаются на фабрике сразу целиком, включая внутреннюю отделку, проводку, водопровод, сантехнику, мебель и прочее. Фактически, дом готов уже на 90%, когда его модули привозят на строительную площадку. Фрагменты самого дома печатаются из определённого состава, который держится в тайне. Кроме того, дом отличается высокой теплоизоляцией – в нём не жарко летом и не холодно зимой. Известно, что в этот секретный состав входят материалы, полученные из промышленных и сельскохозяйственных отходов. Именно поэтому в готовых модулях не присутствует вредных веществ. Сообщается, что напечатанный на принтере дом имеет способность выдержать землетрясения с магнитудой 9 баллов, не боится огня и воды. Отмечается, что после завершения печати готовые модули просто собираются бригадой рабочих. Таким образом, конечная стоимость домов из 3D-принтера гораздо ниже, чем домов, построенных с использованием других методов. Для сборки двухэтажной виллы требуется шесть 3D-модулей, на каждый квадратный метр которых приходится примерно 100 кг веса. У ZhuoDa Group есть 22 патента на новый материал и подписанные контракты по 40 государственным проектам. Прогнозируется, что площадь домов, построенных Zhuoda Group, достигнет 2 млрд. кв. м, а их суммарная стоимость составит \$1,2 трлн.

Эксперименты по применению 3D-печати в строительстве ведутся во всем мире. Технология применяется как при проектировании, где очень полезны промышленные

3D-сканеры и специальные программы, так и непосредственно в создании объектов. Специальные строительные 3D-принтеры печатают модульные блоки и целые здания из бетона. Строительная 3D-печать позволяет создавать объекты необычных и нестандартных форм, недоступные для обычного серийного строительства, при этом, производство происходит из стандартных смесей с применением армирования. В перспективе мы увидим в работе агрегаты, способные в считанные часы напечатать небольшой коттедж полностью – от фундамента и коммуникаций до флюгера на крыше.

Уходят в историю времена, когда архитекторам, при создании макетов зданий, приходилось пачкать руки клеем и дышать испарениями разрезаемого раскалённой проволокой пенопласта. Всё большее место занимает софт и технические устройства, позволяющие намного удобнее и быстрее, а главное – точнее – создавать макеты будущих объектов. 3D-принтеры способны распечатывать, в зависимости от размеров, части или целые макеты с точностью, о которой раньше никто и не помышлял. Малейшие архитектурные элементы видны на них столь же отчётливо, как на уже построенных зданиях, а стоимость самих макетов становится ниже и скорость изготовления выше. Есть технологии, позволяющие печатать сразу в цвете не только из гипса или бумаги, но и из мультиматериального пластика с градиентами разной степени прозрачности. Всё идёт к тому, что уже скоро, независимо от масштаба макета или модели, невозможно будет на глаз отличить их от настоящего объекта. Не считая явной разницы в размерах, конечно.

Пример такого подхода – фантастическая разработка группы специалистов из Франции, разработавших проект здания для Марса, изготовленного методом 3D-печати. Дизайн сооружения Sfero Bubble House весьма неординарен и заслуживает особого внимания. Оно, конечно, на сей момент – фантастика, но, как знать, как знать... Во-первых, если не ставить перед собой грандиозные цели, то так и

будешь с 3D-принтером саманные домики строить. Оно, конечно, прибыльно, но скучно. Во-вторых, при наличии инженерной смекалки этот марсианский проект можно на землю опустить и уже сейчас монетизировать.

Название «Sfero» является комбинацией слогов, взятых из слов «Sphere», «Iron» и «Water». Строительство этого сооружения начинается с бурения достаточно глубокого отверстия, внутрь которого запускается один из двух роботизированных манипуляторов. Первый манипулятор действует как своего рода пылесос, подавая наверх материал и одновременно сооружая котлован для будущего здания. А второй манипулятор, используя смесь материала со связующими веществами, строит купол, накрывающий котлован. Большая часть помещений Sfero Bubble House находится ниже уровня поверхности грунта. Наверху только один этаж этого сооружения, где может быть расположена зелёная зона и некоторые из рабочих помещений. Все этажи сооружения соединены винтовой лестницей, по которой марсианские колонисты будут спускаться в спальные помещения, в зону отдыха и попадать на склады, где хранятся различные припасы и оборудование. Наружные стены, образующие купол над сооружением, будут состоять из двух слоёв, между которыми будет присутствовать слой воды, полученной из растопленного марсианского льда, запасов которого в районах полюсов Красной Планеты более чем предостаточно. Эта вода будет защищать внутренние помещения от радиации снаружи и одновременно выступать в роли теплового стабилизатора, позволяющего сгладить резкие температурные колебания. Согласно мнению членов группы Fabulous, идеальным местом для возведения сооружений типа Sfero Bubble House является район кратера Гейла, там, где работал марсоход Curiosity. Марсианский грунт в этом районе богат соединениями железа, что достаточно легко позволит превратить его в строительный материал, обладающий высокой прочностью и высоким уровнем защиты от радиации.

При всей фантазийности французского марсианского проекта интересен заложенный в нем принцип применения 3D-печати в строительстве – брать материал для сооружений непосредственно на месте их возведения, формировать из него на 3D-принтере конструкционные элементы сооружения и строительные блоки в соответствии с программной частью проекта, компоновать все это в каркас сооружения и элементы его интерьера без непосредственного участия человека.

Технология объёмной печати вызывает пристальный интерес NASA. Как и герои Роберта Шекли, специалисты NASA понимают, насколько удобнее не тащить на орбиту множество необходимого или только потенциально необходимого оборудования, а изготавливать его прямо в космосе по надобности. Но для этого нужно научить 3D-принтеры работать в условиях невесомости. Этим совместно с NASA занимается компания «Made in Space». Она начала с серии экспериментов в условиях искусственной невесомости, созданной во время полётов в самолётах проекта NASA Flight Opportunities. После этих экспериментов на орбиту был запущен первый 3D-принтер, созданный для работы в космосе. Запуск был произведён с мыса Канаверал с Международной космической станцией в качестве пункта назначения.

Новая «космическая мастерская» стала первым образцом применения 3D-печатных технологий в космосе для создания запасных частей, инструментов и, в особенности, разрешения экстренных ситуаций за счёт немедленного создания срочно требующихся компонентов без ожидания доставки с Земли. 3D-принтер на орбите является разработкой компании «Made In Space» по контракту с Космическим центром Маршалла, входящим в состав НАСА. Установка спроектирована с учётом требований эксплуатации в условиях отсутствия гравитации. По прибытию принтера на космическую станцию он был установлен в специальный изолированный отсек для проведения серии опытных экспериментов по печати. Принтер находился под управ-

лением разработчиков из Made In Space. В ходе экспериментов по 3D-печати в невесомости была напечатана серия опытных образцов, включая детали, инструменты и студенческие проекты, разработанные в ходе программы STEM.

«При разработке принтера для космической станции мы столкнулись с массой всевозможных трудностей. Начиная от регулировки температурного режима и заканчивая жёсткими требованиями безопасности, нам пришлось решать десятки различных проблем, – поделился деталями проекта Аарон Кеммер, генеральный директор Made In Space. – Мы гордимся проделанной работой и рады видеть, что детище команды Made In Space и сотрудников Центра Маршалла, наконец, проходит главное испытание. Это новый этап в обеспечении космических миссий, который произведёт переворот в космической логистике и планировании космических полётов».

«Эксперименты по применению аддитивного производства в космосе со временем приведут к использованию аналогичных технологий на космических станциях, исследовательских аппаратах в открытом космосе и даже в космических колониях будущего, – развивает свою идею Аарон Кеммер. – Возможность быстрого производства ключевых материалов жизненно необходима, если человечество собирается оставить свой след на просторах Вселенной. Это уже будет не просто 3D-принтер и даже не просто орбитальная мастерская – это очередной рывок человеческого прогресса. Впервые в нашей истории мы сможем производить инструменты и части вне пределов планеты. Совершив этот прорыв, мы, наконец, сможем перепрыгнуть через собственные головы – сами небеса более не будут ограничивать ареал применения аддитивного производства. Начинается эра внеземного производства».

Как показало время, 3D-принтер от Made In Space нормально отработал в условиях невесомости и открыл перспективы материализации конфигуратора, про который ещё в 1955 году в своём рассказе «Необходимая вещь»

Роберт Шекли рассказал, когда двое космонавтов взяли с собой в межзвёздную экспедицию приспособу для создания из набора первичных элементов всего, что им может понадобиться в космосе – от запчастей для корабля до яблочного штруделя на десерт.

Не отстают от американцев и китайцы. Учёные-разработчики Академии наук Китая (КНР) создали первый в стране 3D-принтер для работы в космосе. Он уже прошёл испытания в обстановке нулевой гравитации на одном из полигонов Франции. Испытания проводились во время полётов на самолёте в условиях микрогравитации. В процессе проведённых испытаний было опробовано два способа 3D-печати с пятью различными материалами. Как утверждают китайские разработчики, их 3D-принтер может выполнять работу с большим количеством материалов, чем 3D-принтер The Zero-Gravity, который был послан на Международную космическую станцию.

По словам директора исследовательского центра Чунцинского университета при Китайской академии наук, изучающего и разрабатывающего технологию 3D-печати, Дуаня Сюаньмина, китайский 3D-принтер даст возможность КНР создать свою космическую станцию. «Космический» 3D-принтер станет в ней устройством, помогающим проводить ремонт и поддерживать функционирование станции более эффективно. Применение такого принтера на космической станции очень сократит расходы на её работу и уменьшит зависимость от поставок с Земли.

Помимо межпланетных полётов, совершенствование космических 3D-технологий может поспособствовать и земным деяниям. На сегодняшний день это фантастика, потому как дорого, но уже сейчас на волне успехов Илона Макса с его проектом удешевления запусков на орбиту Земли увесистых объектов просматривается вполне реальная возможность создания в космосе производств, которые в принципе невозможны на Земле из-за воздействия гравитации.

А на Земле производители 3D-принтеров в битве за деньги инвесторов и потребителей руководствуются тремя критериями: **быстрее, дешевле, точнее.**

Быстрее.

В направлении повышения скорости 3D-печати рынок встрянуло сделанное в 2014 году заявление одного из самых крупных игроков на интересах потребителей по части производства оргтехники – компании «Hewlett-Packard», о создании 3D-принтер серии Multi Jet Fusion, сопровождаемое уверением, что технология, по которой они работают, позволит печатать на порядок быстрее, чем все, что было до них. И понеслось. Признанные лидеры отрасли, такие как 3D Systems и Stratasys, которые уже давно работали над проектами 3D-печати, активизировали свои проекты, чтобы представить на рынок альтернативные конкурентоспособные продукты. За ними подтянулись и все прочие.

Так, компания Desktop Metal разработала 3-D принтер, печатающий из металла, который, по заверениям разработчиков, в разы быстрее и дешевле существующих аналогов. Представители Desktop Metal назвали конкретные цифры: материал для нового принтера будет обходиться в 20 раз дешевле, представленных на рынке, а сам принтер печатает в 100 раз быстрее существующих машин. В результате стоимость производства упадёт в разы, а стоимость продукции, изготавливаемой таким образом – минимум в 10 раз. Благодаря скорости и эффективности этот принтер показывает лучшие результаты, чем экземпляры от NASA и Boeing, и сильно обгоняет принтеры, используемые в различных дизайнерских студиях и компаниях. Инженерный стартап был основан профессорами из МТИ, USA, среди которых Эмануэль Сакс, чьи первые патенты в 3D-печати датируются 1989 годом. Desktop Metal получила инвестиций на 5 млн. долларов от крупных венчурных компаний, среди которых, например, Google Ventures. Для компании важны два направления: она создаёт студийный принтер для быстрой печати металлических прототипов

инженерами и 3D-принтер для массовой печати. Согласно описанию технологии, изготовление образцов чуть более сложное, чем в обычных принтерах.

Металлические объекты после печати попадают в ванну со специальным раствором, а после закаливаются при большой температуре. Система проделывает все эти этапы автоматически. Она контролирует время в зависимости от конструкции деталей и исходных материалов. В итоге принтер способен изготавливать 0,008 кубического метра сложных деталей в час. Чтобы было понятнее – это 8 тысяч металлических кубиков с гранью в 1 см. При такой производительности принтер безопасен: не используются ядовитые металлические порошки, отсутствует лазер, все это делает возможным устанавливать такие принтеры прямо в офисе или даже дома. Обслуживание также упрощено: не требуется специальный персонал или оборудование. Стоимость системы с необходимым ПО – 120000 долларов. Сумма кажется большой, но речь идёт о промышленном 3D-принтере, создающим металлические детали любой сложности. Аналогичный по производительности лазерный принтер обойдётся более чем в 10 раз дороже.

В свою очередь Нил Хопкинсон, профессор инженерного производства в Университете Шеффилда, подробно рассказал о том, как его команда работает над новой технологией 3D-печати под названием высокоскоростное спекание (HSS). Новый метод должен сделать возможным быстрое изготовление нескольких деталей с помощью процесса спекания, который сильно отличается от того, который используется сегодня и подразумевает применение лазерных лучей. Принцип работы новой технологии заключается в том, что на порошкообразный материал, который расположен на печатной платформе, с помощью струйного принтера наносится технический углерод. Затем над платформой проходит инфракрасная лампа, под светом которой спекаются только участки, покрытые углеродом. Таким образом, целый слой объекта может отвердеть за

несколько секунд. По словам Нила Хопкинсона, итоговая технология может быть в 10-100 раз быстрее, чем все остальные по части 3D-печати, а команда исследователей работает с несколькими партнёрами над лицензированием технологии. Одна из компаний-партнёров Voxeljet уже планирует использовать этот метод в своих новых устройствах. Несмотря на то, что Хопкинсон не назвал других компаний, он отметил, что заинтересованных очень много. Сама по себе технология обладает достаточным потенциалом, чтобы произвести революцию в массовом производстве, поскольку она позволит компаниям изготавливать продукцию в крупных масштабах, в то же время имея возможность быстро изменить функционал устройства без необходимости дополнительной обработки.

Не придавая свою деятельность огласке, технологиями 3D-печати активно занимается стартап Carbon3D – частная компания из Калифорнии, основанная в 2013 году. С момента своего создания Carbon3D занималась разработками инновационного метода 3D-печати, способного совершить революцию в этой сфере. Новую технологию назвали CLIP (Continuous Liquid Interface Production). Компания привлекла более \$50 миллионов инвестиций и, между делом, сумела произвести фурор среди широкой публики, представив пару коротких видеороликов, показывающих в действии технологию CLIP. Принцип действия технологии CLIP заключается в использовании света и кислорода для отверждения светочувствительной смолы. По описанию метод схож с привычной и широко известной стереолитографией (SLA), где для отверждения светочувствительной смолы применяется лазер или прожектор, однако новая технология имеет ряд существенных отличий.

В частности, с помощью традиционных технологий 3D-печати, в том числе и стереолитографии, объекты печатаются слой за слоем, что значительно сокращает скорость производства и приводит к созданию хрупких предметов, похожих по своей структуре на сланец. В технологии от Carbon3D для отверждения смолы используется свет, а в

качестве подавляющего агента – кислород. Таким образом, объекты действительно сразу печатаются в трёхмерном виде.

«Имеющиеся на сегодняшний день технологии 3D-печати не сумели произвести революцию в сфере производства, несмотря на обещания разработчиков и ожидания рынка, – говорит доктор Джозеф Де Симон, глава и один из основателей компании Carbon3D. – Разработанная нами технология CLIP поднимает планку, позволяя значительно быстрее печатать объекты, обладающие необходимыми механическими свойствами. Кроме того, при 3D-печати по методу CLIP можно использовать материалы, требуемые для производства высококачественных деталей в коммерческих целях».

С применением кислорода в процессе 3D-печати традиционно механическая технология внезапно превращается в фотохимический процесс, позволяющий тонкую настройку. Среди несомненных преимуществ новой технологии – более быстрое изготовление объектов и отсутствие эффекта расслоения. Тем самым, CLIP имеет все шансы вывести 3D-печать на новый уровень. В этом методе применяется специальное прозрачное стекло, пронизываемое как для света, так и для кислорода – вроде большой контактной линзы. Устройство способно точно регулировать необходимое количество кислорода и момент его подачи в ёмкость со смолой. Кислород, в свою очередь, используется как подавляющий агент, предотвращающий отвердевание смолы в определённых местах. Таким образом, с помощью света отвердевают все участки, не подверженные обработке кислородом, который создаёт своего рода «мёртвую зону». Внутри смолы кислород заполняет участки толщиной в десятки микрон, в которых фотополимеризация буквально становится невозможной. Затем устройство делает несколько снимков в разрезе с использованием ультрафиолетовых лучей – примерно так же, как происходит показ кино.

Услышав эту новость, трудно избавиться от очевидной мысли – «Эта компания, наверняка, ненастоящая. Как может быть, что кто-то создал революционную технологию подобного рода, но сведения об этом так и не просочились в СМИ?» Развеять сомнения помогает информация о том, что Carbon3D заключила договор о сотрудничестве с Sequoia Capital, одним из старейших и наиболее успешных венчурных фондов в мире, получив финансирование для первой стадии. Средства для второй стадии были предоставлены Silver Lake Kraftwerk.

«Если сфера 3D-печати хочет выйти за рамки ниши создания прототипов, которую она занимает уже десятки лет, то необходимо разработать совершенно новую технологию. Нужно взглянуть на проблему иначе, используя подход, который позволит избавиться от основных недостатков 3D-печати, – говорит Джим Гетц, член совета директоров Carbon3D и партнёр компаний Sequoia. – Когда мы встретились с Джо и увидели, что удалось изобрести его команде, нам сразу же стало ясно, что 3D-печать уже не будет прежней».

Другой американский стартап – компания Markforged из Бостона – представил свою технологию 3D-печати на основе углеродного волокна, заявив, что этот способ является одним из самых экономичных и быстрых способов изготовления деталей. Стартап привлёк инвестиции в размере 30 миллионов долларов. В числе акционеров значатся Siemens, Microsoft Ventures, Porsche SE и ряд других крупных компаний. Ранее Markforged представил 3D-принтеры для металлической 3D-печати, стоимостью в 100 тысяч долларов, использующие ту же скоростную технологию печати. Отличие новых аппаратов заключается в том, что детали из углеродного волокна во многом не будут уступать металлическим, а в ряде случаев смогут их полностью заменить, при этом скорость печати по сравнению с обычными 3D-принтерами возрастёт до 50 раз, сообщил представитель компании-производителя.

«Мы стремимся сделать 3D-печать не просто новым и модным веянием, а хотим дать людям возможность создавать любые предметы почти мгновенно, как это делает репликатор из Стар Трека. Нынешние технологии 3D-печати не могут удовлетворить все потребности человека: они медленно печатают, долго соображают, а конечный результат зачастую дорог и далёк от идеала. Мы хотим это изменить», – заявил генеральный директор Markforged Грег Марк.

Полученные от инвесторов деньги компания планирует пустить на разработку устройств, способных сделать 3D-печать максимально простым и эффективным процессом, который в конечном итоге может оказаться полезен тем же Porsche и Siemens.

Дешевле.

Исследователи из Ливерморской национальной лаборатории стали первыми, кто смог распечатать на 3D-принтере композитный материал на основе угольных нитей. Этот способ производства может сделать процесс создания материала дешевле и открыть новые возможности для использования углеродного волокна. Углеродное волокно представляет собой лёгкий, но жёсткий и прочный материал с высокой стойкостью к температуре. Это делает его актуальным для аэрокосмической, оборонной и автомобильной промышленности, а также для таких видов спорта, как сёрфинг и гонки на мотоциклах. 3D-печать открывает новые возможности для использования углеродного волокна. Полученный материал может быть использован для изготовления крыльев самолёта, элементов спутника или терморегулирующей одежды.

Учёные из Массачусетского технологического института успешно испытали первый ракетный двигатель, изготовленный из пластмассового корпуса, который полностью напечатан на 3D-принтере. Для печати исследователи использовали нейлоновый материал с микроуглеродистыми волокнами, которые обеспечили двигателю дополнительную прочность и термостойкость. Во время первого испы-

тания такой двигатель смог достичь сверхзвуковой скорости, отделавшись лишь незначительными повреждениями. Отмечается, что корпус двигателя разработан только для одноразового использования, однако учёные решили повторно протестировать свою разработку. Инженеры использовали более мощное ракетное топливо, из-за которого сопло расплавилось. Специалисты уже начали совершенствовать разработку, чтобы сделать пластиковый двигатель более надёжным. В будущем учёные планируют создать пластиковый летательный аппарат. Отмечается, что принтеры, печатающие ракетные двигатели из металла стоят дорого, их ценник начинается с шестизначных цифр. Такие принтеры уже использовали SpaceX и NASA. Принтер Массачусетского технологического института «Markforged Mark Two» стоит гораздо дешевле – 13,5 тысяч долларов. Это даёт возможность специалистам с ограниченным бюджетом создать ракетные двигатели. Кроме того, инженеры отметили, что разработка будет пользоваться спросом среди космических агентств, которые создают одноразовые ракеты:

Компания Stratasys по заказу немецкого аэрокосмического агентства распечатала прототип робота, который будет исследовать Марс. Робот TransRoPorter разработан немецким аэрокосмическим агентством. Однако вместо строительства классического металлического прототипа, инженеры попросили Stratasys распечатать его на своём огромном 3D-принтере Fortus 900mc. «Обычный прототип – это слишком дорого, – говорит разработчик робота доктор Кай Фюрер, – а 3D-принтер позволяет снизить расходы в несколько раз». TransRoPorter состоит из движущейся платформы и модуля Payload для исследований. Все части, включая электронику, были воспроизведены на 3D-принтере. Для того, чтобы прототип выдержал испытания условиями, близкими к марсианским, Stratasys использовала для печати сверхпрочный термопластик ASA.

Как сообщила фирма Tiko 3D, 3D-принтер обещает стоить не более холодильника. Разработчики задалась целью

тщательно проработать и максимально удешевить каждый элемент устройства, чтобы в итоге получить продукт, который легко произвести и использовать даже в домашних условиях и поддерживать в работающем состоянии долгое время. Получившийся принтер для аддитивной печати они обещают продавать всего за \$179. Главное достижение конструкции нового 3D-принтера TIKO – это его цельный корпус. Обычно это одна из самых дорогих деталей. Для обеспечения высокой точности печати трёхмерные принтеры оборудованы скреплёнными вместе отдельными направляющими, которые обеспечивают движение печатающей головки. Их положение необходимо тонко отрегулировать перед началом использования принтера и постоянно проводить корректировку. На это затрачивается довольно много времени, что неминуемо ведёт к издержкам и увеличению стоимости. Корпус TIKO имеет рельсы с внутренней стороны, в которые встроены уже предварительно отрегулированные алюминиевые направляющие. Такая конструкция делает их практически единым целым. В итоге в процессе печати возможность смещения сопла головки практически исключена, что позволяет печатать с точностью до 50 микрон при отсутствии каких-либо дорогих сверхточных компонентов. Важным своим достижением инженеры считают треугольную форму корпуса принтера (его ещё называют дельта-принтером), который оснащён тремя наборами держателей для печатающей головки. Кроме этого часть устройства, где происходит печать, полностью защищена от внешних факторов, таких как ветер или любые другие движения воздуха. Принтер также оборудован внутренним акселерометром и автоматически отключается, если его что-то побеспокоило, например, дети. Принтер TIKO оснащён расплавляющим печатный материал перед нанесением ожигителем, который не требует активного наружного охлаждения. То есть в конструкции устройства отсутствуют дорого-стоящие шумные вентиляторы, которые заменены системой вентиляционных отверстий. Ещё одна приятная особенность TIKO – это его гиб-

кая подложка со специальным покрытием, с которой легко снять готовое изделие. В качестве «чернил» в ТИКО может быть использована нить из полилактида, АБС-пластика, нейлона или высокопрочного полистирола. Загрузить катушку с материалом так же просто, как поменять картридж в обычном лазерном принтере – достаточно просто открыть крышку. Размеры нового дельта-принтера составляют всего 390 на 221 на 237 миллиметров, а его вес – всего 1,7 кг, без учёта катушки с нитью. Общий объём области, где происходит печать – 2,27 литра.

Точнее.

Калифорнийская компания Microfabrica разработала технологический процесс, сочетающий в себе трёхмерную печать, при которой структуры формируются путём послойного нанесения материала, с технологиями, используемыми в производстве микросхем, где ионы металла наносятся на поверхность электролитическим методом. Этот процесс позволяет создавать изделия тончайшей структуры из слоёв металлов толщиной всего в 5 мкм. Существующие многоструйные 3D-принтеры, распыляющие пластики через сопла, позволяют получать слои толщиной 16 мкм. При этом проблема создания деталей микроскопических размеров становится всё острее по мере развития технологий: вся продукция, начиная от потребительской электроники до медицинской аппаратуры, продолжает уменьшаться в размерах. Новый метод открывает возможности создания новых типов устройств и миниатюризации существующих. В частности, по инициативе DARPA компания Microfabrica создала крошечный радиатор для охлаждения компьютерных микросхем и миниатюрный часовой механизм для боеприпасов. Кроме того, она разработала миниатюрные хирургические инструменты, в частности, щипцы диаметром меньше миллиметра для биопсии и трёхмерные подложки для скаффолд-технологии, связи которых позволяют им растягиваться по мере размножения клеток.

«Мне не известны какие-либо 3D-принтеры с более широкими возможностями», – сказал Кэрл Ливермор, профессор механики и промышленной техники из Северо-Западного университета. Эта разработка стала новым шагом на пути к общедоступности современных технологий, с одной стороны, и, с другой, к переходу промышленности к новой идеологии конкуренции, которой уже давно придерживаются производители компьютерной техники – заботиться больше о том, чтобы опережать конкурентов, нежели о защите все быстрее устаревающих разработок».

Несколько ранее американские физики и инженеры из университета Вайсса разработали технологию трёхмерной печати литиевых элементов питания. Размер полученных батарей составлял около миллиметра, а главной сферой применения разработчики называли вживляемые устройства. При этом подчёркивалось, что электроды новой батареи получают тоньше человеческого волоса, в то время как процесс печати полностью автоматизирован и использует уже существующие модели трёхмерных принтеров. Основной проблемой, которую пришлось разрешить учёным, являлся подбор «чернил», материала, используемого принтером. Исследователям удалось подобрать вещество, которое сочетает высокую электрическую проводимость со способностью мгновенно затвердевать при контакте с воздухом и сохраняться жидким внутри принтера. Кроме того, разработчикам печатной микробатареи пришлось подобрать состав, содержащий оксид лития. После того, как принтер сформировал электроды и добавил оксид лития в виде наночастиц, батарея закрывалась корпусом и заливалась электролитом. Все изделие в сборе сопоставимо по размеру с песчинкой. Это позволяет обеспечить долговременную работу вживляемым приборам для мониторинга крови и других параметров в организме пациента.

Цифровые технологии уже широко применяются в производстве ювелирных изделий, бижутерии и аксессуаров. Трёхмерное моделирование позволяет создать точный

цифровой макет будущего изделия и распечатать сначала прототип, дающий мастеру возможность подержать в руках и доработать изделие заранее. После этого, печатается или фрезеруется модель из выплавляемого или выжигаемого воска/фотополимера, которая заливается гипсом для получения литьевой формы и выгорает (выплавляется) в процессе заливки, позволяя металлу заполнить форму и точно повторить малейшие нюансы будущего изделия. Кроме того, уже есть 3D-принтеры печатающие непосредственно драгметаллами, но пока цена порошка для таких машин слишком высока для постоянного применения.

Исследовательская группа Mediated Matter разработала высокоточный метод 3D-печати прозрачного стекла. Технологию под названием G3DP создавали при участии специалистов Массачусетского технологического университета (MIT) и Гарвардского института Висса. В качестве исходного сырья для печати используется готовое стекло. Его расплавляют в камере, температура внутри которой превышает 1000 градусов. Затем стекло укладывают слоями, чтобы сформировать изделие. Конструкция позволяет располагать слои с высокой точностью – максимальное отклонение составило 0,44 миллиметра.

Быстрее, дешевле, точнее – нынешний тренд создателей и производителей 3D-принтеров, но с большой долей вероятности можно утверждать, что будущее за теми, кто выйдет на рынок с необычными возможностями своих устройств. Креатив проявит в решении выхода на потребителя.

Например, с производством еды при задействовании 3D-принтера. И работы в этом направлении уже ведутся.

Одним из первых прототип подобного устройства представил американский инженер Аньян Контрэктор из компании Systems & Materials Research Corporation. Вскоре на его разработку обратили внимание в NASA и выдали грант на дальнейшие исследования. Еду принтер создаёт из нескольких питательных компонентов, содержащихся в спе-

циальных картриджах. Их срок годности — не менее 30 дней, что решает проблему со скоропортящейся едой.

Продолжением темы «печати» еды с помощью 3D-принтера является разработка Массачусетского технологического института, которая обещает американским солдатам таким необычным способом готовить обед прямо на поле боя. Кроме того, технологию планируют внедрить и в целях экономии. «Она позволяет сократить расходы на обеспечение войск продуктами питания в районе операционных действий и расширить ассортимент блюд, входящих в солдатский паек», - заявил специалист в области военной логистики армии США Лорен Олексик. Разработчики собираются учитывать вкусы военных, тем более, что по части ингредиентов в составе еды из принтера ограничений нет. Оператор сможет занести в компьютер любой состав будущего блюда, и устройство его распечатает. «3D-принтер способен производить пищу с заданными параметрами. Они включают количество калорий, протеина, углеводов и витаминов», - добавил специалист в области военной логистики армии США.

Ещё один проект, занимающийся разработками напечатанной на 3D-принтере еды – нью-йоркская компания Modern Meadow. Ее специалисты сосредоточились на создании кожи и мяса и в 2014 году получили грант в размере \$10 млн. «Настоящий 3D-печатный стейк – это почти фантастика на сегодняшний день, – отметил глава фирмы Андраш Форгэкс. «Конечно, это будет не первый наш продукт, потому что создать стейк – дело очень сложное. Первой волной мясных продуктов, созданных таким методом, скорее всего, станут полуфабрикаты из рубленого мяса и паштеты».

В Израиле учёные создали 3D-принтер, печатающий еду из наноцеллюлозы. Его изобрели Идо Браславски и Одеда Шосейова. Их новое устройство сможет превращать наноцеллюлозу в необходимые человеку полезные компоненты. Это сырьё было выбрано потому, что в нём практически не содержится калорий. Помимо того, ферменты,

находящиеся в пищеварительном тракте, легко его переваривают. Наноцеллюлоза будет смешиваться в специальных картриджах с такими веществами, как жиры, белки, углеводы, витамины и антиоксиданты. После дополнительной обработки лазером, приготовленное блюдо станет иметь вид традиционного яства. Специалисты полагают, проект принтера, печатающего еду в формате 3D, может стать коммерческим. В частности, они рассчитывают, что им заинтересуются рестораны FastFood. Помимо того, изобретатели считают, что данное устройство сможет выступить в качестве настоящей находки для людей, внимательно соблюдающих свой рацион питания. Это касается не только диабетиков или вегетарианцев, но также и спортсменов.

Стоит отметить, что уже существует несколько серийно выпускаемых, и достаточно популярных при этом, пищевых 3D-принтеров. Одни из них печатают конфеты любой заданной формы из специального состава. Такие аппараты, кроме расходного материала, почти ничем не отличаются от обычных 3D-принтеров. Есть и более специализированные. Например, английский Choc Creator печатает шоколадом как плоские картины для оформления тортов, так и объёмные объекты. Конструкция позволяет загрузить в него несколько различных ингредиентов и получать на выходе разнообразные блюда. Есть и специальный принтер для блинов, создающий блинчики и оладьи любой заданной формы. Он, кстати, и стоит относительно недорого, и в обращении прост.

В общем, технология создания пищевых 3D-принтеров совершенствуется. Можно предположить, что в ближайшем будущем появятся недорогие и общедоступные кухонные 3D-принтеры, как специализированные, так и универсальные, совмещённые с кухонным комбайном и духовкой, где на входе – ингредиенты, а на выходе готовое блюдо. Ожидается, что интерес «к печати еды» будет повышен в свете проектов будущего – межпланетным перелётам и создания баз на Луне и Марсе, к чему челове-

ство идёт, и где никак не обойтись без «конфигуратора» Роберта Шекли, который в том числе и еду б готовил по принципу нынешней 3D-печати.

Из других нестандартных применений 3D-печати можно выделить работы компании NVIDIA, которая продемонстрировала свой новый продукт из области искусственного интеллекта (ИИ), способный создавать трёхмерные графические изображения. Сравнив работы искусственного интеллекта и настоящих 3D-художников, специалисты пришли к выводу, что программа справляется с задачами не хуже людей. Это означает, что ИИ сможет существенно упростить людям жизнь, к примеру, взяв на себя прорисовку лиц персонажей из видеоигр, ведь ИИ Holodeck от NVIDIA тратит на создание трёхмерной модели лица человека примерно столько же времени, сколько на это обычно уходит у профессионального художника. Сейчас, чтобы нарисовать реалистичное лицо с правдоподобной анимацией, человеку требуется потратить сотни часов. Пока ИИ Holodeck тратит столько же времени, но он очень быстро учится, поэтому вскоре он сможет помочь сэкономить людям до 80% времени, создав при этом правдоподобные модели лиц.

«Мы хотим изменить мир компьютерной графики, привнеся в него искусственный интеллект. Сейчас мы занимаемся созданием программы, способной взять на себя полный цикл создания 3D-графики. После того, как мы достигнем необходимого уровня, приступим к выпуску комплектов ПО для разработчиков», – заявил Грэг Эстес, вице-президент отдела маркетинга и разработки NVIDIA. Помимо ИИ, занимающегося 3D-анимацией, в NVIDIA создают и другие программы, умеющие обрабатывать изображения, делая их более реалистичными. Компания делает большие ставки на программы искусственного интеллекта.

Если NVIDIA пойдёт дальше – скооперирует искусственный интеллект для 3D-графики с 3D-печатью и роботизацией, то вполне возможно в будущем ожидать такого правдоподобия в играх, про которое сейчас даже думать

не хочется. Не потому, что это невозможно в принципе, а потому, что сейчас сложно представить, как это отразится на реальной жизни – станет ли благом или обернётся обратной стороной, куда лучше не заглядывать, чтоб на себя не вытащить. Но это уже из области страшилок, которыми нас пугают луддиты XXI века.

Про луддитов XXI века в следующих главах книги, а здесь, возвращаясь к креативу в 3D-печати, стоит заметить, что нестандартность подхода к 3D-технологиям может проявляться и в стандартных процессах. В тех же технологиях создания новых материалов. Но не методам тыка – сначала получил, что-то необычное и думу думаешь, куда б пристроить, а через целенаправленный поиск, когда задаются параметры, и в их направлении создаётся новый материал.

По этому пути идут исследователи из Университета науки и технологии Миссури, разрабатывающие способ использовать технологию 3D-печати для того, чтобы создавать новые металлические материалы, которые будут прочнее и легче, чем существующие. Процесс изготовления таких металлов дополнительно включает моделирование производственного процесса, создание сети датчиков и бесшовную технологию изготовления. Металлические материалы, созданные учёными, представляют собой структурные аморфные металлы. Они созданы с помощью лазера, расплавляющего металлический порошок, который затем осаждается слой за слоем для получения 3D-печатного объекта. Исследователи работают над поиском необходимой скорости охлаждения, чтобы металлические материалы получались аморфными, а не с обыкновенной кристаллической структурой. Привлекательность аморфных металлов заключается в их структуре. То есть материал, будучи составлен из крошечных фрагментов, как песчинки, получается прочнее и более устойчивым к трещинам, чем обычные металлы с регулярной структурой. В то время как обычные металлы, как правило, разрушаются вдоль линий своей структуры, в аморфных металлах таких

линий нет. Есть надежда, что можно будет создать новые материалы в 10 раз прочнее обычных металлов, при этом снизится количество вещества, необходимое для производства объекта, вес изделия, а также затраты на производство.

С металлом в 3D-печати работает и доктор Кристофер Уильямс, доцент факультета машиностроения Политехнического университета Вирджинии. Он занимается созданием 3D-принтера, который печатает медью. Хотя в 3D-печати металлом нет ничего нового (некоторые компании уже вовсю применяют технологии прямого лазерного спекания металлов и электронно-лучевой плавки), доктору Уильямсу и его команде удалось собрать абсолютно новый тип 3D-принтера, ведь до них с медью мало кто отваживался работать.

«Нам удалось собрать совершенно уникальный 3D-принтер, – объясняет Кристофер Уильямс. – С медью крайне сложно работать. Однако мы открыли метод разбрызгивания связующего вещества, при котором печатающая головка выборочно вводит клей в медный порошок, и так слой за слоем. Потом мы помещаем изделие в печь, чтобы частицы порошка сплавилась и спеклись между собой. Таким образом можно изготовить медное изделие даже самой сложной формы».

Хотя этот процесс кажется достаточно перспективным, есть ещё пара задач, которые доктору Уильямсу и его команде предстоит решить. Главная сложность заключается в том, что после сплавления медных частиц в печи между ними остаются крошечные воздушные пространства. В результате детали получаются гораздо более хрупкими, чем изготовленные традиционными методами, например, путём обработки и шлифовки медных слитков. Исследователи подбирают состав наносuspензии, которая заполнит промежутки между частицами порошка, свяжет их между собой и повысит плотность изделия. Для изготовления такой наносuspензии исследователи решили добавить в клей наночастицы, которые и заполняют промежутки в медном

порошке во время спекания. Хотя можно пойти и в обратную сторону – создать пеномедь, увеличив размеры пузырьков в материале, что придаст ему лёгкость. Но тут уже придётся думать: «А кому этот материал станет нужным?». Вполне возможно, что нанопористые структуры в современном ювелирном деле окажутся интересны, только вместо меди золото и прочие драгметаллы в 3D-принтер грузить надо.

А пока что в направлении внедрения 3D-принтеров в ювелирное дело компания Cooksongold совместно с EOS создали принтер для 3D-печати из драгоценных металлов. Cooksongold разработала порошки из золота (розовое, желтое, белое) и с помощью принтера M080 изготавливает драгоценные изделия сложных форм, которые не под силу традиционному литью. При этом, 99 % неиспользуемого порошка вторично используется в производстве. Представитель компании Давид Флетчер рассказал о возможностях принтера по печати ювелирных изделий: отсутствие ограничений на дизайн; сложные формы, недоступные при традиционном литье; тонкие стенки изделий; лёгкий вес, полые изделия; изготовление неразъёмных соединений; короткое время производства – от 4 часов плюс 1,5-2 часа на обработку.

По части получения готовых изделий с применением 3D-принтеров большим шагом вперёд явятся технологии одновременной работы с несколькими материалами с различными свойствами. Как, например, технология трёхмерной печати, разработанная учёными Гарвардского университета, которая позволяет одновременно смешивать и наносить различные концентрированные вязкие материалы. Разработка позволит печатать мягких роботов с интегрированными токопроводящими элементами. Исследователи создали для 3D-принтера новую печатающую головку, к которой по трубкам могут подводиться несколько жидкостей с разной вязкостью. Сопло такой печатающей головки инженеры оснастили импеллером – быстро вращающейся во время печати трубкой с продольными прорезья-

ми, которая отвечает за активное смешивание жидкостей. Эта технология уже была апробирована на нескольких материалах. В частности, новая печатающая головка использовалась для нанесения силоксанового каучука и специальных чернил с различной токопроводящей способностью. Кроме того, для печати использовалась и эпоксидная смола с отвердителем. Сегодня уже существуют 3D-принтеры, позволяющие одновременно наносить гетерогенные жидкости разной вязкости, однако в них используется пассивное смешивание материалов. Из-за этого перемешивание получается неоднородными, и точность печати значительно снижается при применении вязких гелей.

В промышленном использовании 3D-принтеров новые перспективы открывают технологии одновременной работы 3D-печати с дискретными элементами создаваемого изделия. Тут можно выделить разработчиков из Принстонского университета, которые представили новый метод сложной 3D-печати. Учёные создали контактные линзы, соединяющие в себе полимеры и настоящие микроскопические светодиоды. Такие линзы буквально излучают свет, однако они совершенно непригодны для ношения на глазах. «Мы создали уникальное устройство, не рассчитывая, что ему найдётся практическое применение. Наши линзы не стоит надевать на глаза, хотя бы потому, что они имеют внешний источник питания», – рассказывает ведущий автор исследования Майкл Макальпин. Новые линзы являются наглядной демонстрацией возможности создания на 3D-принтере интегрированных объектов из сложной электроники, встроенной в различные материалы. «Данная работа показывает, что современные методики и технологии позволяют печатать на 3D-принтере сложную электронику, включая полупроводники», – поясняет Майкл Макальпин. Сами контактные линзы состоят из жёсткого пластика. Исследователи использовали особые нанокристаллы (квантовые точки) для создания светодиодов, способных генерировать свет с нужной длиной волны. Изменяя размеры квантовых точек, материаловеды могут варьировать цвет

излучаемого света. «Если говорить о 3D-печати буквально, то квантовые точки у нас выступили в роли чернил. В результате нескольких экспериментов мы смогли получить два цвета испускаемых лучей – зелёный и оранжевый», – говорит ведущий автор исследования. Аддитивное производство, оно же 3D-печать, по словам инженеров, может стать решением проблемы по созданию устройств из сложно комбинируемых материалов. Новое исследование является попыткой объединить электронику с пластиком, что при других условиях производства было бы сделать труднее. Удобство же 3D-принтеров в том, что они позволяют создавать как горизонтальные, так и вертикальные структуры в электронике, тогда как любой другой метод производства предполагает конструирование лишь горизонтальных структур на плоскости с последующим наслаиванием.

Ещё одна работа в области сложной 3D-печати ведётся компанией Rohinni из штата Айдахо, США. Её инженеры создали 3D-печатную светящуюся бумагу. Разработка получила название Lightpaper («Светобумага»). Фактически, это тонкие листы светодиодных массивов, которые могут быть согнуты в различные формы или использованы для покрытия различных поверхностей. Light paper создаётся за счёт смешивания крошечных светодиодов с «чернилами», служащими в качестве субстрата. Затем, полученная смесь наносится на токопроводящий слой. «Начинка» запечатывается между двумя прозрачными защитными слоями. При этом размер светодиодов сопоставим с размером эритроцитов. Получаемая «светящаяся бумага» даже тоньше, чем органические светодиоды, применяемые в производстве OLED-дисплеев. Для чего можно применять такие устройства? Хотя бы для подсветки автомобильных логотипов, в качестве светящихся обоев или наклеиваемых светильников. Согласно Нику Смуту, главному маркетологу Rohinni, компания намеревается сделать технологию печати Lightpaper доступной для любителей. Если старания компании увенчаются успехом, то в скором времени

мы сможем украшать светящимся материалом корпуса наших телефонов, переделывать стены спален в ночные светильники, мастерить светящиеся циферблаты часов – как повелит фантазия. «Lightpaper – световая технологическая платформа, о полном потенциале которой даже мы можем только догадываться», – рассказывает Ник Смут.

Другая стезя 3D-печати – изготовление приборов для научных исследований. Здесь пока что поле непаханое, но первые шаги сделаны. Учёные Калифорнийского Университета в Лос-Анджелесе напечатали на 3D-принтере специальный прибор – электронный микроскоп, который подключается к смартфону и способен заменить обыкновенный дорогостоящий электронный микроскоп для рассматривания структур ДНК. «Напечатанный» микроскоп работает в связке со смартфоном под управлением операционной системы Windows Phone. Точность измерения пока не превышает 10000 структур. Но это не предел. В будущем учёные планируют значительно увеличить этот показатель в несколько раз. Подобный гаджет обязательно будет востребован в странах с низкими уровнями дохода населения, где люди не имеют доступа к дорогостоящим генным исследованиям. Все, что нужно для подобных измерений: смартфон, программное обеспечение и сырьё для 3D-принтера.

Ну и опять про то же – органические 3D-принтеры. Исследователи из Оксфорда сообщили, что им удалось успешно напечатать трёхмерную конструкцию из живых клеток. Этот эксперимент открывает дорогу к созданию универсальной платформы для 3D-печати живых тканей, с перспективой воссоздания синтетического аналога любого участка человеческого тела. 3D-принтер для живых тканей функционирует идентично устройствам для работы с полимерами, но сами печатные схемы совершенно иные. Необходимо учитывать, что готовое изделие не будет стабильно, оно должно жить, разрастаться, в нем будут протекать различные биологические процессы. В противном случае результат будет представлять собой бесполезный

ключок синтетической плоти. Проблема работы с живыми клетками в том, что они имеют тенденцию к смещению во время печати и обладают склонностью к спонтанному суициду. Чтобы этого не происходило, оксфордские учёные решили оборачивать каждую клетку перед 3D-печатью в персональное липидное покрытие. Получается своего рода «кирпичик» – очень удобный элемент для составления различных конструкций. Технология печати фрагмента тела или целого органа на основе ДНК конкретного человека открывает перед учёными новые биомедицинские возможности. Так, его можно проверить на совместимость с аллергенами, лекарствами, реакцию на токсины, облучение или малоизученные вещества, не подвергая риску самого пациента. В перспективе же 3D-печать живых тканей может стать новой отраслью регенеративной медицины.

А вот китайские физики решили использовать 3D-принтеры по-простому, без заумных прибабушек, но с коммерческой живинкой. Они обратили внимание на полимеры, по-разному реагирующие на свет – некоторые из них твердеют при воздействии света, другие распадаются или усыхают – для своеобразной «3D-печати» с помощью проектора и компьютера с программой Power Point. Полимерный материал, реагирующий на свет, помещают в специальную ёмкость, проецируют на неё слайд, подсвечивая его с разной интенсивностью, что позволяет полимеру принимать необходимую форму прямо внутри ёмкости. От продолжительности подсвечивания и яркости зависит толщина конкретного участка и его гибкость. Подготовив определённые слайды, можно создать фигуру практически любой сложности. Полимер, который использовали китайские исследователи, гнётся только при очень небольшой толщине, поэтому, с его помощью получается создать только небольшие оригами, чей размер не превышает пары сантиметров. «Тем не менее, это уже неплохой задел на будущее – любой человек, имеющий дома проектор и Power Point может заняться чем-то подобным», – говорит физик Дайнин Фан из университета Пекина. Сейчас учёные

продолжают экспериментировать с другими видами полимеров, стараясь сделать что-нибудь побольше и попрочнее.

Ну, уж и совсем незамысловато про 3D-печать, что на рынок само просится, остаётся только вопрос цены. Компания Artex Group, запустила свой сервис Shapify, позволяющий любому желающим мгновенно сделать свой 3D-скан и через некоторое время получить свою миниатюрную копию в цвете. Artex собрали большую будку с освещением и сканерами по кругу, с помощью которой делается 3D-скан человека. Shapify не единственное решение со своей 3D-будкой, однако, оно самое удачное с точки зрения облачной инфраструктуры, поддержки расчёта и фиксации моделей, что существенно облегчает жизнь тем, кто хочет сделать бизнес на этом. Само решение продаётся под ключ, единственно, что ему не хватает – получения на месте результатов сканирования в виде трёхмерной статуи клиента. Тут уже всё зависит от качественного 3D-принтера к 3D-будке подключённого. Всё может быть изготовлено дистанционно, главное, чтобы клиент качеством своей 3D-модели остался доволен и цена его устроила.

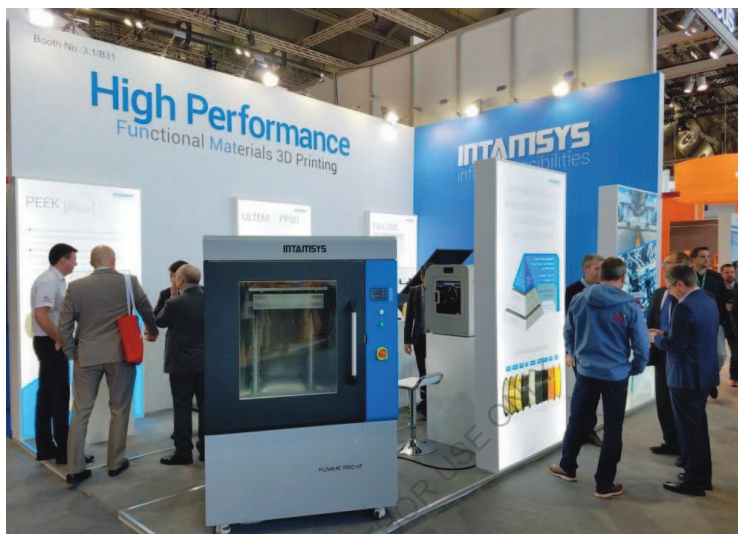
3D-печать идеальна для создания всевозможных полезных мелочей для дома. Если раньше трёхмерное моделирование представляло собой исключительно трудоёмкий процесс, то сегодня любой, даже самый простой настольный 3D-принтер способен напечатать трёхмерную модель с разрешением в 100 микрон. Роль человеческого фактора при этом сводится к минимуму, а изготовленный предмет будет в точности соответствовать своей компьютерной модели. Особенно хороша 3-D печать для изготовления запчастей к сломавшейся бытовой технике, фурнитуры для мебели, дизайна жилища. Можно создать с нуля игрушку для ребёнка или скачать 3D-модель из интернета и придать ей уникальности в программе-редакторе. При этом, такая игрушка по себестоимости будет дешевле покупной и гораздо интереснее для ребёнка, поскольку он будет вовлечён в процесс её создания. Покупая домой та-

кой инструмент как 3D-принтер, родители могут печатать несколько разных игрушек в день: от простых до самых сложных и развивающих – для бесплатного скачивания уже доступны тысячи моделей. Постоянно разрабатываются всё новые и новые материалы для трёхмерной печати, обладающие всевозможными механическими и эстетическими свойствами, а 3D-принтеры и расходные материалы к ним постоянно дешевеют. Через несколько лет такой аппарат может стать неотъемлемой частью почти каждого жилища, как сейчас – телевизор. И неудивительно – полезность этого устройства в быту сложно переоценить. 3D-принтеры в каждый дом – это уже действительно будет умопомрачительный рывок в стремлении удовлетворить растущие потребности потребителей, переход на вышестоящий виток развития цивилизованного мира.

Рынок аппаратов для 3D-печати и сканирования постоянно растёт, а вместе с ним увеличивается разнообразие представленных моделей и материалов для печати, повышается качество работы 3D-принтеров, скорость печати и разрешение, диапазон применимых материалов и размеры рабочих областей. Цены же становятся всё ниже. С состоянием дел в области 3D-печати на конец 2017 года можно было ознакомиться на выставке аддитивных технологий Formnext 2017, которая прошла во Франкфурте-на-Майне в ноябре 2017 года. В частности там были представлены:

- **3D-принтеры для печати по технологии FDM** (Fused Deposition Modeling), принцип работы которых основан на послойном выращивании изделия из предварительно расплавленной пластиковой нити. Аппараты для печати расплавленными пластмассами были представлены моделями компаний INTAMSYS, ROBOZE, VSHAPER, 3DGENCE, APIUM. Эти принтеры печатают обширным спектром материалов, включая композитные пластики с наполнением карбоном и металлом, стеклопластик, все традиционные материалы для FDM и высокотемпературные промышленные материалы, которые используются для изготовления

функциональных деталей в прототипах устройств или в мелкосерийном производстве сложных деталей. Механические и химические характеристики изделий, получаемых с помощью 3D-принтеров по технологии FDM позволяют им в некоторых узлах вполне успешно соперничать с металлом.



- **Оборудование для 3D-печати металлом** по принципу, аналогичному FDM-печати пластиком с последующим запеканием, выставили такие производители, как AIM3D, APIUM, GEWO 3D. Эти аппараты печатают материалом состоящим из частиц металла и связующего вещества. После запекания получается изделие с монолитной металлической структурой. На выставке также было представлено большое количество 3D-принтеров для прямой печати металлом по другим технологиям. В их числе – Orlas Creator и Aurora LABS S-Titanium Pro.



Аппарат Orlas Creator сплавляет металлический порошок в атмосфере аргона или азота 250-ваттным оптоволоконным лазером и обещает производительность на 30% выше, чем у аналогов других производителей. Размер создаваемых деталей вписывается в куб с ребром 110 мм, а диаметр луча составляет всего 40 нм, что позволяет создавать гладкие и точные поверхности.



Аппарат S-Titanium Pro компании Aurora Labs, который может печатать металлические детали в аргоновой атмосфере размером до 200×200×500 мм и весом до 150 кг, снабжён двумя лазерами по 150 Ватт, разрешение печати – 100 нм по XY и 25 нм по Z. Получаемые поверхности не такие гладкие, как в Orlas, но объём камеры построения и увеличенная мощность дают свои преимущества. Аппарат способен как спекать (DMLS), так и сплавлять (DMLM) ме-

таллический порошок, а также работать по третьей технологии — DED (Direct Energy Deposition), что позволяет печатать деталь из трёх различных материалов, в числе которых несколько сортов нержавеющей стали, титан, конструкционные сплавы.

Компания Desktop Metal представила систему для массового производства сложных металлических деталей. Фирма утверждает, что её аппараты способны создавать сложные металлические детали в 100 раз быстрее, чем современные лазерные 3D-принтеры. В этой линейке: Studio System для прототипирования и использования небольшими группами, Production System – более крупная система для производства. В Production System используется впрыск расплавленного металла (Metal Injection Molding MIM – инъекционное литье металла) – аналог струйной печати. Этот процесс не требует однородности размера частиц, как того требуют лазерные системы 3D-печати, что делает материалы для него на 80% дешевле. MIM может использовать существующие на рынке порошки недорогих высококачественных сплавов, распылённых различными способами.

- **Аппараты для лазерного спекания полимеров** представили компании SHAREBOT, SINTERIT и XYZprinting. Такие 3D-принтеры созданы для послойного лазерного спекания полимерных порошков, в том числе и композитных. Они печатают с точностью, превышающей разрешение FDM-принтеров. Цены на такие аппараты, ранее доступные только крупным предприятиям, заметно снизились в 2017 году. При стоимости в 20–40 тысяч долларов, они обеспечивают промышленное качество печати и имеют более компактные размеры, чем традиционные промышленные установки. Качество распечаток не требует постобработки. Аппараты могут применяться в тяжёлой промышленности, автомобилестроении, аэрокосмической отрасли.



Стоит отметить, что в 2017 году 3D-печать вышла за рамки создания прототипов и бросила вызов традиционному массовому производству. В подтверждение тому издание Technology review подготовило список пяти самых впечатляющих вещей, напечатанных на 3D-принтере в 2017 году.

3D-печать стала прорывом для Adidas – с её помощью компания производит обувь на 90 % быстрее, чем раньше. Фирма запустила производство кроссовок с 3D-печатной подошвой. Коллекцию Futurecraft 4D планируется выпустить на массовый рынок в 2018 году. Дальше компания откроет ещё одну роботизированную фабрику в Атланте, где будет применяться 3D-печать. Adidas хочет печатать миллион кроссовок в год.

В 2017 году инженеры из Массачусетского технологического института разработали технику, которая в разы ускоряет печать. На первый взгляд кажется, что в печати таких изделий как очки, шестерёнки, макеты зданий, миниатюрные статуэтки нет ничего особенного, и даже простые принтеры уже печатали что-то подобное. Но в работах МТИ речь идёт в первую очередь о скорости. Наблюдая за процессом печати, представленном инженерами из Массачусетса, кажется, что видео ускорили. На самом деле ускорили не запись, а печать – то, что раньше занимало часы, теперь печатается за минуты.

Скорость проникла не только в 3D-печать пластиковых игрушек, моделей и деталей. Печать становится все эффективнее и в промышленности. Например, появилась си-

стема Markforged. Она объединяет тысячи принтеров, которые могут производить идентичные металлические изделия примерно в 50 раз быстрее и в 20 раз дешевле, чем традиционное производство. Здесь опять не обойтись без упоминания про 3D-принтер от Desktop Metal, который печатает из металла в 100 раз быстрее существующих машин, но при этом сам принтер 10 раз дешевле аналогов, а расходный материал для него обходится в 20 раз дешевле представленных на рынке. В результате стоимость производства упадёт в разы, а стоимость продукции, изготавливаемой таким образом снизится минимум в 10 раз. При такой производительности принтер безопасен: не используются ядовитые металлические порошки, отсутствует лазер, все это делает возможным устанавливать такие принтеры прямо в офисе или даже дома. Обслуживание также упрощено: не требуется специальный персонал или оборудование.

В ноябре 2017 года General Electric представила новый 3D-принтер, печатающий из металла. Его главная особенность – размеры, которые позволяют интегрировать принтер в производство деталей для аэрокосмической индустрии. Тогда же принтер напечатал первое сопло для реактивного двигателя. Есть и другие успешные проекты. Австралийские инженеры спроектировали, напечатали на 3D-принтере и испытали целый реактивный двигатель.

Главным недостатком ранних версий металлических принтеров было то, что они производили хрупкий металл. Печать на них была постоянным компромиссом между прочностью и пластичностью. Но 2017 год стал прорывным и в этом вопросе. В Ливерморской национальной лаборатории (США) добились внедрения в 3D-печать одной из самых распространённых форм нержавеющей стали AISI 316L, которая используется в химической промышленности и судостроении. При этом лазерное спекание при формировании каждого слоя изделия завершалось быстрым охлаждением, которое заставляло кристаллы сплава упаковываться более плотно, укрепляло соединяющие их

«стенки» и делало изделие прочнее, нежели при изготовлении обычными методами.

Таковыми представляются изданию Technology review пять самых значимых достижений 3D-печати в 2017 году.

Возвращаясь к преамбуле этой главы... Во второй половине XVII века человечество изобрело паровой двигатель, подтолкнувший мир к первой промышленной революции. Вторая промышленная революция, связанная с изобретением двигателя внутреннего сгорания и распространением электричества, длится до сих пор и явно переживает период упадка. Её технологии уже выработали свой потенциал и ждут, когда на смену им придёт нечто другое, более совершенное. Что это может быть? Существует мнение, что именно технологии 3D-печати смогут придать развитию человечества новый импульс.

Это сейчас возможности 3D-принтеров вызывают не более чем любопытство сродни тому, что мы обычно испытываем в зоопарке, глядя на неведомую зверушку, однако в долгосрочной перспективе их потенциал поистине огромен, и уже в ближайшие годы 3D-печать получит ещё большее распространение и кардинально изменит представления о производстве вещей, делая их более доступными и уникальными. А это однозначно скажется на культуре производства и потребления, неотвратимо изменяя облик повседневной жизни человека.

Многие учёные предрекают наступление эры 3D-печати, которая приведёт к полной децентрализации общества. Наряду с развитием солнечной энергетики и тотальной информатизацией, трёхмерная печать может стать толчком к развитию автономности домов, в рамках которой единственная потребность в связи с внешним миром будет заключаться в необходимости покупки сырья для 3D-принтеров. В результате логистика в своём нынешнем виде исчезнет, а её место займёт нечто совершенно другое. Хорошо это или плохо, сказать трудно, однако тот факт, что наш мир в скором времени изменится до неузнаваемо-

сти, уже не вызывает никаких сомнений, и не последнюю роль в этом сыграют 3D-технологии.

FOR AUTHOR USE ONLY

2.2 Зелёные технологии

Как было сказано и показано в предыдущей главе, в наши дни мощным фактором, давшим новый толчок прогрессу в направлении растущих потребностей человечества, стало распространение цифровых технологий: 3D-моделирования, 3D-сканирования, объёмной печати и роботизации. Но для того, чтобы инновационный продукт органично вписался в многомерное пространство будущего, на современном этапе развития общества на первый план выходит экологическая составляющая любой инновации, то есть инновация, помимо всего прочего, должна быть экологически приемлемой. По оценкам многочисленных экспертов экологические технологии, в просторечии называемые «зелёными технологиями», станут лидирующими в развитии мирового хозяйства в XXI веке. Заключение экспертов не на пустом месте появились – в последние годы в условиях реализации стратегии экологически ориентированного роста «зелёные технологии» в цивилизованном мире развиваются ускоренными темпами. Важнейшими стимулами роста служат различные меры государственной политики, а также новые возможности, открывающиеся перед бизнесом на экологическом рынке, который быстро растёт под влиянием спроса со стороны потребителей.

Смена технологической парадигмы и диверсификация производства в сторону малозатратных, малоотходных, малотоксичных «зелёных технологий» произошла в конце XX века и коснулась практически всех, как уже существующих, так и только разрабатываемых технологий. В связи с этим в развитых странах граждане вместе с правительствами ставят задачу и принимают программы национального и интернационального характера по защите окружающей среды и человека от него самого, осознав, что пришло время спасти планету от нас самих, неразумно, избыточно эксплуатирующих и нагружающих природу. Отве-

том на эти вызовы явилось новое направление науки и практики под названием «зелёные технологии».

Стоит отметить, что не существует единого определения понятия «зелёных» или экологически чистых технологий. Общий подход предполагает достижение их главной цели – снижение негативного воздействия на окружающую среду путём сокращения объёмов потребляемых ресурсов, уменьшения количества отходов вплоть до их полного возврата в производство посредством глубокой переработки, использования в производственных процессах механизмов и принципов, «работающих» в природе, повышения энергоэффективности производства и быта, улучшения свойств материалов с позиции экологической безопасности.

Согласно классификации Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), «зелёные технологии» охватывают следующие сферы:

- общее экологическое управление (управление отходами, борьба с загрязнением воды, воздуха, восстановление земель);
- производство энергии из возобновляемых источников (солнечная энергия, биотопливо и другое), смягчение последствий изменения климата, снижение вредных выбросов в атмосферу, повышение эффективности использования топлива, а также энергоэффективности зданий и бытовых приборов.

Если развернуть эту сжатую формулу, то получим, что «зелёные технологии» по существу охватывают все области деятельности человека и нацелены на:

- устойчивое развитие современного общества для блага будущих поколений с решением глобальных задач: предотвращение истощения ресурсов, налаживание разумного природопользования, улучшение демографии, исключение токсичности производства;
- производство нетоксичных продуктов по замкнутому циклу: производство – утилизация – новое производство

(от рождения до рождения – «cradle to cradle», вместо нынешнего «grave to grave» – от могилы до могилы);

- максимальное, вплоть до нуля, сокращение отходов за счёт инноваций в технологиях и в структуре потребления;

- принципиальную модификацию вредных производств и замену их на безвредные с использованием естественных технологий, созданных природой за миллионы лет;

- замена не возобновляемых природных ресурсов на альтернативные возобновляемые источники сырья и энергии;

- исключение использования вредных синтетических химикатов в сельском хозяйстве, внедрение биотехнологий в земледелие, животноводство и переработку сельхозпродукции.

В настоящее время «зелёные технологии» внедряются во всю цепочку деятельности компаний, включая, помимо производства, потребление, менеджмент и методы организации производства, во имя решения глобальных задач по устойчивому развитию современного и будущего общества, а именно:

- модификация и замена вредных производств;

- развитие новых альтернативных видов энергии и новых видов топлива;

- поиск новых подходов к безопасной и доступной пище и воде;

- защита от загрязнения атмосферы, почвы, пресной воды и мирового океана;

- разумное регулирование демографии.

В целом ряде развитых стран действуют масштабные государственные планы и программы стимулирования разработки экологических технологий и инноваций, создаются специальные исследовательские центры и фонды. Значительным стимулом развития «зелёных технологий» служат стандарты, налоги, субсидии и другие меры государственной политики. Множество программ, направленных на поощрение развития природоохранных технологий, действует в США, а в ЕС в соответствии с седьмой рамоч-

ной программой научно-технологических мероприятий в 2007-2013 годы на развитие экологически чистых технологий было затрачено 10 млрд. евро.

Тенденцией последних лет становится повышенное внимание к экологическим технологиям со стороны быстроразвивающихся стран. Например, значительные суммы на их разработку выделяются в Китае и Индии. В Китае действуют более 1600 государственных инкубаторов и научных парков, большинство из которых вовлечены в проекты по разработке экологически чистых технологий. Благодаря этому Китай занимает одну из лидирующих позиций в мире по патентам в шести основных областях, включая ветровую энергетику, производство биотоплива и экологически чистое использование угля.

Основная часть «зелёных технологий» сосредоточена в относительно небольшом числе стран, при этом разные страны специализируются на тех или иных видах технологий. Технологии по борьбе с водным и воздушным загрязнением, по управлению отходами активно развиваются в странах Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР): в Австралии – по борьбе с загрязнением воды, в Дании – по возобновляемой (в первую очередь ветровой) энергетике, в Германии – по борьбе с загрязнением воздуха, в Испании – по солнечной энергетике. Значительный прогресс в разработке «зеленых технологий» отмечается также в странах БРИИКС: Бразилия, Россия, Индия, Индонезия, Китай, ЮАР разрабатывают технологии по управлению отходами, контролю над загрязнением воды и возобновляемой энергетике.

Важную роль в проведении научных исследований и разработок в сфере «зелёных технологий» играют частные компании (включая малый и средний бизнес), которые рассматривают их в качестве возможности повысить эффективность производства и, как следствие, свои конкурентные преимущества. Значительную активность в этой области проявляют венчурные компании. Один из основных показателей развития «зелёных технологий» – патентная ак-

тивность. В 2000-е годы значительный рост демонстрировали технологии по смягчению последствий изменения климата. Наибольшими темпами увеличивалось число патентов в сфере возобновляемой энергетики и контроля над загрязнением воздуха. Так, по сравнению с 1997–1999 годами число патентов в сфере солнечной энергетики выросло в три раза. Намного медленнее растёт число патентных заявок в области хранения энергии и переработки материалов. В изобретательской деятельности в области производства энергии из возобновляемых и неископаемых источников по-прежнему лидируют европейские страны: в конце 2000-х годов на них приходилось 37 % патентов в этой сфере, за ними следовали США и Япония. Китай в этом виде патентов занял восьмое место. В отдельных сферах основными разработчиками выступают другие страны. Например, США имеют ведущие позиции по числу патентов в области производства электрических и гибридных автомобилей, Нидерланды – по энергоэффективности в зданиях и осветительных приборах.

«Зелёные технологии» – это яркое проявление современного тренда эффективности междисциплинарного подхода для решения сложных задач. Они не заменяют, а соединяют экологию, экономику, социальную технологию, основываясь на всех современных достижениях науки и техники. Пример тому «зелёная химия».

Научное направление под названием «зелёная химия» возникло в 90-х годах XX века и стало приоритетным направлением развития химии и экономики всего мира. Впервые этот термин ввёл доктор Пол Анастас из Йельского университета в 1991 году. Стоит заметить, что «зелёная» химия – это не раздел химии, а новый способ мышления в химии, при том многие ошибочно считают, что «зелёная химия» и экология – это одно и то же. Разница в том, что конечная цель «зелёной химии» – поиск безопасных с точки зрения химии и экологии способов деятельности общества во всех аспектах: от процессов производства

и использования энергоресурсов до выполнения ежедневной домашней работы.

Специфические особенности «зелёной химии» нашли своё отражение в 12-ти принципах, сформулированных Полом Анастасом и Джоном Уорнером.

1. Лучше исключить выбросы, чем потом затрачиваться на дорогостоящую утилизацию, очистку, уничтожение.

2. Стратегия синтеза новых веществ должна быть построена таким образом, чтобы все вещества максимально вошли в состав конечного продукта.

3. Максимально исключать использование в производстве токсичных веществ и получение в результате производства токсичных продуктов.

4. Выбор химических продуктов должен максимально повышать их эффективность и снижать токсичность.

5. Минимально использовать органические растворители и вредные вспомогательные вещества.

6. Преимущественно использовать процессы при температуре окружающей среды и атмосферном давлении.

7. Переходить к возобновляемому сырью.

8. По возможности при синтезе новых материалов и их модификации избегать получения промежуточных продуктов.

9. По возможности переходить от классических затратных стехиометрических реакций к селективным каталитическим.

10. По возможности производимые продукты должны быть биологически разлагаемы, т.е. не накапливаться в окружающей среде.

11. Аналитический контроль производства для предотвращения образования вредных веществ.

12. Технологии должны исключать утечку, пожары, взрывы, несчастные случаи.

Если кратко, то «зелёная химия» развивается в следующих направлениях:

- новые принципы синтеза,

- использование возобновляемых источников сырья, реагентов, материалов,
- замена традиционных органических растворителей.

При этом новые схемы химических реакций и процессов, которые сейчас разрабатываются в научных лабораториях, должны обеспечить экологическую безопасность общества, снижение ущерба окружающей среде и искоренение бедности, поскольку планомерное следование принципам «зелёной химии» позволяет в конечном итоге снижать затраты на производство.

В мире присуждаются награды и премии за заслуги в области развития «зелёной химии», что, несомненно, свидетельствует о внимании к этой проблеме. В частности, премию президента США Presidential Green Chemistry Challenge Award присуждают за инновационные решения, учитывающие интересы окружающей среды, причём независимо от того, президент какой партии находится у власти. Статус премии предусматривает выдающиеся заслуги отдельных специалистов и организаций в области исследования, развития и внедрения наиболее перспективных направлений технологии «зелёной химии».

В 2015 году премию Presidential Green Chemistry Challenge Award получили американская компания Nanotech Industries, Inc. и израильская компания Polymate Ltd. за разработку и освоение производства неизоцианатных полиуретанов и гибридных материалов на их основе. Специалистами израильской компании Polymate Ltd. была впервые создана промышленная технология получения покрытий, монолитных полов и вспененных полиуретанов, не содержащих токсичных и канцерогенных изоцианатов на всех стадиях технологического процесса. Отмеченная наградой работа была выполнена под руководством автора книги, в то время директора по науке и развитию компании Polymate Ltd, профессора Олега Фиговского. В сообщении о получении премии было отмечено: «As a recipient of this prestigious award, you are distinguished at the national level as in innovator in green chemistry».



На вручении премии Presidential Green Chemistry Challenge Award компании Polymate Ltd.

Слева направо:

*Дарин Неллис (Darin Nellis), директор по маркетингу компании;
Джим Джонс (Jim Jones), представитель Агентства по охране окружающей среды, США;*

*д-р. Дмитрий Бейлин (Dmitry Beilin), зав. лаб. компании;
проф. Олег Фиговский (Oleg Figovsky), директор компании по науке и развитию;*

*Джозеф Криштул (Joseph Kristul) президент компании;
Александр Корот (Alexander Korot), директор компании.*

В процессе разработки «зелёной технологии» производства покрытий, монолитных полов и вспененных полиуретанов, не содержащих токсичных и канцерогенных изоцианатов, компания Polymate Ltd. разработала несколько новейших технологий, защищённых более 10 патентами США, Европы и Канады. Неизоцианатные полиуретаны получают по реакции олигомерных циклокарбонатов, в том числе на основе растительных масел и олигомерных первичных аминов. Такие полиуретаны обладают высокой прочностью, ударо- и износостойкостью, а также гидролитической стабильностью. Этой же компанией разработана оригинальная технология nanoармирования твёрдых материалов (металлов, полимеров, керамики) уникальным методом суперглубокого проникновения. Тематика экологически безопасных (Environment Friendly) промышленных

нанотехнологий является основной тематикой исследований Международного нанотехнологического исследовательского центра «Polymate» (Израиль), создавшего более десяти таких технологий, защищённых патентами США.

Создание полиуретанов без ядовитых изоциананатов, отмеченное премией президента США Presidential Green Chemistry Challenge Award – отражение нынешнего тренда «зелёной химии»: «Не вместо, а вместе!», что означает разумное применение достижений современной химии вкупе с уже созданными природой технологиями и компонентами.

Среди современных сфер разработки «зелёных технологий» ключевой является энергетика. Основные направления её «экологизации» – повышение энергоэффективности и развитие новых источников энергии, в первую очередь альтернативных.

В то время как большинство концепций альтернативной энергетики не новы, только за последние несколько десятилетий этот вопрос стал, наконец, актуальным. Благодаря совершенствованию технологий производства энергии, стоимость большинства форм альтернативной энергии понижалась, в то время как эффективность росла. Как и со многими другими техническими понятиями имеют место быть некоторые споры касательно того, что означает «альтернативная энергия» и к чему этот термин можно применить.

С одной стороны, этот термин можно отнести к формам энергии, которые не приводят к увеличению углеродного следа человечества. Поэтому он может включать ядерные объекты, гидроэлектростанции и даже природный газ и «чистый уголь».

С другой стороны, этот термин также используется для обозначения того, что в настоящее время считается нетрадиционными методами энергетики – энергии солнца, ветра, геотермальной энергии, биомассы и других способов получения энергии. Такого рода классификация исключает такие методы добычи энергии, как гидроэлектро-

станции, которые существуют больше сотни лет и представляют собой довольно распространённое явление в некоторых регионах мира.

Другой фактор в том, что альтернативные источники энергии должны быть «чистыми», не производить вредных загрязняющих веществ. Как уже отмечалось, это подразумевает чаще всего углекислый газ, однако может относиться и к другим выбросам – угарному газу, двуокиси серы, окиси азота и другим. По этим параметрам ядерная энергия не считается альтернативным источником энергии, поскольку производит радиоактивные отходы, которые высокотоксичны и должны храниться соответствующим образом.

Во всех случаях, однако, этот термин используется для обозначения видов энергии, которые придут на смену ископаемому топливу и углю в качестве преобладающей формы производства энергии в ближайшее десятилетие.

Строго говоря, существует много видов альтернативной энергии. Опять же, здесь определения заходят в тупик, потому что в прошлом «альтернативной энергетикой» называли методы, использование которых не считали основным или разумным. Но если взять определение в широком смысле, в него войдут некоторые или все эти пункты:

Гидроэлектрoэнергия. Это энергия, вырабатываемая гидроэлектрическими плотинами, когда падающая и текущая вода (в реках, каналах, водопадах) проходит через устройство, вращающее турбины и вырабатывающее электричество.

Ядерная энергия. Энергия, которая производится в процессе реакций замедленного деления. Урановые стержни или другие радиоактивные элементы нагревают воду, превращая её в пар, а пар крутит турбины, вырабатывая электричество.

Солнечная энергия. Энергия, которая получается напрямую от солнца: фотовольтаические ячейки (обычно состоящие из кремниевой подложки, выстроенные в крупные массивы) преобразуют лучи солнца напрямую в элек-

трическую энергию. В некоторых случаях и тепло, производимое солнечным светом, используется для производства электричества, это известно как солнечная тепловая энергия.

Энергия ветра. Энергия, вырабатываемая потоком воздуха: гигантские ветряные турбины вращаются под действием ветра и вырабатывают электричество.

Геотермальная энергия. Эту энергию вырабатывает тепло и пар, производимые геологической активностью в земной коре. В большинстве случаев в грунт над геологически активными зонами помещаются трубы, пропускающие пар через турбины, таким образом вырабатывая электричество.

Энергия приливов. Приливное течение у береговых линий тоже может использоваться для выработки электричества. Ежедневное изменение приливов и отливов заставляет воду протекать через турбины назад и вперед. Вырабатывается электроэнергия, которая передается на береговые электростанции.

Биомасса. Это относится к топливу, которое получают из растений и биологических источников – этанола, глюкозы, водорослей, грибов, бактерий. Они могли бы заменить бензин в качестве источника топлива.

Водород. Энергия, получаемая из процессов, включающих газообразный водород. Сюда входят каталитические преобразователи, при которых молекулы воды разбиваются на части и воссоединяются в процессе электролиза; водородные топливные элементы, в которых газ используется для питания двигателя внутреннего сгорания или для вращения турбины с подогревом; ядерный синтез, при котором атомы водорода сливаются в контролируемых условиях, высвобождая невероятное количество энергии.

Во многих случаях альтернативные источники энергии также являются возобновляемыми. Тем не менее, эти термины не полностью взаимозаменяемы, поскольку многие формы альтернативных источников энергии полагаются на ограниченный ресурс. К примеру, ядерная энергетика опи-

рается на уран или другие тяжёлые элементы, которые необходимо сначала добыть.

В то же время ветер, солнечная, приливная, геотермальная и гидроэлектроэнергия полагаются на источники, которые полностью возобновляемые. Лучи солнца – самый изобильный источник энергии из всех и, хоть и ограниченный погодой и временем суток, является неисчерпаемым с промышленной точки зрения. Ветер тоже никуда не пропадает, благодаря изменениям давления в нашей атмосфере и вращению Земли.

В настоящее время альтернативная энергетика все ещё переживает свою юность. Но эта картина быстро меняется под влиянием процессов политического давления, всемирных экологических катастроф (засух, голода, наводнений) и улучшений в технологиях возобновляемых энергий. Не последнюю роль в ускоренном развитии альтернативной энергетике в наше время играет энергетический кризис.

Энергетический кризис, в котором находится человечество, имеет две причины. Первая – ограниченность существующих ископаемых энергоносителей. Вторая – загрязнение окружающей среды. И если первая из этих причин носит скорее геополитический характер, чем является реальной нехваткой природных углеводородов на сегодняшний день (разведанных запасов нефти, даже с учетом бурного роста потребления в Азии хватит как минимум на 30-40 лет, природного газа на 80 лет, угля не менее чем на полтора века), вторая грозит возможными катаклизмами (ураганами, изменениями направления океанских течений, таянием льдов, изменением состава атмосферы, глобальным потеплением и изменением климата) в самом ближайшем будущем. При этом возможность фазовых переходов (то есть таких, при которых малые изменения параметров влекут за собой глобальные последствия) отнюдь не исключена – а каковы критические значения параметров и когда наступят скачкообразные изменения, никто не знает.

Причина глобальных катаклизмов, как грядущих, так и уже наступающих, лежит в самом характере человеческой цивилизации, которая не вписывается и не пытается вписываться в структуру окружающего мира. Вплоть до XIX века люди жили в несравненно большем балансе с природой, чем после промышленной революции. Природа за миллионы лет создала технологии производства всего того, что необходимо человеку для пребывания в этом мире (иначе бы мы тут не жили), но нам ведь надо побыстрее и попроще, чтоб стало побольше да подешевле при наращивании объёмов производства и продаж, да ещё и с нужными потребительскими свойствами. Природные технологии по нашему разумению, точнее было бы сказать – недоразумению – чересчур неспешные и заумные, нам невдомёк, мы не хотим выбирать два из трёх: «быстро, дёшево, вкусно» – нам все сразу подавай. Как результат, сегодня множество производств и все возрастающее накопление самых разнообразных отходов делают глобальный дисбаланс цивилизации и природы неизбежным. Энергетика XXI века вносит в дестабилизирующие процессы громадный вклад. Так, в Калифорнии выброс парниковых газов в атмосферу автомобилями составляет приблизительно половину от общего выброса. Изобретение паровой машины, а затем двигателя внутреннего сгорания с возможностью превращения энергии пара в электрическую в тысячи раз увеличили количество сжигаемых углеводородов и одновременно – выбрасываемых в атмосферу продуктов сгорания. В этом смысле путь от пожара в лесу до локализации огня человеком (на котором можно было жарить еду, обжигать горшки, который отпугивал хищников, обогревал помещения) длиннее, чем от костра в пещере до двигателя автомобиля, а идея-то, в сущности та же.

Есть ли у цивилизации какой либо иной путь? В 2004 году была выдвинута концепция «Альтервитальной Цивилизация» (от латинского *Altera Vitae*, другая жизнь). Был поставлен общий вопрос: возможна ли цивилизация, которая

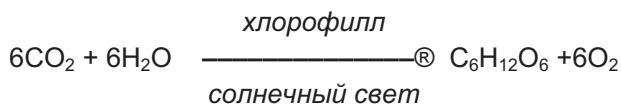
не нарушала бы баланса биоценоза с природой и была бы полностью, или почти полностью, безотходной? На этот важнейший стратегический вопрос в принципе был дан положительный ответ.

Современная техногенная цивилизация получает, хранит, распределяет и утилизирует энергию абсолютно не так, как эти процессы осуществляются в живой природе. Взять ту же утилизацию. Спасибо нашим диким предкам: сохранили, пронесли для нас через тысячелетия великий секрет утилизации отходов – убрать с глаз долой да сжечь, если горит. И плевать, что отходы эти – уникальное сырьё для производства новых товаров по примеру природы, где все в дело идёт. Гори все синим пламенем в топке мусоросжигающей печи! А ведь на дворе не каменный век – XXI-ый! Не сжигание, а переработка отходов, не выбрасывание на помойки, высокопарно именуемые полигонами, а утилизация для повторного использования – вот подход цивилизованного человека к проблеме отходов! И ладно б не было соответствующих технологий и оборудования. Есть же! И идеи полного цикла переработки, и опробованные на практике технологии, и действующее оборудование. Только все в единичных экземплярах, в виде диковинных штучков, про которые мало, кто знает, из-за слабой маркетинговой политики их продвижения на рынок и в силу господства первобытных технологий зарабатывания денег, когда чисто на приёме мусора для якобы утилизации, деньги с такими скоростями делают, что в высоких технологиях и не снились.

Оценки показывают, что энергопотребление в биоценозе на порядки (как минимум в 100 раз) превышает энергию, утилизируемую человечеством при сжигании природных энергоносителей (нефти, газа и угля). При этом не только отдельные организмы, но и биоценоз в целом находятся в глобальном балансе с природой.

Перед рассмотрением достижений человечества в энергетике с позиций «зелёных технологий» посмотрим, как это делается природой.

Универсальным первичным источником энергии в мире живого является солнце. Поглощение квантов света осуществляется в фотосинтезе, в результате которого синтезируется глюкоза, являющаяся универсальным биологическим топливом.



Существует два вида молекулы хлорофилла отличающиеся лишь одной группой. Для хлорофилла-α это группа X=CO, для хлорофилла-β – CHO. Несмотря на то, что различие минимально, эти две молекулы совокупно перекрывают очень широкий спектр, в частности почти весь видимый глазом свет. Непоглощённой остаётся зона 500-600 нм, соответствующая зелёному свету (именно поэтому листья растений и планктон как правило имеют зелёный цвет). Для длительного хранения энергии глюкоза энзиматически преобразуется в свои производные: в растениях в дендример (макромолекула с симметричной древообразной с регулярными ветвлениями структурой) альфа-глюкозы – крахмал, у животных в дендример альфа-глюкозы – гликоген. Кроме того, стволы и ветки деревьев более чем наполовину по массе состоят из линейной формы бета-глюкозы – целлюлозы. В дендримерных формах глюкозы при утилизации энергии от молекулы по одной отщепляются замыкающие ветви звенья. Это позволяет делать процесс утилизации энергии *in vivo* универсальным и контролируемым на молекулярном уровне.

Универсальные формы хранения энергии *in vivo*: крахмал и гликоген. Молекулы полимера – крахмала накапливаются в клетках растений и образуют запас питательных веществ, в то время, как молекулы мономеров глюкозы не откладываются про запас, а либо преобразуются в полимерные формы: линейную (целлюлоза) или дендримерную (крахмал и гликоген) – либо быстро расходуются.

Крахмал содержится в больших количествах в зерновых злаках – пшенице, рисе, ячмене и других, а также в картофеле. В промышленности глюкозу получают гидролизом крахмала. Общая масса крахмала, синтезируемого в течение года *in vivo*, оценивается в сотни миллиардов тонн.

Гликоген – главная форма формирования запасов углеводов у животных. Гликоген – полисахарид, откладывающийся в виде гранул в цитоплазме клеток и расщепляющийся до глюкозы при недостатке её в организме. Гликоген запасается больше всего в печени (до 6 % от массы печени) и в мышцах (порядка 1% массы мышц).

Целлюлоза – клетчатка, главный строительный материал растительного мира, образующий клеточные стенки деревьев и других высших растений. Самая чистая природная форма целлюлозы – волоски семян хлопчатника. В древесине содержится от 40 до 60 % целлюлозы. Различие между молекулами целлюлозы и крахмала состоит также и в том, что у целлюлозы больше степень полимеризации (n). В состав одной макромолекулы крахмала входит от нескольких сотен до нескольких тысяч звеньев, а в состав молекулы целлюлозы – свыше 10 000 звеньев. Целлюлоза образует волокна, которые придают растению жёсткость и прочность. Так, волокно целлюлозы прочнее, чем стальная проволока такого же диаметра. Целлюлоза, крахмал и гликоген имеют одинаковую химическую формулу $(C_6H_{10}O_5)_n$.

Согласно современным воззрениям, утилизация энергии, запасённой в углеводородах, осуществляется в три этапа, каждый последующий из которых осуществляется только как результат предыдущего.

Гликолиз: анаэробное превращение глюкозы в пируват, в результате которого производится аденозинтрифосфат или аденозинтрифосфорная кислота (АТФ) – источник энергии для всех биохимических процессов в живых системах.

Аэробный процесс окислительного фосфорилирования (также называемый циклом Кребса), сопряжённый с конеч-

ным продуктом гликолиза – пируватом – путём его окисления в ацетилкофермент А (ацетил-КоА). На этом этапе производятся дополнительные молекулы АТФ и кроме того никотинамидадениндинуклеотид в восстановленной форме (NADH), являющийся универсальным переносчиком электронов в клетке (а также восстановленный флавинадениндинуклеотид – FADH₂).

Хемиосмос (chemiosmosis), происходящий в мембранах митохондрий, контролируется несколькими ферментами при участии NADH и FADH₂, приводящий к образованию дополнительных молекул АТФ.

В результате этих трёх процессов из одной молекулы глюкозы производится до 38 молекул АТФ.

Пара аденозинтрифосфат-аденозиндифосфат является «молекулярным шатлом». АТФ богата энергией, потому что содержит две гидролизуемые фосфатные группы. Когда Р-О связи рвутся, освобождается свободная энергия, которая может использоваться в метаболизме. Энергия гидролиза одного фосфата составляет 30 КДж/моль, отщепление второго фосфата освобождает ещё 30 КДж/моль. АТФ постоянно потребляется организмом. За сутки в организме человека синтезируется примерно 40 кг АТФ, в то время как общая масса АТФ в организме человека порядка 50 грамм. АТФ никогда не хранится долго: за сутки она может совершить сотни и даже тысячи циклов. При усиленной работе расход АТФ составляет до пятисот грамм в минуту. Суммарная масса произведённого в организме АТФ за сутки может в несколько раз превысить массу животного, хотя в каждый момент времени в организме имеется в сотни или даже тысячи раз меньше этой величины.

Энергетические процессы, происходящие в живых организмах схожи с работой двухтактного двигателя внутреннего сгорания – система после каждого цикла извлечения энергии возвращается в исходное состояние. Фундаментальное отличие двигателей *in vivo* от двигателей внутреннего сгорания или турбин состоит в том, что они рабо-

тают при температуре среды, процесс идёт с контролем за функционированием каждой молекулы, при том безотходно, намного более эффективно и экономно.

В процессе жизнедеятельности всех без исключения организмов утилизация запасённой в химических связях энергии происходит с контролем за метаболизмом каждой молекулы, и процессы эти происходят при температуре, близкой к температуре окружающей среды. Высокотемпературная утилизация (горение) *in vivo*, в отличие от человеческой цивилизации, не используется никогда. Кроме высокой температуры, горение характеризуется бесконтрольным превращением триллионов молекул в другие, при этом выделяется много тепла, и главной задачей оптимизации большинства технологий становится уменьшение тепловых потерь. В противоположность этому, в живой природе контроль при утилизации энергии осуществляется за метаболизмом каждой молекулы.

Мышцы являются универсальным механизмом, используемым многоклеточными организмами в живой природе для получения механической энергии. Мышцы состоят из актиновых (тонких) и миозиновых (толстых) нитей, состоящих из мономеров, сгруппированных в кластеры. Цикл функционирования мышцы в общих чертах выглядит так:

1) Головка миозинового мономера присоединена к мономеру актиновой нити прочной связью. При этом мономер актина, соседний с тем, к которому прикреплена головка мономера миозина, свободен.

2) Молекула АТФ присоединяется к образовавшемуся комплексу мономеров актина и миозина и индуцирует конформационный переход к головке миозина, после чего эта головка отсоединяется от нити актина. При этом аденозинтрифосфат (АТФ) превращается в аденозиндифосфат (АДФ) и фосфатную группу P_i .

3) В головке миозина происходит конформационный переход, в результате которого фосфатная группа P_i отделяется от головки, а сама головка – от мономера актина.

4) Головка миозина (вместе с присоединённой к ней ADP) поворачивается и присоединяется к следующему мономеру актина. При этом процессе актиновые и миозиновые нити перемещаются друг относительно друга на один шаг, а аденозинтрифосфат освобождается.

После чего цикл повторяется. В результате множественных повторений цикла в каждом из кластеров, в которые сгруппированы мономеры актина и миозина, происходит сокращение мышцы.

В то время, как поколения технологий в ключевых областях промышленности в начале XXI века сменяются каждые несколько лет, живая природа исключительно консервативна. Одни и те же биологические механизмы, раз созданные, функционируют практически без изменений во всех организмах (количество видов которых на земле исчисляется миллионами) в течение миллиардов лет. Фотосинтез, гликолиз, цикл Кребса, хемиосмос и работа мышцы являются неизменными универсальными механизмами.

В техногенной цивилизации современности утилизация первичных источников энергии (нефти, газа, угля) происходит:

- а) с выбросом вредных газов в атмосферу,
- б) при высоких температурах,
- в) с контролем только глобальных параметров (таких как давление в камере, температура горючей смеси в двигателе внутреннего сгорания, масса смеси и им подобные).

Напротив, в живой природе утилизация энергии происходит:

- а) экологически чисто,
- б) при нормальной температуре,
- в) с контролем каждой молекулы при утилизации энергии.

В то время, как в цивилизации используются различные виды топлива (в частности органического происхождения, такие как дрова, нефть, торф), так и неорганические (природный газ), в живой природе имеется одно универсальное топливо: глюкоза.

Можно ли создать двигатели, работающие по тому же принципу, что и мышцы, то есть использующие в качестве топлива глюкозу? Или, если несколько шире вопрос поставить: «Можно ли перевести мировую энергетику с ископаемых углеводородов на глюкозу, как частный случай альтервитальной энергетики?». Непреодолимых технологических трудностей на этом пути нет, более того, есть пример от природы, где множество организмов черпают энергию из превращения глюкозы в аденозинтрифосфорную кислоту – источник энергии для всех биохимических процессов в живых системах.

Ключевыми для альтервитальной энергетики представляются следующие стадии:

1) Производство глюкозы и её производных в количествах, соизмеримых с потреблением нефти, то есть в миллиардах тонн. Такая система первого поколения не является проблематичной и может быть создана в течение нескольких лет.

2) Создание альтервитальной мышцы (аналог современных двигателей). Это в принципе решаемая задача, так как, в отличие от, например, термоядерных станций, мышцы работают в миллионах организмов. В случае её решения человечество будет обеспечено энергией на тысячи лет. Проблемы загрязнения окружающей среды при утилизации энергоносителей и потенциального исчерпания нефти также будут решены.

3) Создание альтервитального биоэлектрического генератора, превращающего энергию биотоплива в электричество без горения. По сравнению с созданием искусственной мышцы создание альтервитальных двигателей первого поколения сравнительно более лёгкая и быстрее решаемая задача.

Альтервитальная энергетика, как элемент «зелёной технологии» – это, по большому счёту, пока что одна из перспектив «озеленения» человечества, так сказать, то, к чему стремиться. А что мы имеем уже сейчас в сфере «зелё-

ных технологий» и какие заделы есть на завтра, а не на отдалённое «зелёное» будущее?

Главные надежды в решении острейших экологических проблем (к ним относятся и ресурсные) возлагаются сегодня на технологические прорывы. В последние годы развитые страны переориентируют своё развитие на реализацию стратегии экологически ориентированного роста, одной из главных составляющих которой становятся «зелёные технологии». В этот процесс всё больше вовлекаются и развивающиеся экономики – пришла очередь и нам непосредственно рассказать про технологические прорывы, про достижения инновационных систем, затрагивающие «зелёные технологии». При этом в описаниях «зелёных технологий» обойдёмся без кавычек.

Начнём с солнечных и ветряных электростанций. В 2015 году возобновляемая энергетика вышла на первое место по установленной мощности среди всех видов топлива, когда в мире количество ежедневно устанавливаемых солнечных панелей превысило 500000 штук, а в Китае число запускаемых ветряных установок достигло двух в час. На наших глазах происходит беспрецедентная зелёная революция, которая кардинально изменит расклад сил на энергетическом рынке. Темпы установки солнечных панелей бьют все рекорды. И это только начало, ведь стоимость ветряков, а тем более солнечных панелей постоянно снижается.

«Мы наблюдаем трансформацию глобальных энергетических рынков под влиянием возобновляемых источников», – признал исполнительный директор Международного энергетического агентства Фатих Бирол. Он согласился, что рост частично вызван кардинальным падением цен на оборудование для солнечных и ветряных электростанций. Такие цены как сейчас невозможно было представить пять лет назад. Так, стоимость установки ветровой электростанции с 2010 по 2015 год упала на 30 %, а стоимость солнечных электростанций – в три раза.

Международное энергетическое агентство прогнозирует дальнейшее снижение стоимости ветряков и солнечных электростанций на ближайшие пять лет: на 15 % и 25 %, соответственно. Судя по всему, это довольно консервативная оценка. Вполне возможно, прогнозы опять придётся пересматривать из-за ещё более бурного роста солнечной и ветряной энергетики. Отчёт Medium-Term Renewable Energy Market Report 2016 посвящён временному периоду с 2015 по 2021 годы. Прогноз на этот отрезок пересмотрен на 13 % в сторону повышения. По оценке экспертов, установленные мощности за данный отрезок увеличатся не на 730 ГВт, а на 825 ГВт. Это связано с принятием более строгого законодательства в США, Китае, Индии и Мексике.

За 2015 год в мире установлено 153 ГВт мощностей в энергетике. Больше половины из них представляют солнечные станции (49 ГВт) и ветряные станции (63 ГВт). Введено в строй больше мощностей, чем генерируют некоторые страны «большой восьмёрки» – например, Канада. Солнечные и ветряные электростанции добавили за год больше мощности, чем электростанции на угле, газе и ядерном топливе. Такое достижение позволило возобновляемым природным ресурсам обойти уголь и выйти на первое место в мире по установленной мощности.

«Установленная мощность» в альтернативной энергетике – это довольно условный показатель. Солнце не светит круглосуточно, а ветер дует с переменной скоростью в разных направлениях. Поэтому реальное производство электроэнергии из возобновляемых ресурсов гораздо ниже, чем установленные мощности. По этому показателю возобновляемые источники очень сильно отстают. Судя по всему, чтобы обогнать ископаемое топливо по генерации электричества, следует установить в разы больше генерируемой мощности, чем сейчас.

По данным Международного энергетического агентства за 2015 год, уголь обеспечил 39 % мировой генерации

электричества, а все возобновляемые источники, включая ГЭС – всего 23 %. По прогнозу, доля возобновляемых источников к 2021 году вырастет до 28 %. В этом случае возобновляемые ресурсы будут генерировать более 7600 ТВт*ч – больше электричества, чем сейчас генерируют США и страны Евросоюза вместе взятые.

Принятие более строгого законодательства в некоторых странах в поддержку возобновляемой энергетики связано не только с ратификацией Парижского соглашения в рамках Конвенции ООН об изменении климата. Это связано ещё и с серьёзными экологическими проблемами в некоторых странах. Например, из-за сильного загрязнения воздуха в Китае эта страна стремится теперь активно продвигать альтернативную энергетику. Сейчас примерно 40 % новых мощностей возобновляемой энергетики в мире приходится именно на Китай (в том числе 50 % ветряных установок).

Эксперты предупреждают, что прогнозируемый рост альтернативной энергетики сильно зависит от государственной поддержки, которая часто меняется в разных странах. Неустойчивая природа солнечной и ветряной энергии тоже несёт определённые риски для операторов. Тем не менее, во всём мире электростанций на возобновляемых источниках сейчас вводят больше, чем на ископаемом топливе. В Евросоюзе и США установленная мощность альтернативной энергетики ежегодно превышает новые потребности экономики. То есть, сейчас вообще нет смысла строить новые ТЭЦ на угле и газе, и можно постепенно закрывать старые. Что и демонстрирует Китай, продолжая прикладывать все возможные усилия к переходу на возобновляемые источники энергии.

Отчет Institute for Energy Economics and Financial Analysis (IEEFA) за 2017 год показывает насколько явно КНР стремится стать лидером производства энергии из возобновляемых источников. В опубликованных документах заявляется, что общие инвестиции Китая в проекты производства чистой энергии составили в 2017 году более

44 миллиардов долларов, что существенно превосходит показатель 2016 года – 32 миллиарда долларов.

Согласно ведущему автору отчета Тиму Бакли, главе отдела исследований вопросов энергетического финансирования в IEEFA, решение США отказаться от Парижского соглашения стал важным катализатором роста Китая на растущем мировом рынке возобновляемых источников энергии: «Это необязательно должно значить, что теперь Китай заполнит абсолютно все ниши оставленного США лидерства в результате отказа от Парижского соглашения, но это определённо предоставит стране технологическое превосходство и финансовые возможности, позволив доминировать в таких быстрорастущих секторах, как солнечная энергия, электромобили и производство аккумуляторов».

Для строительства солнечных электростанций (СЭС) требуются солнечные панели, эффективно преобразующие солнечный свет в электричество. И тут китайцы оказываются на острие научно-технического прогресса. Пример тому – разработка крупнейшего производителя тонкоплёночных солнечных элементов компании Hanergy, чья технология преобразования солнечной энергии побилла сразу три мировых рекорда по энергоэффективности. По новой технологии дочерними компаниями Hanergy: Alta Devices, Solibro и MiaSole – были созданы три вида панелей: одноsegmentный солнечный модуль GaAs, двойные стеклянные солнечные модули CIGS и солнечные модули CIGS на гибкой подложке, которые имеют рекордную эффективность преобразования энергии в 25,1 %, 18,72 % и 17,88 % соответственно. Эти солнечные панели могут использоваться для беспилотных летательных аппаратов, на крышах домов, в транспортных средствах на электрической тяге и различной электронике. По словам представителей компании, возможности применения их технологии бесконечны, так как она может использоваться практически во всех инновационных областях. В подтверждении своих заявлений компания Hanergy выпустила дрон на

солнечных батареях. Без подзарядки он способен находиться в воздухе до 10 часов, тогда как время работы беспилотников, оснащённых только литий-ионными батареями, составляет не более двух часов.

Успехи в практическом освоении энергии солнца для нужд энергетики демонстрирует и Израиль, но несколько с другой позиции подхода к использованию излучения ближайшей к нам звезды – в пустыне Негев компанией Megalim Solar Power строится солнечная башня одной из крупнейших в мире Ашалимской гелиотермальной станции. Ашалимская станция устроена по принципу гелиоконцентратора, устройства для концентрации энергии солнца. В основе проекта станции 55000 управляемых компьютером гелиостатов (зеркал), положение которых меняется в соответствии с движением солнца. Зеркала направляют отражённый свет на солнечный парогенератор – специальный котёл, расположенный на вершине центральной башни, который производит пар для турбины, вращающей электрогенератор. Солнечная башня Ашалимской станции высотой 250 метров – самая высокая в мире. Стоимость проекта составит \$773 млн. Станция будет вырабатывать 121 МВт электричества — 2 % всего потребления Израиля. Электричества, производимого в Ашалиме, хватит на обеспечение чистой энергией 120 тысяч домов. Каждый год комплекс будет помогать экономить 110 тысяч тонн выбросов углекислого газа. Всего доля производства электроэнергии из возобновляемых источников в Израиле со временем увеличится и составит 10 % в 2020 году.

Если несколько дальше посмотреть на перспективы солнечной энергетики, то следует обратить внимание на достижения исследователей из Венского технологического университета, которые работают над новым классом материалов для солнечных батарей. Новый материал австрийских учёных представляет собой гетероструктуру из нескольких одноатомных слоёв оксидов, что придаёт композиту совершенно новые свойства. По заверениям ис-

следователей, их новый материал открывает возможность производить более эффективные солнечные элементы.

Оксиды, использованные разработчиками, являются изоляторами, но при объединении двух соответствующих типов изоляторов наблюдается удивительный и очень важный эффект: поверхности гетероструктуры становятся металлическими и начинают проводить электрический ток. Это позволяет получать солнечное электричество без проводов, как это делается, к примеру, в кремниевых солнечных элементах, где провода блокируют часть попадающего на элемент света. Остаётся только найти наиболее эффективные комбинации материалов, которые максимально поглощали бы видимую часть спектра солнечного света.

Одно из многообещающих направлений изысканий эффективных преобразователей света солнца в электричество – тонкоплёночные структуры. В этом разрезе исследовательская группа из Оксфорда предложила новый способ создания тонкоплёночных солнечных элементов, эффективность преобразования энергии в которых превышает 15 %. Устройства создаются на основе материала, известного как перовскит. Солнечные ячейки имеют простую архитектуру и легко могут воспроизводиться в коммерческих масштабах, так как процесс осаждения из парообразного состояния, используемый для их производства, по своей простоте вполне может конкурировать с традиционными методами обработки материалов, применяемыми для создания солнечных элементов.

Британские исследователи продемонстрировали, что перовскиты не только поглощают свет, но также могут обеспечивать транспорт электронов и дырок проводимости. Это значит, что использовавшаяся ранее сложная наноструктура не является необходимой для создания сенсibilизированных красителем солнечных элементов. В предложенном ими устройстве поглощающий свет слой перовскита просто зажат между чувствительными к электронам и дыркам электродами. По сути, своей простотой установка во многом напоминает обычные плоские кон-

тактные солнечные батареи. При этом устройство обеспечивает высокую эффективность преобразования солнечной энергии в электричество (до 15,4 %), несмотря на толщину всего в 330 нм. Стоит отметить, что устройство также создаёт разность потенциалов в 1,07 В (что более чем в два раза превышает разность потенциалов, создаваемую кремниевыми пластинами толщиной 0,15 мм). Это означает, что для создания солнечных батарей с отличными характеристиками необходимо совсем немного перовскита.

Устройства на основе перовскита вполне могут производиться с помощью тех же процессов, что сейчас применяются для создания коммерческих солнечных элементов, в том числе, на основе кремния. Более того, так как они поглощают свет в другой спектральной области, нежели кремний, солнечные элементы на базе перовскита и кремния могут удачно дополнять друг друга. При том, слой кремния может размещаться под слоем перовскита (поскольку последний не поглощает требуемый диапазон излучения). Это позволит создавать устройства, эффективность которых превышает возможности солнечных элементов и из кремния, и из перовскита по отдельности.

Последние достижения в области повышения эффективности и экономичности солнечных панелей осуществлены не без помощи новых окрашивающих веществ: красителей и пигментов, играющих в солнечных батареях роль антенны – эффективного поглотителя солнечного света с его последующим преобразованием в электрический ток. Красители и пигменты, являясь по химическому строению абсорбентами видимой и ультрафиолетовой части спектра, переходя под действием света в возбуждённое состояние, способны переносить избыточную энергию возбуждения посредством электронов на другие молекулы. Это их фотосенсибилизирующее свойство используют в фотоэлементах солнечных батарей.

Первоначально в качестве фотосенсибилизаторов в анодах солнечных батарей использовали синтетические

очень дорогие и токсичные красители экзотической структуры, содержащие рутений. Только в последнее время появился теоретический и практический интерес к природным красителям растительного и бактериологического происхождения как фотосенсибилизаторам солнечных батарей. Это понятно и очевидно, поскольку в природе красители, как правило, играют роль абсорберов в видимой и ультрафиолетовой области солнечного спектра. Преимуществом природных красителей перед синтетическими красителями и другими неорганическими фотосенсибилизаторами, как и в других областях их применения, является нетоксичность, биологическая совместимость и биоразлагаемость, простота производства, огромный выбор в природе.

Фотоэлементы, которые поглощают свет за счёт органических красителей, имеют тенденцию выгорать при интенсивном облучении. Эффективность таких солнечных панелей при этом падает. Инженеры из университетов Северной Каролины и Иллинойса разработали прототип биомиметического органического фотоэлемента, который способен обновляться благодаря наличию внутренней капиллярной сети. Чтобы её восстанавливать, учёные решили обновлять краситель через специальную систему капилляров. Прототип солнечной батареи состоял из двух электродов, между которыми располагался гелевый электролит. Фотоанод устройства был покрыт нанопористым оксидом титана. В геле были проделаны каналы, через которые учёные могли пропускать органический краситель. Исследование показало, что устройство способно многократно обновляться после интенсивного облучения.

Свой вклад в понимание механизма работы красителей в фотовольтаике внесли исследователи из Лундского университета (Швеция), когда объяснили, каким образом красители на основе железа работают на молекулярном уровне в солнечных элементах. Результаты шведских учёных ускорят разработку недорогих и экологически чистых солнечных панелей с красителями на основе железа. Это

сделает их и «Light catcher» – более дешёвыми и экологически чистыми. В течение многих десятилетий исследователи со всего мира пытались разработать красители на основе железа для использования их в солнечных элементах, но безуспешно. Самая большая трудность – это получить нужные свойства красителей, повысить их энергоотдачу путём генерации электрического тока. Все предыдущие попытки приводили к результату, когда панель генерировала тепло вместо разности потенциалов, которая является необходимым условием для выработки электроэнергии. «Существует международный интерес к нашим исследованиям. Исследовательские группы по всему миру стремятся испытать новые красители в других областях», – заявил старший преподаватель Лундского университета Петтер Перссон.

С другой стороны к фотовольтаике подошла группа учёных под руководством Итамара Виллнера из Еврейского университета в Иерусалиме (Израиль). Они искали способы создания источников питания на базе фотосистемы II, для работы которых не требовался какой-либо химический компонент, разрушающийся в процессе использования.

Фотосистема II – функциональный комплекс электрон-транспортной цепи (ЭТЦ) хлоропластов, находящийся в мембранах тилакоидов всех растений, водорослей и цианобактерий, где происходят реакции фотосинтеза. Поглощая энергию света в ходе первичных фотохимических реакций, он формирует сильный окислитель – димер хлорофилла α , который через цепь окислительно-восстановительных реакций способен вызвать окисление воды. Окисляя воду, фотосистема II поставляет электроны в ЭТЦ хлоропласта, где они используются для циклического фосфорилирования. Помимо этого, окисление воды приводит к образованию протонов и формированию протонного градиента, используемого в дальнейшем для синтеза аденозинтрифосфорной кислоты – источника энергии для всех биохимических процессов в живых системах. Фотохимическое окисление воды, которое осуществляет фо-

тосистема II, сопровождается выделением молекулярного кислорода. Этот процесс (составная часть фотосинтеза растений) является основным источником кислорода на Земле.

Итамар Виллнер и его коллеги решили проблему создания источников питания на базе фотосистемы II при помощи двух «природных» компонентов на полюсах батарейки. Анод – отрицательный полюс устройства – изготовлялся следующим образом. Для начала учёными была выращена колония сине-зелёных бактерий *Mastigocladus laminosus*. Затем они извлекли молекулы фотосинтезирующих белков из их клеток. Потом физики изготовили небольшой золотой электрод, поверхность которого была покрыта специальным полимером, и к свободным «хвостам» прикрепили молекулы фотосистемы II. Полимер исполнял сразу две функции – удерживал молекулы фотосистемы на месте и являлся «проводом», по которому свободные электроны перетекали на золотой электрод. Положительный полюс – катод – был изготовлен из стеклоуглерода, поверхность которого была покрыта углеродными нанотрубками и ферментом «билирубин оксидазой». Это вещество захватывает свободные электроны и использует их для превращения свободного кислорода в молекулы воды. Как объясняют физики, такая реакция препятствует улетучиванию кислорода, который извлекается из молекул воды на аноде.

Фотосинтез в наше время является основой альтернативной энергетики, но он привлекает внимание исследователей и в других сферах деятельности человека, в частности при синтезе новых материалов. Существующие технологии синтеза химических соединений основаны на применении токсичных веществ (в качестве катализаторов) и чрезвычайно энергозатратны. Кроме того, синтез может проводиться только в чистых помещениях, что делает его дорогим, длительным и ограничивает возможности для работы при естественном освещении. Поэтому учёные ищут альтернативные способы катализа химических реакций, например с помощью видимого излучения.

В природе фотокатализ используется растениями – солнечный свет при участии хлорофилла обеспечивает фотосинтез. Однако до недавнего времени фотокатализ не мог быть воспроизведён искусственно из-за отсутствия подходящих материалов. Американские исследователи разработали такой материал – люминесцентный солнечный концентратор (LCS). С помощью люминесцентных объектов устройство поглощало солнечный свет и перенаправляло его на фотоэлектрические элементы. В своей работе ученые из Технического университета Эйндховена использовали LCSs (в форме листьев), которые были легированы флуоресцентным красителем полидиметилсилоксаном. Поверхность объекта включала в себя сеть микроканалов для ввода жидкости с нужными химическими веществами, и под действием солнечного света молекулы вступали в реакцию. Таким образом, устройство повторяло принцип работы антенн фотосинтезирующих организмов.

Тесты показали, что новое устройство ускоряет синтез химических соединений при солнечном свете: даже в облачную погоду скорость реакций в микрореакторе на 40 процентов превышала показатель контрольных систем. Потенциально технология может не только снизить стоимость и упростить химический синтез, но и сделать возможным создание препаратов в условиях, где оборудовать чистое помещение затруднительно.

Совместить фотосинтез и получение экологически чистого топлива удалось профессору химии Фернандо Урибе-Ромо из Университета Центральной Флориды, который вместе со своими студентами разработал новый синтетический материал, преобразующий углекислый газ в топливо под воздействием фотонов света. Такой материал решает сразу две проблемы: снижает количество парникового газа и даёт экологически чистое топливо. И самое главное, что для его изготовления не нужны драгоценные металлы. Здесь используется титан, который продаётся килограммами и почти в тысячу раз дешевле, чем платина или иридий. Уже много лет учёные бьются над проблемой эко-

номически рентабельного искусственного фотосинтеза. Цель в том, чтобы эффективно использовать бесплатную энергию солнечного света для проведения химических реакций. До настоящего времени удалось использовать с этой целью высокоэнергетические ультрафиолетовые лучи, но они составляют всего 4 % спектра солнечного света. Для других частей спектра пока найдено лишь несколько эффективных материалов, но они требуют дорогостоящих добавок: платины (\$31 за грамм), рения (\$1000 за грамм) или иридия (\$35 за грамм). Синтетический материал представляет собой металл-органическую каркасную структуру (metal-organic framework, MOF). Похожие MOF из $Zr_6O_4(OH)_4$, используются для конденсации воды из воздуха, тоже при помощи одного лишь солнечного света. Представьте, даже в самой сухой пустыне вы ставите на улицу пустую бутылку – и она сама наполняется водой.

В последние годы удалось разработать несколько путей, позволяющие серьёзно утончить фотоячейки, используя вспомогательные структуры с размером, не превышающим длину волны видимого света. «Главная цель – найти пути применения столь малого количества материала для абсорбции света», – уверен адъюнкт-профессор Стэнфордского университета (США) Шанхай Фан. Высокоэффективные материалы, такие как полупроводники на основе оксидов элементов III-IV групп, а также кристаллический кремний, очень дороги. В случае других материалов, например аморфного кремния, цена может быть не столь критична, но несущие заряд электроны и дырки не успевают пройти достаточное расстояние, прежде чем «потеряться» в виде тепла. Очевидно, что чем тоньше будет рабочая среда, тем легче носители заряда достигнут его границ. При этом, чем тоньше солнечная батарея, тем выше вероятность того, что фотон пройдёт сквозь неё, не успев абсорбироваться.

Коммерчески доступные батареи на кристаллическом кремнии могут иметь толщину около 180 мкм. В то же время рынок уже высказывает серьёзный спрос на 50 мкм.

Поэтому, не размениваясь по мелочам, лаборатория Шанхая Фана взяла курс сразу на создание солнечных батарей толщиной в 1-2 мкм. В теории специальные методики, такие как нанесение случайных текстур на поверхность фотоячеек, способны в 50 раз увеличить уровень абсорбции света ввиду изменение углов прохождения фотонов сквозь ячейку. При этом методы нанофотоники могут улучшить этот показатель ещё в 10 раз.

Один из таких методов – плазмоника. Фотоны, сталкиваясь с небольшими металлическими структурами, могут образовывать плазмоны – коллективные колебания свободного электронного газа в металле. Эффект способен резко увеличить рассеяние света внутри батареи, увеличивая вероятность того, что фотон все-таки будет абсорбирован. Вивиан Ферри, аспирантка Калифорнийского технологического университета (США), сообщила, что её группа создаёт плазмоны, используя полусферические выпуклости на контактах солнечной батареи (90 мкм) из аморфного кремния. Вивиан Ферри утверждает, что такой наноструктурированный продукт производит на 15 % больше тока, чем коммерческая солнечная батарея той же площади, покрытая случайными текстурами.

Еще один любопытный нанофотонный трюк заключается в использовании фотонных кристаллов для создания рефлектора. Благодаря периодическому изменению коэффициента преломления фотонные кристаллы позволяют получить разрешённые и запрещённые зоны для фотонов с разной энергией. Другими словами, такой кристалл способен выполнять функцию оптического фильтра или рефлектора. При попадании на него фотона с длиной волны, которая не соответствует разрешённой зоне, фотон не может распространяться в кристалле и отражается обратно (в рефлектор). Миро Зееман, глава исследовательской группы фотонных материалов и приборов Делфтского технологического университета (Нидерланды), рассказал, что его группа разместила фотонные рефлекторы как в середине батареи, так и на её задней стороне. Постоянные пе-

реотражения света на рефлекторах приводят к световым колебаниям внутри кремния, многократно повышая вероятность конвертации фотонов света в электрический ток. Другая фотонно-кристаллическая схема базируется на использовании микрометровых структур кристаллического кремния, слой которого может быть затем легко соединён со слоем аморфного кремния. По словам Оунси Эль-Дейфа, исследователя из микроэлектронного центра IMEC в Леуване (Бельгия), теоретически такой фотонно-кристаллический слой способен увеличить эффективность абсорбции фотонов до 37 %.

Пока что фотовольтаика продолжает оставаться дорогой технологией. Более или менее дешёвой альтернативой традиционным полупроводниковым солнечным батареям являются фотоэлементы, в которых в качестве фотосенсибилизаторов используются красители – цветосенсибилизированные солнечные батареи (DSSC – Dye-Sensitized Solar Cell) или ячейки Гретцеля по имени их изобретателя.

К основным достоинствам солнечных батарей на красителях следует отнести их лёгкость, гибкость при формоустойчивости, простоту производства, низкую цену, возможность встраиваться в различные материалы и изделия, широкий выбор цвета, способность работать при невысокой освещённости и внутри помещения. Недостатки DSSC: экзотичность химического строения красителей, недостаточная долговечность, относительно невысокий КПД. Но тут следует сказать, что международная группа учёных смогла резко повысить эффективность цветосенсибилизированных солнечных батарей, заменив самую консервативную часть системы – йодсодержащий электролит – на комплекс кобальта с органическим лигандом.

Исследователям из университета Монаша (Австралия) и их коллегам из Ульмского университета (Германия) удалось значительно увеличить эффективность цветосенсибилизированной солнечной батареи р-типа, использующей электролит на основе комплекса кобальта с органическим

лигандом. Обычная цветосенсибилизированная солнечная батарея n-типа использует краситель и фотоанод – положительный электрод, покрытый полупроводником электронного типа, таким как диоксид титана. Под лучами солнца молекулы красителя переходят в возбуждённое состояние и передают электроны с валентного НОМО-уровня полупроводнику. Молекулы электролита, свободно движущиеся в этой системе между отдельными её участниками, восстанавливают краситель, передавая ему электроны с противоположного электрода. В случае же ячейки p-типа процесс протекает как бы в противоположную сторону: специальный краситель и полупроводник p-типа находятся теперь на фотокатоде. Активируемый светом краситель стягивает электроны с валентного уровня полупроводника p-типа, такого как оксид никеля, на свой самый нижний незанятый молекулярный уровень LUMO. Затем молекулы электролита забирают лишние электроны с красителя и передают их противоположному электроду.

Исследователи довели конверсию солнечного света в ячейке p-типа до рекордного значения 1,3 % при напряжении в разомкнутой цепи до 709 мВ. Они добились этого за счет замены традиционного электролита на основе йодидов и трийодидов на хорошо известный комплекс кобальта трис (этилендиамин) кобальт (II)/(III), в котором кобальт может переключаться между состояниями окисления +2 и +3. Основным достоинством такой системы назван значительно более низкий окислительно-восстановительный потенциал. В результате напряжение в разомкнутой цепи, представляющее собой критический параметр любой солнечной батареи, удвоилось.

Разработка новых эффективных синтетических красителей для цветосенсибилизированных солнечных батарей продолжается с большим или меньшим успехом. Но следует иметь в виду, что всегда в этом случае остаётся проблема токсичности производства синтетических красителей и дороговизна технологического процесса. В определённой степени эти недостатки синтетических красителей,

как и в других областях применения, преодолеваются использованием природных красителей.

Изучение природных красителей в качестве фотосенсибилизаторов в DSSC-фотоэлементах началось в конце прошлого века и продолжается в настоящее время. Эти исследования отличаются исключительной широтой, поскольку природа предоставляет в этом отношении изумительные возможности – красители и пигменты необыкновенно богато представлены в природе, особенно в растительном мире, они содержатся практически во всех частях растений: в листьях, коре, корнях, ягодах, семенах. Окрашенные вещества в растительном мире выполняют широкий круг защитных функций, обусловленных прежде всего их фотоактивностью.

Поиск эффективных фотосенсибилизаторов среди природных красителей сосредоточился в основном на многочисленных окрашенных веществах растительного происхождения. Эффективность этих окрашенных веществ оценивается по отношению к комплексам рутения и цинка, которые являются рекордсменами по эффективности, но имеют недостатки в части токсичности и дороговизны. Фотоэлемента на основе природных красителей растительного происхождения пока уступают по эффективности конверсии света солнечным батареям традиционного типа, кроме того они неустойчивы к солнечному свету, попросту говоря, выцветают: если кремниевые солнечные батареи эффективно работают более 10 лет, то фотоэлемента на природных красителях – около года. Но солнечные батареи на основе природных красителей дешевле в производстве, у них ниже стоимость производства электроэнергии, они работают в более широком диапазоне спектра. И конечно, природные красители в фотонике более предпочтительны с позиций зелёных технологий, нежели синтетические. Но тут им надо жёстко конкурировать с привычными для нынешних инженеров материалами, в первую очередь по части эффективности преобразования света солнца в электричество. Мысль научная и инженерная на

месте не стоит, и традиционные материалы обретают второе дыхание, когда глаз инженера и учёного что-то необычное подмечает, а голова воплощает подмеченное в новые технологии, материалы или устройства.

Физики из Великобритании смогли улучшить максимальный КПД солнечных батарей и почти в 17 раз уменьшить их вес, благодаря наблюдениям за тем, как бабочки разогревают свои крылья перед полётом, и изучению их внутренней структуры. «Наше исследование показало, что неприятная капуста-белянка является не просто вредителем, угрожающим урожаю, но и настоящим экспертом в области сбора солнечной энергии и использования её для своих нужд», – рассказывает Ричард Френч-Констант из университета Эксетера (Великобритания). Френч-Констант, эксперт в области биологии бабочек, помог коллегам по университету под руководством Тапаса Маллика найти способы радикально улучшить конструкцию, КПД и снизить себестоимость солнечных батарей, опираясь на то, как устроены крылья белянок и других чешуекрылых насекомых. Как рассказывает биолог, бабочки, как и другие насекомые, не являются теплокровными существами, и они могут летать только тогда, когда двигательные мускулы их крыльев будут хорошо прогреты солнцем. Белянки привлекли коллективное внимание учёных по той причине, что этот вид насекомых просыпается и начинает летать гораздо раньше, чем другие виды бабочек, что в особенности заметно в облачные дни, когда солнце скрыто за тучами. Это наблюдение натолкнуло физиков на мысль, что крылья белянок могут быть устроены таким образом, что они лучше поглощают энергию солнечных лучей, чем у других насекомых. Руководствуясь этой идеей, Тапас Маллик и его коллеги проследили за тем, как свет отражается от крыльев бабочек и расположенных на них чешуек. Эти наблюдения раскрыли несколько любопытных вещей. К примеру, белянки держат крылья по отношению друг к другу под определённым углом, что позволяет особым отражательным чешуйкам на поверхности

крыльев перенаправлять практически весь отражаемый свет на ту часть брюшка насекомого, где находятся двигательные мускулы. Используя эти чешуйки в качестве образца, физики смогли создать такое покрытие для солнечных батарей, которое заметно увеличило долю поглощаемого ими света и позволило уменьшить их толщину. Что интересно, подобного же эффекта можно добиться, просто прикрепив крылья белянок к поверхности солнечных батарей, не меняя и не обрабатывая их поверхности. Как заявили исследователи его коллеги, их версия солнечной батареи поглощает в среднем на 41-50 % больше света, чем классические фотоэлементы, и при этом она может обладать в 17 раз меньшей массой при аналогичной мощности. По словам исследователей, КПД их солнечных батарей и соотношение их массы и мощности можно будет сделать ещё более привлекательными, если им удастся улучшить свойства искусственных аналогов чешуек белянок. Такие солнечные батареи, как предполагают британские учёные, будут в первую очередь интересны не только энергетикам, но и разработчикам космических кораблей и зондов, где вес источника питания играет критическую роль.

Внесли свой вклад в развитие путей повышения эффективности солнечных электростанций и учёные из Технологического института Джорджии, которые провели исследования свойств углеродных нанотрубок. Результатом их работы стало создание выпрямляющих антенн, преобразовывающих свет непосредственно в постоянный электрический ток, что может стать революционным прорывом, который позволит увеличить эффективность систем солнечной энергетики. Современные технологии позволили исследователям вырастить миллиарды вертикально расположенных углеродных нанотрубок на кремниевом основании. Каждая из нанотрубок была покрыта защитной плёнкой из оксида алюминия, обладающего диэлектрическими свойствами, и весь этот «лес» был покрыт монолитным слоем прозрачного кальция. После чего на тонкий слой

кальция был напылён слой алюминия, который выступал в качестве анода. Углеродные нанотрубки, заключённые в защитные оболочки, начинают колебаться, когда на них попадают фотоны света. Эти колебания производят высокочастотный переменный электрический ток, который пройдя через выпрямитель, превращается в постоянный ток. Быстродействие выпрямителей (туннельных диодов из углеродных нанотрубок) очень велико, они способны работать на частотах порядка ПетаГерц. Электроны, из которых состоит выпрямленный ток, туннелируются на внешний алюминиевый электрод, откуда этот ток можно направить в любом необходимом направлении. Пока эффективность работы выпрямляющей антенны оставляет желать лучшего: опытный образец способен преобразовать в электрический ток около одного процента от энергии падающего света. Однако учёные и инженеры, задействованные в этом проекте, уже имеют некоторые планы насчёт оптимизации структуры антенны, что открывает возможности поднять её эффективность до уровня, который позволит использовать их в устройствах получения электрической энергии.

Солнечные панели, расположенные на крышах, выглядят так, будто покрыты какой-то сеткой. Линии, которые мы видим, на самом деле представляют собой металлические контакты. Они необходимы для снятия электрического тока, генерируемого солнечными элементами, но при этом уменьшают количество солнечного света, падающего на полупроводниковый слой. Хотя верхний слой металлических контактов относительно тонкий, он может покрывать 5-10 % площади поверхности солнечной панели. Это означает, что 5-10 % солнечного света, которые могли бы использоваться для выработки электроэнергии, отражаются.

Команда исследователей из Стэнфордского университета разработала способ сделать эти отражающие металлические контакты почти невидимыми для падающего света, что может существенно увеличить эффективность солнечных батарей. В ходе экспериментальной работы учёные поместили плёнку из золота толщиной 16 нанометров на

плоский лист кремния. Золотая плёнка похожа на монолитную при взгляде невооружённым глазом, но на самом деле она содержит массив наноразмерных квадратных отверстий. После обработки золотой плёнки и кремния раствором плавиковой кислоты и перекиси водорода золотая плёнка погрузилась в кремниевую подложку, а наностолбцы из кремния вышли в отверстия в золотой плёнке и поднялись над её поверхностью. «Наши наностолбцы выступают в качестве воронок, захватывающих свет и направляющих его в кремниевую подложку через отверстия в металлической сетке», - пояснил смысл технологии ведущий автор исследования Виджай Нарасимхан. Результатом этого химического процесса стали так называемые потайные контакты высотой всего в 330 нанометров. После серии экспериментов и моделирований исследовательская группа дополнительно оптимизировала конструкцию солнечных панелей: теперь они могут покрыть металлом две трети поверхности с потерей отражательной способности всего в 3 %. Виджай Нарасимхан утверждает, что это увеличит эффективность обычного фотозлемента на 20-22 %. Технология может использоваться не только с золотом, но и с серебром, платиной, никелем и другими металлами, и с другими полупроводниками, что позволит усовершенствовать фотодатчики, светодиоды, дисплеи и прозрачные батареи.

В том же Стэнфордском университете группа учёных под руководством И Цуя разработала технологию создания прозрачных и в то же время гибких литий-ионных батарей. Они «напечатали» электроды батареи при помощи микроканальной технологии – базового принципа работы современных струйных принтеров. Суть метода заключается в том, что вместо одного большого электрода используется сетка из тонких проводников толщиной в 30-40 микрон. Человеческий глаз не может зафиксировать такие небольшие объекты, и поэтому сетка будет казаться прозрачной. «Печать» батареи производится в несколько этапов. Основной для сетки электродов служит кремниевая форма, которая

заливается кремний-органическим (силиконовым) гелем. Застывший гель снимают с формы и покрывают тонкой плёнкой золота. В результате образуются микроканалы, которые «заливают» раствором наночастиц из соединений лития, марганца и кобальта. После высыхания раствора золотая плёнка аккуратно снимается и производится сборка «сэндвича» из двух таких пластинок и вещества-электролита. Электрический «бутерброд» не только прозрачен, но и достаточно гибок – устройство потеряло только 5 % своей ёмкости после 100 свертываний в трубочку. Кроме того, данный источник питания можно многократно перезаряжать, как и обычный литий-ионный аккумулятор.

Другая стезя зелёных технологий, сулящая человечеству светлое и чистое будущее – транспорт, точнее электротранспорт, взамен нынешних автомобилей, теплоходов, самолётов и прочих средств передвижения на углеводородном ходу. В этой области первоочередные работы ведутся над созданием мощных лёгких недорогих автономных источников электричества.

В частности, продолжаются интенсивные исследования по повышению эффективности литий-ионных аккумуляторов. Новый материал, разработанный японской компанией Sumitomo Electric может существенно увеличить ёмкость литий-ионных аккумуляторов. Материал японцев называется Aluminum-Celmet, он имеет микропористую структуру, сформированную из множества сферических, связанных между собой, полостей. Компания Sumitomo Electric уже изготавливала микропористый материал из никеля и сплава хрома и никеля. За счёт пористости такой материал обладает высокоразвитой активной поверхностью и при достаточном его заполнении активным веществом может с высокой эффективностью использоваться в качестве электрода водородно-никелевой аккумуляторной батареи. Такому материалу легко придать любую форму, он замечательно поддаётся механической обработке. Используя технологический процесс, такой же, какой был использован для производства никелевого микропористого матери-

ала, компания Sumitomo Electric успешно произвела микропористый алюминиевый материал, который помимо развитой активной поверхности обладает ещё и небольшим весом, малым удельным электрическим сопротивлением и превосходной устойчивостью к коррозии. Все эти черты нового алюминиевого материала делают его весьма привлекательным для использования в литий-ионных аккумуляторных батареях электрических автомобилей, и везде, где происходят частые циклы зарядки-разряда. Представители Sumitomo Electric утверждают, что замена алюминиевой фольги, используемой в качестве положительного электрода литий-ионных аккумуляторов, новым микропористым материалом позволит значительно увеличить показатель количества энергии на единицу объёма аккумуляторных батарей. Это даст прирост ёмкости аккумуляторов в 1,5-3 раза, что увеличит дальность поездки электроавтомобиля без подзарядки на 200 % или позволит сократить объём и вес аккумуляторных батарей на 2/3 при неизменной дальности передвижения. Помимо электроавтомобилей, аккумуляторные батареи которых являются самым очевидным применением нового микропористого материала, этот материал может быть успешно использован и в аккумуляторных батареях, предназначенных для запасов энергии при солнечных и ветряных электростанциях.

Аналитики Wall Street Journal рассмотрели ситуацию в области перспективных аккумуляторов, благодаря которым сотовые телефоны смогут «жить» месяцами без зарядки, электроавтомобили проезжать больше 800 км на одной подзарядке аккумуляторной батареи, а здания хранить достаточно энергии, получаемой от солнечных батарей или других альтернативных источников, чтобы отказаться от традиционной электроэнергетики.

Ими были выделены пять перспективных проектов, близких к коммерческой реализации:

- Батареи, в которых вместо графитовых анодов используются кремниевые нанопровода диаметром 100 нм и длиной в несколько микрон. Учёные из Южно-Калифорний-

ского университета доказали, что для воплощения данного проекта в коммерческий продукт не нужно пять или десять лет. Уже сейчас учёным удалось увеличить ёмкость батарей втрое и сократить время зарядки до 10 минут.

- Батареи, в которых используются покрытые серой пористые углеродные нанопровода с электролитическими добавками. Учёные из Стэнфордского университета разработали новый тип анодов из кремниевых нанопроводов. Изначально исследователи столкнулись с быстрым выходом батарей из строя по причине разрушения материала в результате расширения и сжатия во время перезарядки, но они нашли выход из ситуации путём покрытия пористых углеродных нанопроводов серой и улучшения другой составной Li-ion аккумуляторов – катода – электролитическими добавками. В результате ёмкость батарей удалось увеличить в четыре-пять раз.

- Литий-воздушные батареи. Компания IBM в сотрудничестве с исследователями, государственными лабораториями и лидерами в отрасли работает над проектом Project 500. Компания IBM называет данные батареи литий-воздушными. Их работу можно описать следующим образом: вместо оксидов металла в позитивном электроде используется углерод, вступающий в реакцию с воздухом для создания электрического тока. Использование углерода делает батареи данного типа заметно легче по сравнению с графитовыми аналогами. По словам IBM, данные батареи позволят поставить электромобили в один ряд с бензиновыми авто, хотя на автомобильной индустрии их применение не закончится. По словам IBM, первый стабильный и полностью рабочий прототип батареи данного типа появится уже в этом году.

- Батареи, в которых применены аноды из олова. Учёные из Вашингтонского университета разработали технологию, которая поможет утроить ёмкость Li-ion аккумуляторов, сократить время зарядки и продлить срок службы. Данная технология, которая была запатентована учёными под руководством профессора Гранта Нортонa, описана следу-

ющим образом: графитовые электроды были заменены анодами из олова. Коммерческие Li-ion аккумуляторы, в которых применены аноды из олова, с виду не отличаются от графитовых аналогов и не требуют дополнительных затрат на внесение изменений в конструкции устройств.

- Батареи, в которых применены кристаллы магнетита из зубов моллюсков. Дэвид Кизайлус из Калифорнийского университета в Риверсайде установил, что идеальным материалом для создания дешёвых наноматериалов, которые смогут в разы повысить эффективность солнечных элементов и литий-ионных батарей, является самый твёрдый биоминерал на Земле – магнетит. Примечательно то, что он содержится в радуле панцирного моллюска (радула – аппарат, служащий для соскребания и измельчения пищи у моллюсков, состоит из хитиновой пластины с рядами хитиновых зубов). Разработки Дэвида Кизайлуса смогут обеспечить производство более дешёвых солнечных и литий-ионных батарей, на подзарядку которых будет уходить намного меньше времени. Дэвид Кизайлус выяснил, что моллюски из группы хитонов пользуются нанотехнологиями при создании новых зубов. И для этого им вовсе не нужны какие-то особые условия, а также много энергии. Учёный исследовал строение зубов у моллюска *Cryptochiton stelleri*, который является обычным жителем тихоокеанского побережья США. Он выяснил, что радулы этого существа имеют покрытие из магнетита ($\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$), который является одним из самых твёрдых биоминералов. Исследователь проследил, каким образом образуется это покрытие. Процесс формирования нового зуба происходит в три этапа: сначала гидратированный оксид железа осаждается на волокноподобных хитиновых органических «заготовках», потом из оксида образуется магнетит, а это, в свою очередь, приводит к изменению формы зуба, и он из весьма аморфного образования становится конусом с острой верхушкой. Самым интересным является то, что при образовании магнетита хитиновая основа изменяет свои свойства: рыхлый и пористый материал, связываясь с

частичками покрытия, меняет свою структуру. Но это ещё не все – сам магнетит в процессе затвердевания зуба тоже упорядочивается.

Если подходить к аккумуляторным батареям со стороны зелёных технологий, то, альтернативой литий-ионным батареям являются литий-полимерные, которые появились в середине 1990-х годов. Особенно предпочтительны в экологическом разрезе гибкие полимерные батареи, элементы которых в 2009 году продемонстрировали исследователи немецкого Исследовательского института электронных наносистем Фраунгофера. Гибкие литий-полимерные батареи экологически значительно чище, дешевле в производстве и легче утилизируются в сравнении с традиционными литиевыми батареями, содержащими органические растворители.

Как было отмечено в начале данной главы, одна из целей «зелёных технологий» – исключение использования вредных синтетических химикатов в сельском хозяйстве, внедрение биотехнологий в земледелие, животноводство и переработку сельхозпродукции. Пришло время в рамках нашей книги рассказать про зелёные технологии в сельском хозяйстве.

Химизация сельского хозяйства. Борьба за урожайность сельскохозяйственных культур и повышение производительности животноводства, включая яйценоскость кур. Достижения очевидны. Провалы тоже: вырождение плодородия почв, вследствие передозировки удобрений в погоне за все более и более высокими урожаями; переизбыток химии в сельхозпродуктах; загрязнение окружающей среды, для которой рукотворные химические удобрения – инородные тела.

Решение проблемы найдено. И, как это обычно бывает, когда упираются в тупик, решение оказывается за спиной. В данном случае – возврат к природе: биотехнологии. Восстановление природного баланса микроорганизмов в почве, использование микроорганизмов для борьбы с болезнями сельхозкультур и домашних животных, применение

микроорганизмов для повышения урожайности, яйценоскости, удоев и прочих потребностей гомо сапиенс в белках, жирах и углеводах.

Неоспоримым преимуществом применения в сельском хозяйстве биопрепаратов перед химпрепаратами является их экологическая чистота. Продукты, произведённые по биотехнологиям не содержат в себе неестественные химические соединения. В них нет никаких избытков нитратов, фосфатов и прочих «спутников» химизации сельского хозяйства. Кроме того, чёткое соблюдение технологии применения сельхозбиопрепаратов ведёт к повышению урожайности многих сельскохозяйственных культур. Но самым весомым аргументом для потребителей биопрепаратов может оказаться в конечном итоге дешевизна их применения: в расчёте на гектар вложенных средств биотехнологии в несколько раз дешевле химических технологий. Немаловажным является и косвенный эффект применения биопрепаратов: естественная микрофлора и нормализованный химический состав овощей и фруктов увеличивают их лежкость, что приводит к уменьшению потерь при хранении. Не смотря на кажущийся антагонизм химических и биологических сельхозпрепаратов, среди биопрепаратов есть такие, которые можно и даже нужно использовать вместе с химическими удобрениями, потому что они улучшают процесс усвояемости растениями химических соединений, что приводит и к повышению урожайности, и к улучшению структуры почв, и к уменьшению нормы внесения химических удобрений.

Среди сельхозбиопрепаратов можно выделить:

- биоудобрения, вносятся в почву перед посевом растений и во время их подкормки, обеспечивают повышение урожая сельскохозяйственных культур;

- биостимуляторы роста, используются во время роста растений, завязи плодов и созревания урожая;

- средства борьбы с болезнями и вредителями, применяются при предпосевной обработке семян и в период появления вредителей;

- средства компостирования растительного материала, используются для переработки растительных материалов, остающихся после уборки урожая и используется для обогащения почвы перед посадкой растений.

По мнению многих экспертов, будущее принадлежит биологическому земледелию, принцип действия которого – поддержании почвы в жизнеспособном, биологически активном состоянии. Основа биологического земледелия – это активация микрофауны почвы. Почвенно-микробиологические процессы протекают с желаемой интенсивностью лишь тогда, когда их обитатели находятся в активном состоянии.

В корнеобитаемом слое почвы всегда существует сообщество бактерий, грибов, других простейших микроорганизмов, сложившихся за миллионы лет. Как это ни парадоксально, но основная масса биосферы состоит из этих микроскопических существ. В процессе своей жизнедеятельности они создали и постоянно увеличивают плодородие почв планеты. Среди микроорганизмов, населяющих почву, есть полезные и вредные. В свою очередь, среди полезных микроорганизмов одного и того же вида существуют особи высокой метаболической активности. Такие уникалы и представляют практический интерес. Их выделяют в чистую культуру, изучают полезные свойства, затем комбинируют, создавая консорциумы естественных экологически чистых препаратов. Получаются сельхозбиопрепараты.

Химические средства защиты растений подавляют не только вредную, но и полезную микрофлору почвы. В результате замедляются процессы разложения и минерализации растительных остатков. Вынос питательных элементов превышает естественный прирост. Почвы быстро теряют своё плодородие.

Для предотвращения дальнейшего оскудения почв разрабатываются сельхозбиопрепараты с уникальными свойствами. К примеру, унификаторы состава почвы и стабилизаторы урожая. Первые приводят состав почвы к стан-

дартному набору микроорганизмов для унификации процесса дальнейшей работы с почвами независимо от климатических зон. Вторые стабилизируют урожай в зависимости от конкретных погодных условий в данный момент в данном регионе: в случае засухи удерживают влагу в почве и поглощают её из атмосферы, в случае дождей поглощают избыток влаги из почвы и непосредственно с сельскохозяйственных культур. Применение биопрепаратов при компостировании растительных остатков позволяет получить органическое экологически чистое удобрение. Безотходные технологии переработки отходов бродильной, масложитной, сахарной, мукомольной промышленности с использованием биопрепаратов превращают отходы из загрязняющего фактора в высококачественное органическое удобрение или сырьё для получения биологических средств защиты растений.

Ещё одна «профессия» сельхозбиопрепаратов – рекультивация земель. Вокруг современных крупных предприятий простираются обширные поля отчуждённых нарушенных земель, утративших плодородие. Такие экзотические ландшафты напоминают лунные пейзажи. Это могут быть золошламоотвалы комбинатов, отвалы шахтной добычи рудных и нерудных ископаемых, нефтяные загрязнения различного происхождения. Традиционная рекультивация предлагает следующие приёмы ускоренного возврата нарушенных земель: нанесение плодородного слоя, использование хозбытотходов с последующим запахиванием, внесение торфяной золы.

Биологическая рекультивация нарушенных земель даёт возможность в момент посева трав-эндемиков обеспечить их семена необходимым и достаточным количеством питательных веществ, нужными группами почвенных микроорганизмов, усваивающих азот из воздуха и обеспечивающих их питание. Фактически при прорастании семян, вокруг корешка формируется свой микроагроценоз. Предварительное и последующее внесение почвоулучшающих и агрополезных микроорганизмов, а также объединение

между собой множества микроагроценозов развивающихся растений, приводит к образованию сплошного тонкого слоя гумуса – основы начала формирования нормального плодородного слоя.

В результате применения биопрепаратов уже в первый год рекультивации удаётся получить хороший рост трав. При этом резко возрастает численность почвенной микрофлоры, особенно тех групп микроорганизмов, которые активно участвуют в первичном почвообразовании. В результате гумус образуется уже на втором году рекультивации. На третий год его содержание достигает 1,3-1,5 %. Без применения биологических методов содержание гумуса к этому времени составляет 0,1 %. Затраты на рекультивацию с помощью микроорганизмов, входящих в состав сельхозбиопрепаратов, снижаются в 5-8 раз по сравнению с традиционными методами.

Сельхозбиопрепараты применяются не только сельхозпроизводителями, но и городскими коммунальными службами: для улучшения условий обитания человека в мегаполисе используются агроприёмы с применением биопрепаратов, обеспечивающие восстановление плодородия почвы и ее биологической активности. В результате улучшаются декоративные свойства растений, возрастает приживаемость саженцев (в 5-7 раз). Снижается расход минеральных удобрений в 2-3 раза, а в отдельных случаях можно полностью отказаться от их применения, кроме того, подавляется фитопатогенная микрофлора.

Завершая разговор про зелёные технологии в формате сельхозбиопрепаратов необходимо подчеркнуть, что стоимость сельхозбиопрепаратов на порядок выше, чем стоимость тех же химических удобрений, но расход на два порядка меньше. В результате – экономия для сельхозпроизводителей на порядок по сравнению с химическими сельхозпрепаратами. Плюс экологическая чистота сельхозпродуктов. Технология весьма и весьма перспективная, как в сельскохозяйственном аспекте, так и в коммерческом

плане, и завоёвывает все новые и новые позиции в сельском хозяйстве развитых стран.

Помимо биопрепаратов на волне инновационных технологий в сельское хозяйство пришли нанотехнологии, что вполне обосновано можно отнести к расширению сферы влияния «зелёных технологий», поскольку при том снижается нагрузка на сельскохозяйственные экосистемы.

Так, в растениеводстве применение нанопрепаратов в качестве микроудобрений обеспечивает повышение устойчивости к неблагоприятным погодным условиям и увеличение урожайности (в среднем в 1,5-2 раза) почти всех продовольственных (картофель, зерновые, овощные, плодово-ягодные) и технических (хлопок, лен) культур. Эффект здесь достигается благодаря более активному проникновению микроэлементов в растение за счёт наноразмера частиц и их нейтрального (в электрохимическом смысле) статуса, что задействовала американская компания «Nanotech Industries, Inc.» (Калифорния), запатентовала технологию предпосевной нанообработки семян на основе биологически активных многофункциональных материалов, которые были названы наночипсами. Практически не повышая стоимость обработки, технология от «Nanotech Industries, Inc.» до 50 % увеличивает урожайность как продовольственных, так и технических культур. Наночипсы представляют собой твёрдый пористый носитель (минеральный материал, глина, торф, полимер), поры которого содержат наночастицы биологически активных веществ. Эти вещества, улучшающие условия прорастания, развития и защиты растений от неблагоприятных воздействий, не только проникают в поры, но и удерживаются на поверхности носителя за счёт адгезии. Состав биологически активных наночипсов выбирают с учётом ожидаемых и усреднённых неблагоприятных условий.

По мнению учёных, применение нанотехнологий в сельском хозяйстве (при выращивании зерна, овощей, растений и животных) и на пищевых производствах (при переработке и упаковке) приведёт к рождению совершенно но-

вого класса пищевых продуктов – нанопродуктов, которые со временем вытеснят с рынка генно-модифицированные продукты.

Рассказ про достижения зелёных технологий не может обойтись без геной инженерии, которая открывает перед человечеством пути решения проблемы истощения ресурсов и настраивает на разумное природопользование.

В этом плане исследователи из израильского Института Вейцмана научились менять структуру ДНК овощей и фруктов для улучшения их внешнего вида и вкуса. Основные характеристики плодов при этом не меняются. Метод израильских учёных наиболее точный из всех существующих на сегодняшний день и представляет большой интерес для садоводов. До сих пор любые изменения структуры ДНК плодов приносили непредсказуемый результат, так как помимо вкусовых качеств и внешнего вида они случайно затрагивали и другие признаки растений.

Новый метод построен на принципе гомологичной рекомбинации – способа устранения двух- или односторонних повреждений ДНК с помощью повторяющегося копирования признаков, который используется клетками чаще всего. Генетики научились использовать этот процесс в собственных целях. Они выбирают необходимую черту и «обрезают» ДНК таким образом, чтобы при естественном восстановлении клетки сами подставили её в молекулы.

Для показательного эксперимента учёные попытались изменить цвет томатов. Так результат исследования можно было без труда отследить визуально. В результате гомологичная рекомбинация произошла в 14% случаев, что считается высоким показателем точности.

«Теперь, когда мы показали, что преднамеренно индуцированная гомологичная рекомбинация происходит с такой высокой частотой, садоводы могут начать использовать этот механизм. Метод позволяет не просто редактировать, а переписывать геном растения, чтобы комбинировать необходимые свойства, включая вкус, размер, урожайность и устойчивость к болезням», – отметил профес-

сор Авраам Леви, под руководством которого проходило исследование.

И немного про «голубую экономику». В последнее десятилетие динамично развивается мощное научно-практическое направление «The Blue Economy» («голубая экономика» или экономика морепродуктов). Этому направлению посвящены сотни публикаций и патентов, разработаны новые технологии, созданы сотни научно-производственных компаний в разных странах.

Одним из очень важных направлений «голубой экономики» является глубокая промышленная переработка водорослей из морских, речных, озёрных и искусственных водоёмов с целью получения широкого ассортимента ценных продуктов. Одними из самых массовых продуктов переработки водорослей являются волокна на основе альгината (альгинат – основное вещество водорослей, полисахарид близкий по химическому строению к целлюлозе). Однако, как оказалось в последние годы, из водорослей можно производить разные виды биотоплива и простейшие органические вещества как сырьё для более сложных продуктов: масел, биологически активных веществ, лекарств. При этом не надо бурить скважины и забираться в отдалённые уголки планеты, крушить арктический шельф – достаточно водоема под водоросли и солнечного света для их питания и размножения.

Наиболее перспективной с точки зрения выращивания и производства различных полезных и ценных продуктов признается вид водорослей *Spirulina*. Эти водоросли легко выращиваются, дают большой урожай, содержат значительное количество потенциального полезного сырья. Самым прибыльным с учётом конъюнктуры на мировом рынке потребления топлива и реально реализуемым направлением признается выращивание водорослей для производства биотоплива и производство из водорослей различных видов биотоплива. При этом из одной тонны влажной биомассы водорослей можно получить до двухсот литров масла, из которого путём несложных технологий

можно будет получать биодизель и ряд ценных органических веществ: триглицериды, жирные кислоты, липиды, углеводороды с длинной цепочкой, углеводы (сахара, крахмал, альгинат), этанол и другие спирты, целлюлозу, другие ценные продукты.

Мало вырастить водоросли и собрать, их ещё надо переработать в нужный продукт. К примеру, бурые водоросли обычно игнорируются как источник горючего, поскольку содержащиеся в них сахара трудно поддаются ферментации. Но исследователи из калифорнийской компании Bio Architecture Lab «научили» бактерии напрямую конвертировать бурые водоросли в этанол, притом с хорошей эффективностью.

Биологи из Bio Architecture Lab воспользовались собственным открытием. Они идентифицировали у вибриона *Vibrio splendidus* солидный фрагмент ДНК длиной 36 тысяч пар оснований, который отвечает за синтез ферментов, необходимых для транспорта и метаболизма альгинатных олигомеров. Новые ферменты помогают преобразованному микробу переправлять разрозненные кусочки бывшего полисахарида внутрь клетки. Другие гены от *Vibrio Splendidus* заставляют клетку выполнить целую цепь химических реакций. И как финальный штрих – ещё заимствованные гены, на этот раз от бактерии *Zytoponas mobilis*. Они окончательно превращают промежуточные вещества в этанол.

Авторы работы сообщают, что выход спирта по весу составил 0,281 от массы сухих водорослей и что это эквивалентно примерно 80% от теоретически максимального производства этанола из сахара, содержащегося в водорослях. Они отмечают, что бурые водоросли не содержат лигнин, а потому их сахара могут быть освобождены при помощи простой перемолки биомассы. Ещё плюс – культивирование водорослей не требует пахотных земель, удобрений, пресной воды и не ставит людей перед дилеммой – отдавать выращенные растения на топливо или использовать как пищу. Исходя из возможного темпа роста водо-

рослей и КПД преобразования их в жидкое топливо, авторы технологии оценивают возможную производительность морских ферм как 19 тысяч литров этанола с гектара в год. А это примерно вдвое больше, чем соответствующий показатель для сахарного тростника, и в 5 раз выше, чем кукурузы. В перспективе это достижение позволит перенести задачу получения сырья для биотоплива от наземных ферм к морским.

Эксперты отмечают высокую экономичность получения биотоплива из водорослей в сравнении с другими способами получения биотоплива из растений (рапс, кукуруза, пальмовые плоды и прочее) и предсказывают резкий рост использования водорослей в ближайшие годы. Специалисты оценивают преимущества биотоплива из водорослей по следующим соображениям:

- топливо потенциально продуцируется прямо в водорослях с помощью солнечной энергии;
- не нужно занимать площади, занятые под выращивание сельхозкультур;
- процесс производства легко масштабируется;
- цены готовой продукции сравнимы с ценами на обычное топливо;
- экологическая чистота производства.

В общем, в мире сформировалось мощное перспективное научно-техническое движение – «голубая революция» – эффективное использование растений и животных морей, рек и озёр в различных важнейших направлениях деятельности человека: от изучения механизма функционирования растений и животных водоёмов различного вида до создания новых технологий и продуктов на этой основе (бионика) и «одомашнивание» выращивания водных растений – водорослей для производства из них биотоплива, волокон, углеводов, полисахаридов, продуктов питания, пищевых добавок, лекарств, других ценных продуктов. При этом «голубые технологии» экономичны (солнечная энергия прямо трансформируется в биотопливо и другие ценные продукты) и экологичны (не занимают земельные уго-

дья, не увеличивают содержание углекислого газа в атмосфере).

В конце нашего небольшого обзора достижений зелёных технологий немного экзотики. Зелёные технологии – зеленее не придумаешь.

Исследователи из университета Кливленда (Case Western Reserve University in Cleveland) успешно превратили насекомых, обычных тараканов, в живые топливные элементы, внедрив в их тело электроды. В конечном счёте, это позволит таким насекомым переносить на себе миниатюрное контрольное и передающее оборудование, которое приводится в действие электричеством, вырабатываемым телами этих насекомых. Те продукты, которые употребляют люди, расщепляются до уровня глюкозы, которая переносится с кровью и является топливом для мускулатуры, мозга и других тканей. Еда насекомых расщепляется до более простого вида сахара – трегалозы. Внедрённый в тело насекомого положительный электрод, анод, изготовленный из материала-катализатора, расщепляет трегалозу в крови насекомых на более простые соединения, при этой электрохимической реакции вырабатываются свободные электроны, который создают электрический потенциал между анодом и катодом, вторым электродом. «Такой биотопливный элемент использует те продукты, которыми питается само насекомое», – рассказал Даниэль Шерсон, учёный-химик из университета Кливленда. Тараканы с внедрёнными электродами, т.е. превращённые в биологически-активные элементы, вели себя точно так же, как и до имплантации электродов, только их аппетит возростал пропорционально количеству снимаемой с электродов энергии. Каждый таракан смог вырабатывать электрический потенциал напряжением 0,2 В, это эквивалентно одной десятой потенциала батарейки AAA. Но этой энергии уже достаточно, чтобы передать информацию на расстояние пять сантиметров беспроводным методом.

В попытке найти экологическую альтернативу для создания электрических батарей исследователи из Кали-

форнийского университета в Риверсайде разработали батарею с использованием шампиньонов двуспоровых. Как утверждают учёные, их детище сможет не просто снизить экономическую и экологическую стоимость при производстве батарей, но и привести к созданию аккумуляторов, мощность которых не падает, а наоборот, возрастает с течением времени. Инновационные батареи состоят из трёх основных элементов: отрицательный полюс (катод), положительный полюс (анод) и твёрдый или жидкий разделитель (электролит). В качестве анода в литиево-ионных батареях используется синтетический графит, однако этот материал требует использования агрессивных химических веществ для очистки и подготовки. Эти процессы не просто дороги сами по себе. Их побочным продуктом являются опасные отходы, вредящие окружающей среде. Учёные решили использовать грибы шампиньоны как заменитель для графита по двум причинам. Во-первых, более ранние исследования показали, что эти грибы – очень пористые, а это свойство важно при создании аккумулятора (большее количество отверстий позволяет запасать и передавать больше энергии, что повышает производительность). Во-вторых, они содержат много солей калия, а значит, могут привести к созданию батарей, активных в течение долгого времени, по сути, даже повышающих собственную мощность со временем. Учёные обнаружили, что, кожица со шляпки двуспоровых шампиньонов при нагреве до 500 градусов Цельсия превращается в структуру из естественных углеродных нанолент. После нагрева до 1100 градусов она превращается в пористую сеть углеродных нанолент (материал с большой площадью поверхности, пригодный для хранения большого количества энергии). Исследователи говорят, что, если дальше оптимизировать процесс, углеродные аноды, полученные из грибов, могут стать достойной альтернативой обычным графитовым анодам. «С подобными материалами аккумуляторы мобильных телефонов будущего будут не разряжаться быстрее со временем, а напротив, начнут дольше держать заряд из-за акти-

визации пор внутри углеродных структур», – комментирует Бреннан Кэмпбелл, аспирант Калифорнийского университета в Риверсайде и один из соавторов работы.

Люк Боузер, работающий в университете британского города Лидса, вместе с коллегами задумался над тем, можно ли использовать белки, создаваемые для укрепления скелетов животных, при выращивании новых деталей электроники. Его команда в качестве основы для своей работы выбрала силикатеины – белки, строящие скелеты морских губок. Используя методы размножения ДНК, учёные вырастили миллионы мутаций ДНК, кодирующих силикатеины. Мутации возникали естественным путём во время процесса роста, так что в итоге получилось множество вариантов белков. А это привело к тому, что некоторые силикатеины приобрели способность строить разнообразные минеральные кристаллические структуры. Затем исследователи прикрепили ДНК к миниатюрным полистирольным шарикам и поместили их в раствор с кремнийсодержащим соединением. Группа Боузера стремилась отобрать белки, способные брать из раствора кремний и строить вокруг шариков кремниевые структуры, одновременно обеспечивая доступ к ДНК на поверхности шарика, ибо им легче было собирать и размножать те ДНК, которые создавали самые многообещающие кристаллы диоксида кремния. И каков конечный продукт? – Белки, создающие кремниевые структуры, каких не знает природа. При дальнейшем развитии технологий можно добиться того, чтобы выращивать кристаллические структуры кремния нужного размера и формы для применения в технике.

Исследователи из Университета Техаса в Остине создали новый экологически чистый антипирен из вещества, которое содержится в морских мидиях. Существующие антипирены часто являются токсичными и могут накапливаться в течение долгого времени в окружающей среде и живых организмах, включая человека. Огнезащитные добавки включаются в состав современной мебели, автомобильной обивки и многих других потребительских товаров. С тече-

нием времени эти химикаты могут выделять токсичные вещества в окружающую среду и оказывать вредное воздействие на здоровье людей. Исследователи обнаружили, что синтетическое покрытие из полидопамина, полученного из допамина, обладает весьма эффективными огнезащитными свойствами. Исследователи считают, что их покрытие можно использовать вместо обычных антипиренов. «Поскольку полидопамин является природным и уже присутствует в животных, то вопрос о токсичности сразу уходит, – сказал руководитель исследования Кристофер Эллисон. – Мы считаем, что полидопамин может легко заменить антипирены, используемые во многих продуктах, что сделает их более безопасными для детей и взрослых». Покрытие из полидопамина наносили на внутреннюю и наружную поверхности пенополиуретана путём простого погружения в водный раствор допамина в течение нескольких дней. Было обнаружено, что применение покрытия из полидопамина для пенопластов привело к значительному снижению интенсивности пламени. Возможность огнезащитных покрытий из полидопамина по уменьшению интенсивности пожара на 20% лучше, чем у существующих антипиренов, при этом необходимо относительно малое количество полидопамина для защиты горючих материалов от огня.

Учёные из Кардиффского университета (Великобритания) придумали инновационный способ добычи водорода из обычной овсяницы, что может сильно повлиять на сферу энергетики в целом. Водород уже давно признан чрезвычайно перспективным альтернативным видом топлива: обладая высоким содержанием энергии, он не выделяет парниковых газов при сгорании. Однако процесс получения этого топлива сам по себе не является экологически чистым, к тому же он дорогостоящий, так как при этом расходуются огромные запасы природного газа и угля. Данные факты заставляют учёных придумывать альтернативные и более безопасные способы получения водорода. Одно из самых перспективных исследований ведётся учёными из

Кардиффского университета в Великобритании, которые сотрудничают с исследователями из Королевского университета в Белфасте. В ходе своего исследования учёные разрабатывают эффективный способ получения водорода из целлюлозы с помощью солнечного света и катализатора. В экспериментах были использованы три металлических катализатора на основе палладия, золота и никеля – последний представляет для исследователей наибольший интерес из-за его распространённости в природе и ценовой доступности. Команда смешала три катализатора с целлюлозой в специальной колбе и поместила систему под настольную лампу, при этом состав смеси измерялся каждые 30 минут. После этого эксперимент повторили с использованием обычной травы. В результате исследователям удалось убедиться, что данный процесс действительно позволяет получать значительное количество водорода. По словам исследователей, использование дешёвого катализатора в виде никеля и обычной травы для получения водорода делает из их исследования по-настоящему инновационными.

Химики из университета Бата синтезировали биопластик, используя вещество, которое содержится в смоле хвойных деревьев. Исследователи надеются, что материал, полученный целиком из возобновляемых ресурсов, будет использоваться как упаковка для пищевых продуктов, а также для создания медицинских имплантатов. Сырьём для производства экологичных материалов, таких как полилактид (полимолочная кислота), служат возобновляемые ресурсы: кукуруза и сахарный тростник. Помимо этого достоинства, полилактиды также обладают хорошей биосовместимостью, что позволяет использовать их в качестве медицинских имплантатов. Однако одним из существенных недостатков полимеров молочной кислоты является их низкая прочность и эластичность. Чтобы сделать полилактид более гибким, к нему добавляют капролактон, получаемый из нефти. Такая добавка делает биопластик не полностью возобновляемым материалом. Теперь хими-

ки из Англии заменили капролактон на пинен – вещество циклического строения, относящееся к классу терпенов, которое получают из смолы хвойных деревьев. Именно пинен придаёт ели её характерный аромат. Их работа поможет производить биопластмассу полностью из возобновляемых ресурсов. Пока учёные получили всего несколько граммов экологичного материала, однако химики работают над созданием методики, которая позволит перенести синтез биопластика из лаборатории в масштабное производство.

Исследователи из Германии предложили очень перспективный метод для создания пены из древесных частиц. Полученную вспененную древесину можно использовать точно так же, как и обычные пенопласты, но они представляют собой полностью натуральный продукт из устойчивого сырья. Другим преимущество является то, что в отличие от обычных вспененных продуктов, вспененная древесина может быть с лёгкостью переработана после использования. Например, если брать её в качестве упаковочного материала, то после использования она просто перерабатывается как макулатура. Новый материал имеет настолько большой потенциал, что выиграл премию GreenTec Awards 2015 в категории «Строительство и жизнь». Для производства такой пены сначала очень мелко измельчают древесину, пока крошечные частицы дерева не превратятся в вязкую массу. Затем они добавляют к этой суспензии газ, чтобы вспенить её, и дают затвердеть. Процессу отверждения способствуют природные вещества, содержащиеся в самой древесине. Полученное вспененное дерево представляет собой лёгкий материал, из которого могут быть сформированы жёсткие пластины или гибкие листы. Как и другие продукты на основе древесины, они могут быть легко распилены или разрезаны для получения желаемых размеров. Древесная пена является идеальным материалом для теплоизоляции дома, где необходимо сохранить тепло внутри и создать уютную обстановку для обитателей здания. Некоторые альтернативные древесные теплоизо-

ляционные материалы, такие как древесно-волоконистые плиты, менее устойчивы к деформации, чем пенопласт, поскольку имеют тенденцию постепенно разрушаться под действием собственного веса из-за накопления влаги, особенно в середине. А вспененное дерево в этом отношении ведёт себя как и обычные пенопласты. Учёные проанализировали свою разработку в соответствии с действующими стандартами для изоляционных материалов и получили весьма обнадеживающие результаты, причём не только с точки зрения их теплоизоляционных свойств, но и механических, и гидродинамических свойств. Другими словами, вспененная древесина изолирует тепло, также как обычные пенопласты, но устойчиво к давлению и влажности.

В США доктор Малькольм Браун, профессор из Университета Техаса, представил революционный способ «выращивания» наноцеллюлозы, который, по его мнению, является одним из самых важных открытий в биологии растений. Наноцеллюлоза – материал, представляющий собой набор наноразмерных волокон целлюлозы с высоким отношением длины к диаметру. Типичный диаметр такого волокна 5-20 нм, а длина варьируется от 10 нм до нескольких микрон. Материал обладает свойством псевдопластичности, т.е. является вязким при обычных условиях и ведёт себя как жидкость при физическом воздействии (тряске, взбалтывании и т. п.). Удивительные свойства наноцеллюлозы позволяют создавать на её основе сверхлёгкие и сверхпрочные материалы, такие, например, как аэрогель. Предметом исследования доктора Брауна были чайный гриб (симбиоз дрожжевых грибов и уксусно-кислых бактерий) и его бактерии, которые способны производить наноцеллюлозу в культурной среде. Но для производства таким способом в промышленных масштабах потребовалось бы большое количество сахара, питательных веществ и огромные бродильные чаны. Метод же профессора Брауна гораздо более эффективен и экологически чист. Единственное, что для него нужно – это вода, солнечный свет и водоросли. Учёный «внедрил» выделенные из аце-

тобактерий гены в сине-зелёные водоросли, заставив их производить наноцеллюлозу. Потенциально, такой способ позволит создавать целые органические заводы по производству материала в промышленных масштабах. Появятся фермы, производящие наноцеллюлозу в больших количествах и недорого, да ещё и с поглощением углекислого газа из атмосферы. Тогда наноцеллюлоза может стать сырьём для производства биотоплива, и станут экономически эффективны многие области её применения.

Группа биохимиков под руководством Джеймса Ляо из университета штата Калифорния в Лос-Анжелесе создала особый штамм бактерий из рода *Ralstonia*, которые поглощают углекислый газ и перерабатывают его в бутанол и другие простые спирты, которые можно использовать в качестве биотоплива. Эта бацилла относится к особому классу бактерий, которые могут питаться водородом и не нуждаются в кислороде или в других особых условиях среды для выживания. Ферменты из семейства гидрогеназ – окислителей водорода – являются ключевым элементом микроба для его выживания. Джеймс Ляо и его коллеги вставили в геном *Ralstonia eutropha* несколько генов, заставляющих её превращать излишки энергии в бутанол и другие органические спирты. Осталось найти надёжный и безопасный источник водорода – использование чистого водорода было бы крайне опасным занятием, так как любая утечка может обернуться мощнейшим взрывом. Учёные воспользовались тем, что бактерия умеет использовать молекулы муравьиной кислоты в качестве источника водорода. *Ralstonia eutropha* поглощает молекулы кислоты, расщепляет её на молекулу водорода и углекислого газа и использует первую как «топливо», а вторую – в качестве «стройматериалов» клетки. При этом муравьиную кислоту достаточно легко получить, если одновременно пропускать через воду углекислый газ и электрический ток. Биохимики проверили работу бактериальной «мануфактуры», поместив колонию бактерий в сосуд, через который пропускался электрический ток и углекислый газ. К разоча-

рованию учёных, ток блокировал рост колонии, так как в жидкости постоянно появлялись токсичные для микробов пероксид водорода, оксид азота и атомарный кислород. Исследователи решили эту проблему, обернув анод тонким слоем пористой керамики. Керамическая «чаша» действовала как частично проницаемая мембрана, пропускающая молекулы муравьиной кислоты и препятствующая «побегу» токсичных соединений. По оценке руководителя проекта, такая конструкция позволяет колонии расти, вырабатывает приемлемое количество биотоплива и может применяться для получения биотоплива из электричества, вырабатываемого солнечными батареями, ветряками и другими возобновляемыми источниками энергии.

С чего начинается изготовление любой деревянной мебели? Обычно дерево срубают, а уж потом думают, что из него сделать: табуретку, детский стульчик, кухонный стол или шкаф. Традиционный подход к этому вопросу буквально перевернул с точностью до наоборот мебельных дел мастер из Великобритании Гэвин Манро. Его мебель сначала растёт, как задумано мастером в виде стола, лампы или кресла, а после того, как она достигнет нужных размеров, её срубают. Фантастика? Вовсе нет! Идея «живой мебели» пришла к Манро, когда он наблюдал за маминым деревцем бонсай, а став взрослым Гэвин создал целую компанию по выращиванию мебели – Full Grown. За последние несколько лет они «вырастили» более 300 «живых» ивовых стульев, буквально «уговаривая» их расти так, как задумал дизайнер. Вся «выращенная» Манро мебель монолитна, она не требует «распила на детали», склеивания или сколачивания гвоздями. Сначала высаживают ивовые деревья, обильно поливаемые в процессе роста, при этом молодой саженец ивы всего за несколько недель принимает заданную форму будущей мебели и направление её роста. Следующий этап более долгий, он занимает 2-3 года, пока дерево не укрепитя и до 6 лет, пока форма не станет устойчивой. Конечно, чтобы получить эксклюзивный ивовый или дубовый стул, возможно,

придётся ждать несколько лет, но, во-первых, поля компании уже полны как новых заготовок, так и практически готовых к выходу в свет изделий, а во-вторых, тем они и ценнее, что должны быть выдержаны, как хороший коньяк. В 2008 году под производство Гэвин Манро отвёл участок площадью 1 гектар в английском городке Уирксворд. Сейчас там растёт примерно 400 стульев, столов и абажуров. Технология выращивания мебели поистине удивительна! Ведь значительную часть работы выполняет природа, мастер лишь корректирует и доводит до блеска каждое изделие. Команда мебельщиков-садоводов занимается выращиванием деревьев вокруг рам и каркасов, превращающихся в стулья, столики, торшеры, светильники, люстры и рамы для зеркал. Проект был запущен ещё 10 лет назад и этой осенью будет собран первый значительный урожай зеркал, люстр, светильников, а в 2016 году Манро планирует собрать новый «урожай» из полусотни новых столов и стульев. Пока среди сырья для его новаторской мебели лидирует ива, но уже ведутся эксперименты по созданию живой мебели из орешника, ясеня, клёна, платана, дикой яблони, красного и скального дуба. Да и модельный ряд вскоре может значительно вырасти, Гэвин Манро планирует вырастить комоды и книжные полки. Что касается стоимости такой мебели, то она «кусаётся» – примерно 2500 фунтов стерлингов, а светильники и рамы около 1500 фунтов за экземпляр.

К чему последняя ненаучная экзотика на грани делового помешательства? – Во-первых, как пример нетривиального подхода к решению тривиальной задачи. Во-вторых, как образец приложения наблюдений за окружающим миром к производственному процессу. Мозг учёного так заточен, что замечает то, мимо чего обыватели проходят, головы совсем не оборачивая: оно уже есть среди окружающего мира, остаётся только всем остальным показать. Голова инженера, так повернута, что примечает то, что можно к делу приложить, мозги особо не напрягая: оно уже изобре-

тено природой или другими, остаётся только вставить в своё изделие или технологию.

В любом деле, в любой информации можно найти рациональные зерна, коли с головой к тому делу или информации подойти. Мозг учёного так устроен, что он во всем ищет ответы на свои вопросы, если тот всерьёз голову над какой-то проблемой ломает. Даже во сне. Даже при чтении ерунды всякой, когда заряд творца на решение вдруг так высветит проблему, что она совершенно в ином свете предстанет, а выход из тупика рядом окажется. Только немного сбоку. Не в том направлении, куда научная рутина затянула. Научные изыскания часто идут параллельными путями. Над одной и той же проблемой бьются пытливые умы сразу в нескольких институтах и лабораториях. Особенно если проблема востребована обществом. Бьются, не ведая о проведении аналогичных работ. Не потому что знать ничего не хотят о том, что в мире творится, а потому что некогда. Нет времени по той же паутине лазить. А в ней много чего найти можно. В том числе и информацию о других работах, которую в своей работе задействовать можно. И как информацию к размышлению, и как вести о коллегам, и как аргументацию в отстаивании своего проекта перед руководством – раз другие по этой тематике работают, значит, тема востребована, и надо активизировать свои исследования в этом направлении, чтобы на обочине не оказаться. Для того и представлена вышеприведённая информация, представляющая собой подборку вестей с полей интернета по тематике данной главы. И задача обзора – не столько просвещать, сколько мозги включать. Не в плане, что надо, а что не надо исследовать, а в расчёте на использование в чьей-то работе для более быстрого выхода на конечную цель, без отвлечения на решение уже решённых задач.

Подытоживая все сказанное в этой главе, стоит ещё раз повторить, что одним из важнейших направлений современного развития научно-технического прогресса является смена парадигмы: от экстенсивного к устойчивому разви-

тию с акцентом на максимальное сохранение природы и её самого активного члена – человека, деструктивная активность которого по отношению к природе достигла критического уровня. Антропогенный фактор в нарушении экобаланса со всеми вытекающими из этого негативными последствиями стал доминирующим. В связи с этим в развитых странах общество и правительства ставят задачу и принимают программы национального и международного характера по защите окружающей среды. Пришла пора спасти планету от неразумной избыточной эксплуатации её ресурсов человеком. В ответ на этот вызов времени в конце XX века сформировалось и продолжает развиваться в настоящий момент новое направление науки и практики под названием «зелёные технологии», охватывающее практически все сферы деятельности человека.

В перспективе ожидается дальнейшее ускоренное развитие широкого спектра экологически чистых технологий. К наиболее острым глобальным экологическим проблемам сегодня относят утрату биоразнообразия, изменение климата, доступ к качественной воде и другим ресурсам, поэтому можно предположить, что развитие технологий будет направлено на их решение. При этом «зелёные технологии» не сводятся к частным случаям. «Зелёные технологии» – это и экологически безопасное сырьё, и экологически безопасные конечные продукты, и экологически безопасные технологии производства.

2.3 Медицина

В главе, посвящённой одному из последних достижений инновационных систем – 3D-печати – уже рассказывалось о приложении этого новейшего направления в науке и технике к древнейшей сфере знаний и практики – медицине. Как было отмечено, нет ничего важнее для человека, чем здоровье, достижения в медицине касаются всех: и тех, с чьей помощью они на свет появляются – учёных с инженерами, и тех, кто ими повсеместно пользуется – лекарей с обывателями. Вряд ли найдётся во всем цивилизованном мире человек, который на протяжении всей своей жизни, и неоднократно, не прибегал к медицинским услугам. Поэтому стоит особо остановиться на достижениях инновационных систем в области медицины.

Начать, пожалуй, следует с прорывных разработок в области медицины, ставших возможными лишь благодаря последним открытиям учёных и изобретениям инженеров, без которых медики лишь мечтать могли о полноценном лечении, а пациенты даже и не помышляли. К примеру, об операции на головном мозге без трепанации черепа.

В Израиле в медцентре Рамбам впервые в истории медицины страны осуществили операцию на головном мозге человека, посредством направленных ультразвуковых волн под контролем магнитно-резонансного томографа. Такое вмешательство стало возможным с помощью инновационной медицинской технологии, разработанной израильской научной компанией «Инсайтэк», которая до этого провела свыше ста процедур по своей технологии в Америке, Южной Корее и Швеции. Новая технология делает ультразвуковые волны эффективным медицинским инструментом, способным заменить нож хирурга. Основная инновация данного лечения заключается в том, что оно проводится без наркоза, без необходимости вскрывать череп пациента, без опасности инфицирования пациента, и не требует вообще никакого реабилитационного периода. Пациент может встать на ноги непосредственно после за-

вершения процедуры. «Операция без операции» в мед-центре Рамбам была проведена для семидесятирёхлетнего жителя севера страны, последние пятнадцать лет страдавшего от сильнейшего тремора тела. По прибытии в медицинский центр, правая часть тела пациента и в особенности правая рука, сильно дрожала. Пациент не мог писать, удерживать в руках чашку кофе, производить прочие элементарные действия.

«Операция без операции», которая излечила пациента, стала возможной благодаря объединённым усилиям компании «Инсайтек» и медицинского центра Рамбам. В операции принимали участие медики из отделения нейрохирургии, директором которого является профессор Менаше Заруар, отделения лечения болезни Паркинсона, директором которого доктор Илана Шлезингер, и нейрорадиологического отделения, под руководством профессора Дорит Гольдшар. «Операция без операции» началась в девять утра и продолжалась два часа. По завершении процедуры пациент сам легко встал с кровати. Он двигался без малейших затруднений и великолепно себя чувствовал. Он заявил врачам, что ощущает себя заново родившимся.

Хирургам, проводящим операции на мозге, давно известно, что такие заболевания, как болезнь Паркинсона, тремор или невропатические боли лечатся удалением крошечных областей мозга, которые заболевание вынуждает к чрезмерному функционированию. Идея, которая лежит в основе метода «операции без операции» компании «Инсайтек», заключается в слиянии двух технологий. Как давно известно, если направленные ультразвуковые волны касаются тканей организма, с их помощью удаётся удалять или выжигать крошечные кусочки ткани, включая и ткани головного мозга. А чтобы направить данные волны в нужную точку, в компании «Инсайтек» использовали технологию МРТ позволяющую получить подробное, трёхмерное изображение мозга пациента в реальном времени и указывающую на местное повышение температуры в тканях мозга, соединив её с аппаратом, который выглядит

как шлем и выделяет ультразвуковые волны высокой мощности, направленные на одну крошечную точку в мозге пациента. Волны направляются в нужную точку с точностью до десятой доли миллиметра.

Сам пациент в ходе процедуры неподвижно лежит в аппарате МРТ, а оперирующий нейрохирург находится за стеклянным окном в пяти метрах от пациента. Хирург с помощью компьютерной мыши приводит в действие прибор-шлем, который начинает испускать ультразвуковые волны, направленные в точку, которая определяется за несколько секунд до этого с помощью МРТ. Пациент все время процедуры находится в полном сознании, каждые несколько минут врачи спрашивают у него о его самочувствии. Нейрохирург периодически увеличивает интенсивность ультразвуковых волн, а в перерывах между минисекундами излучения неврологи отслеживают состояние здоровья пациента, осматривают его, проверяют его рефлексы и возможность функционирования. Уже через десять минут после начала процедуры наблюдается значительное улучшение. Например, пациент, который не был способен начертить прямую линию, вполне справляется с движениями карандаша.

Настоящее медицинское чудо произошло в госпитале медицинского центра Кармель в Хайфе. После сложнейшей десятичасовой операции сердце 28-летнего молодого человека, которое два года до этого из-за хронической аритмии было заменено на искусственное, вернулось на своё прежнее место. Все это время сердце хранилось в местной лаборатории под наблюдением специалистов отделения сердечной хирургии, которым руководит доктор Офир Амир. До проведения операции по имплантации искусственного сердца, родное сердце пациента перекачивало лишь 15% общего объёма необходимой крови. На удалённом сердце были проведены эксперименты по его восстановлению с последующей эхографией – неинвазивным исследованием процессов с помощью ультразвуковых волн. И оказалось – сердце, прожившее два года вне орга-

низма его обладателя, находится в полном порядке и готово к работе. Врачи предложили пациенту вернуть его родное сердце на своё место – сделать то, чего до сих пор никто в мире не делал.

Успех израильских врачей открывает невероятно важную страницу в медицине, в частности, в трансплантации органов. Сегодня этот вид медицины страдает, во-первых, от того, что трудно получить орган, который должен подходить по многим параметрам, во-вторых, велик риск того, что орган не подойдёт. Если разработать методику восстановления работоспособности органа вне организма, то появится возможность временной трансплантации родного для больного органа с его возвратом на прежнее место после «ремонта».

Весьма серьёзное открытие в области трансплантологии сделали исследователи Кембриджского университета, и без 3D-принтера тут не обошлось. Используя лабораторных крыс, учёные впервые напечатали активные клетки центральной нервной системы. Под руководством профессора Кейт Мартин, группе удалось напечатать жизнеспособные клетки сетчатки, используя 3D-принтер. На принтере сначала напечатали слой ганглионарных клеток сетчатки, а затем слой глиальных клеток поверх них, при этом все сохраняло свою жизнеспособность. Таким образом, кембриджская группа доказала, что однажды глаза и их внутренняя структура могут быть просто напечатаны для хирургических целей. Согласно словам Кейт Мартин, даже быстрый процесс печати никак не повлиял на результаты эксперимента. Дело в том, что, оказывается, эти клетки могут лететь на скорости 50 км/час и при этом сохранять свою активность. Это крайне удивило исследователей, в хорошем смысле. Такого они даже не ожидали.

А учёные Принстонского университета разработали бионическое ухо, содержащее чувствительную к радиоволнам антенну и живые клетки. Для создания бионического уха инженеры использовали послойное нанесение материала при помощи обычных 3D-принтеров. Основой искусствен-

ного органа стал гидрогель, внутри которого пропечатывали каналы полимера, содержащего частицы металлического серебра. По завершении печати «заготовку» инкубировали с культурой клеток, которые прикреплялись к поверхности бионического уха. Повышенная проводимость и соответствующая форма серебряных каналов делала их чувствительными к радиоволнам, но в разработанном прототипе эту антенну не к чему было подключать. Авторы указывают, что потенциально током таких антенн можно будет возбуждать нейроны напрямую, однако в данной работе это не было продемонстрировано. Основной задачей создателей бионического уха стала отработка технологии совмещения электрических и биологических компонентов в единой живой ткани. Потенциально такие устройства можно использовать не только для «расширения слухового диапазона в область радиочастот», но и, например, для дистанционного контроля за состоянием протезов.

В том же направлении – создании при помощи 3D-печати не просто муляжей живых органов, а их полнофункциональных аналогов – работала группа американских учёных из пяти университетов, которая произвела каркас для нервов. Конструкция позволяет восстановить сенсорные и моторные функции после травмы. Для эксперимента исследователи при помощи 3D-сканера создали модель седалищного нерва крысы. На основании модели специалисты спроектировали трубчатый каркас, повторяющий форму нерва. После этого каркас в форме буквы Y распечатали из силикона, при этом специальная конструкция принтера в процессе печати позволила имплантировать внутрь каркаса биохимические метки, способствующие регенерации нерва. Каркас вживили крысе, которой предварительно перерезали нерв. По словам исследователей, на сканирование и печать каркаса уходит несколько часов, после этого необходимо несколько недель для успешной регенерации нерва. У подопытной крысы восстановление сенсорных и моторных функций заняло 10-12 недель. Авторы исследования полагают, что технологию

можно будет в скором времени применить и для регенерации человеческих нервов. При этом, как отмечает один из исследователей, можно заранее создать библиотеку трёхмерных моделей каркасов для различных нервов. Подобная библиотека поможет врачам, если нерв повреждён слишком сильно и сканирование не принесёт необходимого результата.

Вообще же, с помощью 3D-технологий можно изготовить практически любую копию человеческого органа. Как показали исследования, имплантированные в тела животных части костей, мышцы и хрящи, изготовленные на 3D-принтере, функционируют нормально, что открывает большие возможности использования живых тканей для восстановления повреждённых органов. Врач-профессор Мартин Бирчелл из Лондонского университетского колледжа назвал технологию печати живых органов «гусыней, которая несёт золотые яйца». Идея интегрировать индивидуальные стволовые клетки человека в изготовленную на 3D-принтере точную копию повреждённого органа способна совершить революцию в регенеративной медицине. Заменить сломанную челюсть, изношенную сердечную мышцу или вернуть человеку отсутствующее ухо с помощью такой технологии не составит большого труда.

На сегодняшний день главной проблемой трансплантации искусственно регенерированных органов остаётся сложность поддержания их жизнеспособности – ткани толщиной свыше 0,2 мм испытывают нехватку кислорода и питательных веществ. Проблему может решить методика команды американского медицинского центра Wake Forest, которая позволяет изготавливать при помощи 3D-принтера живую ткань, пронизанную микроканалами. Ткань имеет губкообразную основу, что позволяет питательным веществам и нейронным сетям проникать в её структуру.

Технология представляет собой интегрированную систему, часть которой отвечает за рост тканей, другая – за изготовление на 3D-принтере точной копии заменяемого органа. Исходный материал состоит из биоразлагаемого

пластика, который формирует внешнюю структуру восстанавливаемого органа, и геля на водной основе, который содержит клетки и стимулирует их рост. Испытания на животных показали, что после имплантации пластик постепенно разрушается, а его место занимает естественная структурная матрица из белков, продуцируемых клетками. Кровеносные сосуды и нервы врастают непосредственно в имплантаты.

Как говорит профессор Энтони Атала, ведущий исследователь центра Wake Forest, в настоящее время уже можно печатать и человеческие ткани. «Предположим, к нам поступил пациент с травмой челюсти, часть которой отсутствует. Мы делаем пациенту томографию, затем передаём данные на принтер, и он создаст недостающую часть челюстной кости, которая будет полностью подходить больному», – рассказал Энтони Атала.

Да что там кусочек челюсти. В 2015 году доктора из университетского госпиталя Саламанка в Испании провели первую в мире операцию по замене повреждённой грудной клетки пациента на новый 3D-напечатанный протез. Человек страдал редким видом саркомы, и у врачей не осталось другого выбора. Чтобы избежать распространения опухоли дальше по организму, специалисты удалили у человека почти всю грудину и заменили кости титановым имплантатом.

Имплантаты для крупных отделов скелета производят из самых разных материалов, которые со временем могут изнашиваться. Помимо этого, замена столь сложного сочленения костей, как кости грудины, которые, как правило, уникальны в каждом отдельном случае, потребовала от врачей провести тщательное сканирование грудины человека, чтобы разработать имплантат нужного размера. В качестве материала для новой грудины было решено использовать титановый сплав. После проведения высокоточной трёхмерной компьютерной томографии, учёные использовали 3D-принтер и создали новую титановую грудную клетку. Операция по установке новой грудины пациен-

ту прошла успешно, человек прошёл полный курс реабилитации.

Дальше – больше. Учёные из Северо-Западного университета при помощи 3D-принтера создали искусственные яичники, которые позволили лабораторным животным с хирургически удалёнными ранее парными половыми железами родить живых детёнышей. Исследователи надеются использовать данную технологию для разработки биопротезов человеческих яичников, которые могут в последующем быть имплантированы женщинам для восстановления их фертильности (способности половозрелого организма производить жизнеспособное потомство). «Мы разрабатываем новые способы восстановления качества жизни пациенток за счёт искусственно созданных биологических имплантатов, чтобы вернуть фертильность и нормальную секрецию гормонов», – сказала ведущий автор исследования Моника Ларонда.

Группа специалистов использовала 3D-принтер для создания специального каркаса, заселённого незрелыми яйцеклетками (ооцитами). Структура данного каркаса была изготовлена из желатина – биологического материала, получаемого из коллагена (животного белка, составляющего основу соединительной ткани организмов). Созданная учёными основа отличалась высокой жёсткостью, упругостью, способностью на протяжении длительного времени сохранять свою структуру. Она обеспечивала будущие яйцеклетки достаточным для их роста пространством, участвовала в формировании кровеносных сосудов. Засеянные фолликулами яичников каркасы представляют собой блоки, содержащие ооциты, работа которых поддерживается гормон-продуцирующими клетками. Всё это и является «биопротезом».

Для тестирования новейшего имплантата учёные удалили яичники у мышей и заменили их на искусственно созданные половые железы. Грызуны смогли беременеть, давать здоровое потомство и выкармливать его. Имплантация биопротеза также восстановила эстральный цикл у

лабораторных животных. Учёные считают, что подобный имплантат поможет поддерживать гормональный цикл у женщин, имеющих врождённую или приобретённую дисфункцию яичников. Часто у таких женщин снижена выработка половых гормонов, что может приводить не только к проблемам наступления половой зрелости, но и к различным нарушениям опорно-двигательной и сердечно-сосудистой систем. «Мы надеемся однажды восстановить фертильность и гормональную функцию у женщин, страдающих от побочных эффектов лечения онкологических заболеваний или родившихся со сниженной функцией яичников», – рассказала Моника Ларонда. Специалисты уверены, что их научная работа окажет влияние на другие разрабатываемые в настоящее время методы замены мягких тканей.

Печатью тканей с помощью струйных принтеров занимаются и в Институте межфазной инженерии и биотехнологий Фраунгофера (Fraunhofer Institute for Interfacial Engineering and Biotechnology, IGB) в Штутгарте. Учёные из IGB достигли значительного успеха в разработке биочернил, пригодных для использования в биопечати. Эти прозрачные жидкости состоят из компонентов природного тканевого матрикса и живых клеток. Новые биочернила основаны на хорошо известном биологическом материале – желатине. Желатин получают из коллагена – основного компонента соединительной ткани. Чтобы адаптировать биологические молекулы для печати, исследователи модифицировали гелеобразующие свойства желатина. В отличие от немодифицированного желатина, быстро образующего гидрогель, биочернила в процессе печати остаются жидкими. Жидкость превращается в гидрогель только после облучения ультрафиолетовым светом, сшивающим молекулы коллагена. Полимеры из модифицированного желатина, как и природные ткани, содержат огромное количество воды, но остаются стабильными в водной среде и при нагревании до физиологических 37 °С. Химическую модификацию биологических молекул можно контролиро-

вать, с тем чтобы получать гели с различными характеристиками прочности и набухания. Это позволяет имитировать свойства разных естественных тканей – от твёрдого хряща до мягкого жира.

В Штутгарте печатаются и синтетические материалы – искусственные заменители внеклеточного матрикса. Примером тому система, которая при отверждении даёт гидрогель, лишённый побочных продуктов, и может быть немедленно заполнена живыми клетками. Но на данный момент наибольшее внимание учёные уделяют «естественному» варианту гидрогелей. «Несмотря на то, что синтетические гидрогели обладают большим потенциалом, нам ещё многое нужно узнать о взаимодействиях между искусственными веществами и клетками или природными тканями. Наши основанные на биомолекулах варианты обеспечивают клетки естественной средой и поэтому могут стимулировать самоорганизацию клеток в модель функциональной ткани», – объяснил доктор Кирстен Борхерс.

Принтеры в лаборатории в Штутгарте имеют много общего с обычными офисными принтерами, различия обнаруживаются только при ближайшем рассмотрении. Например, нагреватель на чернильном контейнере, с помощью которого устанавливается температура биочернил. Кроме того, у биопринтеров меньше струй и резервуаров, чем у их офисных «коллег». «Нам хотелось бы увеличить их количество, чтобы одновременно печатать разными чернилами с разными клетками и матриксами. Так мы сможем приблизиться к воспроизведению сложных структур и различных типов тканей», – сказал доктор Борхерс.

Большой проблемой на данный момент является создание васкуляризированной ткани. Это означает, что ткань должна иметь свою собственную систему кровеносных сосудов, снабжающую её питательными веществами. Вместе с партнёрами IGB работает над этой проблемой в рамках проекта Arti Vasc 3D при поддержке Европейского Союза. Сутью этого проекта является технологическая платформа для создания мелких кровеносных сосудов из синтетиче-

ских материалов и первой искусственной кожи с её подкожной жировой клетчаткой. «Этот этап очень важен для будущей печати тканей или целых органов, – комментирует Кинстен Борхерс. – Печать более крупных тканевых структур станет возможной только тогда, когда мы достигнем успеха в получении ткани, которая питается системой кровеносных сосудов».

Создавать «запчасти для организма» можно не только на 3D-принтере, но и в биореакторе – аппарате, моделирующем среду, сходную с внутренней средой организма человека для создания оптимальных условий для деления клеток и строительства костей или мягких тканей организма. По этому пути пошли врачи больницы «Эмек» в Афуле (Израиль), которые впервые в мире провели пересадку костей, выращенных в лаборатории. Инновационный метод подходит и для жертв аварий, и для раковых больных, и для пожилых. А в будущем с его помощью можно будет увеличить рост. До сих пор подобное было невозможно, и пациенты, лишившиеся фрагмента кости в аварии или в процессе лечения ракового заболевания, были вынуждены проходить через долгий и болезненный процесс трансплантации кости, взятой из другого участка тела.

Израильские врачи нашли способ выращивать недостающие части искусственно. Для этого они взяли у пациента фрагмент жировой ткани, выделили из неё клетки, отвечающие за строительство тканей и кровеносных сосудов, и поместили их в биореактор. Примерно через две недели в биореакторе образуется ткань, пригодная для трансплантации в тело пациента. Живой трансплантат вводится при помощи специального шприца, и ткань продолжает расти уже внутри человеческого тела. Процесс полного формирования недостающего участка кости занимает несколько месяцев.

«Мы создали тысячи крохотных частиц, каждая из которых была живой. Это позволило нам ввести их в те участки тела, где не хватало костной ткани, при помощи инъекций. Там частицы присоединились к живой действующей кост-

ной ткани, – объяснил доктор Шай Марицки, генеральный директор компании «Бонус биогрупп», разработавшей этот инновационный метод лечения. – У пациента не хватало фрагмента кости в ноги длиной пять сантиметров. Врач ввёл в этом месте тысячи частиц живых имплантатов, которые мы вырастили в лаборатории, и в течение нескольких дней этот участок начинает заполняться клетками нарастающей ткани. Через два месяца пациент может ходить».

Дани, житель кибуца на севере страны, лишившийся участка кости голени в дорожной аварии, стал первым пациентом, которому была сделана операция при помощи новой технологии. Операцию провёл профессор Нимрод Розен, заведующий ортопедическим отделением больницы «Эмек».

«Через шесть недель кость восстановится, и голень станет такой же, как раньше», – сказал после операции профессор Розен. По его словам, подобная операция подходит и пожилым людям, и пациентам с остеопорозом, и раковым больным, которым удалили участок кости из-за опухоли. По мнению профессора Розена, в будущем этот метод можно будет использовать и в эстетической медицине, чтобы помочь низкорослым людям стать выше ростом. «За одну операцию можно нарастить 10 сантиметров. Те, кому это необходимо, смогут сделать серию операций», – рассказал хирург.

Достижения современной инженерии позволяют изготавливать не только отдельные фрагменты конечностей, но и создавать руку или ногу полностью

Так, ещё в 2016 году два первых бионических протеза руки, созданные агентством перспективных оборонных разработок Пентагона (DARPA) совместно с американской компанией Mobius Bionics, были переданы Национальному военному медицинскому центру в Мэриленде. Разрабатывали эти протезы пять лет. Устройство назвали LUKE в честь Люка Скайуокера, одного из главных персонажей серии фильмов «Звёздные войны», потерявшего руку в бою

с Дартом Вейдером и получившим взамен высокотехнологичный протез. Также аббревиатура LUKE расшифровывается как Life Under Kinetic Evolution (жизнь при кинетической эволюции).

Бионическая рука управляется электромиографическими электродами, с их помощью контроллер считывает сигналы мышц. Эти сигналы протез преобразовывает в одно из десяти возможных движений: подъем руки над головой, заведение её за спину, подъем и опускание предметов с одновременным сгибанием локтя, захват и удержание предметов (причём даже хрупких, например, куриного яйца). Бионическая рука выполняет множество повседневных операций, например, с её помощью можно почистить зубы или застегнуть молнию на одежде. Протез LUKE защищён от воды и пыли. Испытания устройства проводились более чем на ста людях на протяжении десяти тысяч часов. Пентагон планирует включить этот протез в медицинскую страховку для военнослужащих.

Но мало создать аналог конечности, нужно ещё и наладить её чёткое взаимодействие с мозгом, чтобы действие протеза ничем не отличалось от движений естественной руки или ноги. Налаживанию полнофункциональной работы искусственно созданных конечностей может поспособствовать программа DARPA, направленная на разработку высокотехнологичного имплантата, способного создать своего рода коммуникационный мост между человеческим мозгом и биосовместимыми устройствами. Агентство надеется, что разработка подобной технологии в рамках программы Neural Engineering System Design (NESD) получит очень широкий спектр применения как в исследовательских проектах, так и в медицине. В то время как компьютеры продолжают развиваться огромными шагами, человечество по-прежнему не разработало систему, которая по-настоящему может взаимодействовать со всеми способностями человеческого мозга. Программа DARPA направлена на решение этого вопроса и при успешной ре-

ализации существенно повысит возможности сферы нейротехнологий.

«Сегодняшние лучшие представители технологий интерфейсов «компьютер-мозг» скорее походят на то, как два суперкомпьютера пытаются между собой общаться посредством старого 300-бодного модема, – говорит Филип Альвельда, менеджер программы NESD. – Только представьте, что перед нами откроется, если мы сможем модернизировать канал коммуникации между человеческим мозгом и современной электроникой».

Используя в настоящий момент нейроинтерфейсы в самых разных исследовательских программах приходится сжимать огромный объем информации и распределять её передачу по сотне каналов, каждый из которых получает сенсорную информацию, посланную десятками тысяч нейронов. Неудивительно, что это совсем не приводит к выдающимся результатам, а передаваемая информация часто оказывается под воздействием внешних шумов, которые снижают её точность. DARPA считает, что следующее поколение нейроинтерфейсов будет гораздо точнее и в конечном итоге приведёт к разработке имплантируемых систем нейронных каналов передачи, которые будут способны получать данные от одного миллиона нейронов и при этом по своим размерам не превышать одного кубического сантиметра.

Сложности, с которыми придётся столкнуться при разработке подобных интерфейсов, включая всю сложность исследования и проектирования конечного дизайна таких устройств, феноменальны. Согласно агентству, для решения этих вопросов потребуются совершить серьёзный технологический прорыв сразу в нескольких разных научных сферах, начиная от синтетической биологии и нейробиологии и заканчивая разработками в сфере маломощной электроники. Исследователи проекта NESD займутся разработкой новых сложных методов, предназначенных для перекодирования электромеханических сигналов нейронов мозга и передачи их с максимально возможной точностью

компьютерным системам. Если программа докажет свою состоятельность, то перед нами откроется широкий набор потенциальных сфер применения данных технологий. Нас ожидают удивительные открытия в нейротехнологиях. Собранные имплантатами сенсорную информацию можно будет использовать, например, для разработки новых технологий, которые позволят улучшить слух и зрение пациентов, а также разработать новые методы лечения различных заболеваний.

Работы в недрах DARPA по созданию нейроинтерфейсов будущего лежат в русле исследований созданного в 2014 году Офиса биологических технологий (Biological Technology Office – BTO), перед которым поставлена задача «разгадать производственные секреты биологии» и «использовать силу биологических систем», в первую очередь в военных целях, разумеется, а если получится, то и в мирных отраслях, прежде всего в медицине. Исследования ведутся в направлении решения проблемы улучшения памяти, симбиоза машин и людей и ускорения обнаружения заболеваний и отклика на них. В 2016 году на это дело ушло 300 миллионов долларов, но в агентстве надеются, что средства не улетят на ветер, а дадут мощную отдачу в работе над нейронными имплантатами для помощи здоровым людям в их повседневной жизни и других технологиях, которые «изменяют правила игры» в медицине.

Директор BTO, исследователь нейропротезирования Джастин Санчес, так сказал о работе своей конторы: «Мы ведём биологическую работу на стыке биологии и инженерии много лет, но она была разбросана по другим отделам DARPA. Этот офис стал признанием того, что биологические технологии собираются играть важнейшую роль не только в направлении движения нашей страны, но и других стран, поэтому нам нужно было сосредоточить всеобъемлющие усилия и отправиться вперёд. Эта программа называется «живые литейные» – словно мы собираемся отливать что-то живое. Традиционно мы используем химию для создания новых соединений или новых лекарств.

Но в последнее время мы поняли, что микробы вроде дрожжей и бактерий тоже могут производить соединения, а мы можем программировать их для создания этих соединений, сперва поняв, какие химические дорожки они используют. Взять, к примеру, дрожжи. Дрожжи используют сахар для получения спиртов самым разным образом. Если же перепрограммировать эти дорожки, можно было бы заставить их создавать множество других соединений, которые они изначально производить не умели, а мы все так же будем использовать то же исходное сырье – сахар. Наши команды разрабатывают генетические коды, при помощи которых можно будет перепрограммировать дрожжи. Эта идея может перевернуть наш процесс производства соединений. Перед нами стоит задача произвести 1000 новых молекул на протяжении программы и наши команды хорошо справляются. Я думаю, они уже произвели порядка 100 новых соединений, которые производятся дрожжами. Это как взять биологию и поженить её на инженерных инструментах, а затем создать с их помощью нечто».

Кроме того Джастин Санчес отметил: «Нейротехнологии – это очень большая область в нашем офисе. Мы добились больших успехов по медицинской части, показав, что прямые нейронные интерфейсы (связи между мозгом и устройством вроде нейростимулятора, компьютера или протеза) могут восстанавливать движение, ощущение и здоровье людей с психоневрологическими расстройствами. Что примечательно, при всем уважении ко многим исследованиям, многие люди думают, что можно выделить важную область мозга, простимулировать её и волшебным образом получить ответ. Но это не так. Когда вы создаёте карту происходящего в мозге, то, как выяснилось, если вы не отправите правильные коды в мозг, вы не получите улучшение памяти и даже можете её ухудшить. Но фокус в том, что если вы отправите правильные коды, вы получите существенные улучшения в декларативной памяти. Так что это палка о двух концах. Необходимо углублённое исследование в следующем поколении изучения мозга. Код это

несколько вещей. Это точное срабатывание отдельных нейронов. Скажем, у вас есть 100 нейронов, и все они зажигаются в разное время в разных местах, и все эти включения и выключения можно интерпретировать как попытку вспомнить слово «Нэнси» или «дерево». Мы можем понять, что означают эти схемы активации и как они связаны с реальным миром. Все эти нейронные схемы активации вместе производят волны или ритмы мозга, и на этом уровне мы также изучаем мозг. Важно понимать все эти различные клеточки мозга, потому что он так работает. Мы теряем так много из-за того, что не понимаем биологию. Думаю, наше понимание биологии сильно растёт. И наша способность взаимодействовать с биологией, используя технические методы, изменит наше отношение к телу, мозгу и иммунной системе. Думаю, у нас будет удивительное будущее, ближайшие годы вынесут нам всем мозги».

И мозги действительно выносятся, и уже сейчас. Особенно, когда видишь, как близко мы подошли к созданию новых организмов, по сути, посягая на прерогативы Творца. Пока только по части сотворения живого мира, но как знать, что дальше будет, если при том мы сами, по глупости либо по злему умыслу, себя не изничтожим, как ветвь цивилизации, играя в такие игрушки как «конструктор ДНК».

Предпосылки к тому намечаются с появлением новой индустрии – печати на продажу ДНК с помощью 3D-принтеров. Правда, исполнительный директор калифорнийской компании Cambrian Genomics объясняет, что данный процесс лучше всего описывает фраза «проверка на ошибки», нежели «печать». Технология незамысловата, хотя и не дешева – миллионы частей ДНК помещаются на крошечные металлические подложки и сканируются компьютером, который отбирает те цепи, которые в конечном итоге должны будут составлять всю последовательность ДНК-цепочки. После этого лазером аккуратно вырезаются нужные связи и помещаются в новую цепочку, предварительно заказанную клиентом.

Такие компании, как Cambrian, полагают, что в будущем люди смогут благодаря специальному компьютерному оборудованию и программному обеспечению создавать новые организмы просто для развлечения. Конечно же, такие предположения сразу же вызовут праведный гнев людей, сомневающих в этической корректности и практической пользе данных исследований и возможностей, но рано или поздно, как бы мы этого хотели или не хотели, мы к этому придём, считают в компании Cambrian Genomics.

Сейчас же ДНК-печать демонстрирует многообещающий потенциал в медицинской сфере. Производители лекарств и исследовательские компании – вот список первых клиентов таких компаний, как Cambrian.

Исследователи из Каролинского института в Швеции пошли ещё дальше и начали создавать из ДНК-цепочек различные фигурки. ДНК-оригами, как они это называют, может на первый взгляд показаться обычным баловством, однако практический потенциал использования у этой технологии тоже имеется. Например, его можно будет применять при доставке лекарственных средств в организм с помощью нанороботов-транспортёров.

Существенный сдвиг на этом направлении произошёл в 2015 году, когда группа исследователей из Калифорнийского университета в Сан-Диего объявила о том, что провела первые успешные тесты с применением наноботов, которые выполнили поставленную перед ними задачу по транспортировке, находясь внутри живого организма. Живым организмом в данном случае выступали лабораторные мыши.

После помещения наноботов внутрь животных микромашины направились к желудкам грызунов и доставили помещённый на них груз, в качестве которого выступали микроскопические частички золота. К концу процедуры учёные не отметили никаких повреждений внутренних органов мышей и тем самым подтвердили полезность, безопасность и эффективность наноботов.

Дальнейшие тесты показали, что доставленных наноботами частичек золота в желудках остаётся больше, чем тех, которые были просто введены туда с приёмом пищи. Это натолкнуло учёных на мысль о том, что наноботы в будущем смогут гораздо эффективнее доставлять нужные лекарства внутрь организма, чем при традиционных методах их введения.

Моторная цепь крошечных роботов состоит из цинка. Когда она попадает в контакт с кислотнo-щелочной средой организма, происходит химическая реакция, в результате которой производятся пузырьки водорода, которые и продвигают наноботов внутри. Спустя какое-то время наноботы просто растворяются в кислотной среде желудка.

Несмотря на то, что данная технология разрабатывается уже почти десятилетие, только в 2015 году учёные смогли провести её фактические тесты в живой среде, а не обычных чашках Петри, как делалось много раз до этого. В будущем наноботов можно будет использовать для лечения различных болезней внутренних органов путём воздействия нужными лекарствами на отдельные клетки.

Например, на клетки мозга. Но прежде чем воздействовать по принципу «не навреди», нужно как следует изучить объект лечения, чтобы знать, куда чего доставлять. Значительных успехов в изучении клеток мозга при лечении болезней, связанных со старением организма, добились учёные из калифорнийского Института Солка в Ла-Холья, когда разработали метод трансформирования клеток кожи в старые мозговые клетки. Зачем именно в старые? – Старые мозговые клетки нужны для изучения болезней Альцгеймера и Паркинсона и процессов старения. Исторически сложилось, что для таких исследований применялись клетки мозга животных, однако учёные в этом случае были ограничены в своих возможностях. Недавно учёные смогли превратить стволовые клетки в клетки мозга, которые можно использовать для исследований. Однако это довольно трудоёмкий процесс, и на выходе получают клетки, не способные имитировать работу мозга пожилого че-

ловека, что необходимо для работы над «эликсирами жизни» – препаратами, увеличивающими продолжительность жизни человека, работы над которыми щедро финансируются разного рода «денежными мешками». Как только исследователи разработали способ искусственного создания клеток мозга, они направили свои усилия на создание нейронов, которые обладали бы возможностью производства серотонина – химического вещества, участвующего в передаче нервных импульсов через синапс от одного нейрона к другим, влияющего на процесс старения, регулирующего способность к обучению и память. И хотя полученные калифорнийскими учёными клетки обладают лишь крошечной долей возможностей работы человеческого мозга, они активно помогают в исследованиях и поиске лекарств от таких болезней и расстройств, как аутизм, шизофрения и депрессия.

Пока в США изучают болезнь Альцгеймера, в Израиле её уже победили. Впервые в истории мировой медицинской науки израильским учёным удалось одержать победу над самым непредсказуемым и до сегодняшнего дня неизлечимым заболеванием – болезнью Альцгеймера. И хотя разработки эффективного лекарства против болезни Альцгеймера велись уже давно, 99 % клинических исследований препаратов заканчивались неудачно. Израильские же исследователи создали новый препарат, который оказался эффективным даже в небольших дозах.

Согласно данным опубликованного отчёта, созданный израильцами препарат полностью останавливает дегенеративные изменения в мозге. Речь идёт о завершении доклинических испытаний нового препарата, показавшего почти 100-процентное исцеление от этой неизлечимой ранее и наиболее распространённой формы слабоумия. На сегодняшний день новый лекарственный препарат успешно прошёл все стадии доклинических испытаний.

Сначала лекарство было протестировано на высаженных культурах нейронов. Совсем малая доза полученного лекарственного средства смогла предотвратить разруше-

ние нервных клеток, подвергшихся воздействию деструктивных характеристик окислительного стресса (составляющая болезни Альцгеймера) и бета-амилоидных бляшек, считающихся признаком развития этого заболевания.

Затем от болезни Альцгеймера были вылечены все подопытные мыши. Благодаря новому лекарству у подопытных полностью пропали симптомы этого недуга, а их когнитивные способности оказались сравнимы с показателями здоровых животных.

Целью созданной израильскими учёными молекулы являются бета-амилоидные бляшки. Она эффективно разрывает скопление бета-амилоида, повреждающего передачу данных по нервным клеткам, и одновременно активирует специфические белки, обеспечивающие защиту нейронов от различных материалов, характерных для болезни Альцгеймера.

В ходе лабораторных экспериментов учёным на всех уровнях удалось сохранить нейроны, которые бы погибли в условиях окислительного стресса или в присутствии бета-амилоида. «Эти клетки выжили при обработке даже очень низкими концентрациями вещества», – прокомментировала полученные результаты руководитель исследовательской группы, профессор химии Университета Бар-Илан Билха Фишер. Новый препарат она разрабатывала в сотрудничестве с профессором-неврологом Дэниелем Оффеном из Тель-Авивского университета.

«Созданная нами молекула – своего рода универсальный и надёжный медицинский швейцарский армейский нож, – пояснила профессор Фишер. – Формула способна выполнять огромное количество терапевтических задач и одновременно достигать сразу несколько целей».

До нынешнего момента лечение болезни Альцгеймера было крайне затруднено из-за её многомерности и много-сложности. Если какой-то прогресс в борьбе с этим заболеванием и существовал, то, в основном, только в области разработки инструментов его ранней диагностики, а также в исследованиях взаимосвязей между изменением образа

жизни пациентов и замедлением хода заболевания. Но разработка новых эффективных лекарств в мире по-прежнему значительно отстаёт. «Сегодня существуют препараты, эффективность которых весьма ограничена, – резюмирует ситуацию профессор Фишер. – Они способны помочь лишь 20% пациентам и только в течение одного-двух лет».

Болезнь Альцгеймера, как правило, обнаруживается у людей старше 65 лет. Согласно данным статистики, в 2006 году число заболевших составляло 26 миллионов 600 тысяч человек в мире, а к 2050 году число больных может вырасти вчетверо. На ранних стадиях болезни появляется расстройство кратковременной памяти, позднее происходит потеря и долговременной памяти. Постепенная потеря функций организма ведёт к смерти. На ранних стадиях болезнь Альцгеймера диагностике поддаётся плохо. Средняя продолжительность жизни после установления диагноза составляет около 7 лет, менее 3 % больных живут более 14 лет. Учитывая масштабы, охватываемые болезнью Альцгеймера, полученные в Израиле результаты дают надежду десяткам миллионов больных во всем мире на излечение и, в конечном счёте, на жизнь.

«Необходимо помнить, что болезнь Альцгеймера начинается за 20 лет до того, как будет поставлен диагноз, – подытожила свой рассказ профессор Билха Фишер. – Поэтому я уверена, что вместе с прогрессом в области ранней диагностики, мы с помощью нашего препарата сможем не только замедлять развитие болезни Альцгеймера и лечить её, но и предотвращать. Это станет огромным достижением в борьбе с этим сложным смертельным заболеванием».

Стоит заметить, что в Израиле исследования в области медицины с прицелом на новейшие достижения науки и техники поставлены на широкую ногу. Вот только небольшой перечень достижений израильских компаний в области современной медицины:

– Наночос, изобретённый профессором Hossam Haick из Техниона. Новый израильский диагностический прибор наносос, разработанный на основе нанотехнологий, позволяет по выдыхаемому воздуху диагностировать различные типы рака лёгких с точностью до 95%.

– Nervana – негормональные длительного действия противозачаточные суппозитории. Компания выиграла грант в миллион долларов на развитие от Фонда Билла и Мелинды Гейтс. Это противозачаточные лекарства необходимы для более доступного, дешёвого и социально приемлемого варианта планирования семьи в развивающихся странах, хотя это будет продаваться также в Соединённых Штатах и Европе.

– Весоу нанолекарства – это наноловушки вирусов, способные захватить и уничтожить вирусы прежде, чем они могут инфицировать клетки. Эта разработка является огромным шагом вперёд по сравнению с противовирусными препаратами и даже вакцинами.

– Agili-C – раствор для регенерации гиалинового коленного хряща разработан в Университете им Бен-Гуриона. Одобрен Европейским союзом и подан на утверждение FDA.

– Oramed – иерусалимская фармацевтическая компания разработала капсулы инсулина для диабета 2 типа, принимаемые внутрь, вместо инъекций. В процессе разработки находятся капсулы для диабета 1 типа.

– Компания Premia Spine разработала и выпустила принципиально новый имплантат для замены позвоночных суставов, позволяет отправить в прошлое тотальное эндопротезирование, как это произошло с коленным и тазобедренными суставами. Он уже доступен к использованию в Израиле, Австрии, Германии, Великобритании и Турции.

– Компания Mari Pharma разработала принципиально новые лекарственные препараты пролонгированного действия для лечения симптомов рассеянного склероза и боли.

– Компания Discover Medical представила принципиально новую маску для страдающих апноэ во время сна. В отличие от имеющихся аналогов, новая маска более удобна и не создаёт нагрузки на сердце.

– Компания Real Imaging, руководимая Арноном Боазом разработала аппарат для диагностики доброкачественных и злокачественных заболеваний молочных желёз. Он работает без радиационного излучения и без контакта с молочной железой. Аппарат анализирует 3D и инфракрасные сигналы, излучаемые из злокачественной и доброкачественной ткани, создавая объективный доклад, который не нуждается в интерпретации.

– Профессор Михаль Шварциз института Вайцмана разработала новый анализ крови для определения ранней стадии болезни Альцгеймера и бокового амиотрофического склероза.

– Доктор Шахар Коэн и его коллеги из израильского университета, расположенного в городе Ариэль в Самарии, разработали прибор, внешне напоминающий ручные часы, который больные надевают на кисть руки. Прибор позволяет записывать симптомы болезни Паркинсона (непроизвольные дрожательные движения), делая до 300 замеров за секунду, и обеспечивая полную картину симптомов. Большое количество данных позволяют изучить течение болезни и назначить верное лечение. Конечной целью создания такого прибора является разработка методов полного излечения болезни.

– Израильская компания Beta-O2 Technologies разработала биологическую искусственную поджелудочную железу в качестве потенциального средства исцеления людей больных диабетом. Данная технология создания искусственной поджелудочной железы ставит перед собой цель помочь больным диабетом первого типа (юношеский диабет) прекратить инъекции инсулина. Пациентам вживляют живые бета-клетки, ответственные за выработку гормона инсулина, которые, находясь в теле человека, анализируют уровень сахара в крови. По результатам такого анали-

за, бета-клетки производят либо инсулин (понижающий уровня сахара), либо глюкагон (повышающий уровень сахара). Такая искусственная железа уже была успешно имплантирована первому пациенту. Наблюдения дали первые результаты: искусственная поджелудочная железа работала надёжно, а поскольку была предложена технология, при которой прибор позволяет иммуноизоляцию имплантируемых клеток, то больному нет необходимости принимать препараты для подавления иммунной системы, что обычно необходимо при имплантации органов, чтобы предотвратить отторжение инородного тела организмом.

Из того же ряда успешного приложения высоких технологий к медицине, но уже от американцев – Федеральное управление США по контролю за лекарствами (FDA) разрешило использовать лекарство Keytruda для лечения опухолей с генетическим маркером MSI-H. В ходе клинических испытаний препарат доказал эффективность: у 40 % больных, участвовавших в испытании, опухоли уменьшились или исчезли полностью, у 78 % этот эффект сохранялся не менее шести месяцев.

Лекарство предназначено для лечения взрослых и детей на продвинутой стадии рака с метастазами. В Израиле препарат включён в государственную корзину здоровья для лечения меланомы, опухолей головы и шеи и немелкоклеточного рака лёгких NSCLC. Лекарство вводится внутривенно раз в три недели.

После рассмотрения результатов исследований FDA лицензировало средство по ускоренной процедуре (ускоренная процедура лицензирования применяется к лекарствам, спасающим жизнь, при наличии положительных результатов клинических испытаний). Препарат разрешён для лечения 15 видов опухолей, включая опухоли поджелудочной железы, лёгких, простаты, щитовидной железы, толстого кишечника, желудка, мочевого пузыря, слюнных желёз.

Механизм действия Keytruda – выявление «прячущейся» от иммунной системы опухоли. Компания Merck разрабатывала это лекарство в течение 10 лет. Суть действия в

том, что препарат делает опухоль заметной для иммунной системы больного, и она атакует её.

Клинические испытания показали отличные результаты при лечении опухолей кожи, головы и шеи, желудка и мочевого пузыря: опухоли уменьшались в размерах, а иногда и полностью исчезали.

В настоящее время в мире проводятся десятки испытаний препарата Keytruda. Специалисты полагают, что в ближайшие годы лекарство будет лицензировано для лечения дополнительных видов рака, и будет создана линия лекарств, основанных на аналогичных принципах борьбы с опухолями.

Значительно усовершенствовать методы лечения рака и других заболеваний, решив одну из основных проблем современной медицины – как быстро, безопасно и эффективно доставить лекарственный препарат в организм пациента – может новая физическая форма белков, разработанная учёными Техасского университета в Остине (The University of Texas at Austin). Стратегию получения белковых препаратов, разработанную преподавателями и студентами Школы инженерии Кокрелла (Cockrell School of Engineering) при Техасском университете в Остине с полным правом можно назвать беспрецедентной: предлагаемый учёными новый универсальный подход к доставке лекарств способен произвести революцию в лечении рака, артрита и инфекционных заболеваний. Американские учёные представили новую физическую форму белков, в которой молекулы упаковываются в высококонцентрированные наноразмерные кластеры (от 50 до 300 нм), легко проходящие через иглу.

Ключевой успех пришёл к учёным в 2004 году, когда профессор химической инженерии Томас Траскетт предположил, что растворы основанных на белках препаратов будут стабильны в ультравысоких концентрациях. В то время профессор химической инженерии Кит Джонстон уже работал с наночастицами концентрированного стабильного белка, но не знал, как получить дисперсии, при-

годные для инъекций. В 2009 году учёным удалось получить белковые нанокластеры в воде при помощи корректировки pH (чтобы снизить белковый заряд) и добавления сахара (трегалозы), собирающего вместе молекулы белка. Вскоре был совершён и ещё один прорыв: инженер-химик Брайан Вилсон получил прозрачную дисперсию чрезвычайно концентрированного белка, которая, как позже было установлено, была образована нанокластерами.

Как показали биологические и биохимические анализы, при разбавлении дисперсии *in vitro* или подкожной инъекции мышам нанокластеры распадаются на отдельные конформационно стабильные белковые мономеры, полностью сохраняющие биологическую активность. При попадании в кровь белки использованных в экспериментах дисперсий моноклональных антител 1B7, поликлонального овечьего иммуноглобулина G и бычьего сывороточного альбумина (с концентрацией до 260 мг/мл) адресно атакуют клетки и опухоли. При этом фармакокинетика дисперсий неотличима от таковой стандартных растворов этих белков, используемых для внутривенного введения.

«Эта общая физическая концепция образования высококонцентрированных, но стабильных белковых дисперсий является одним из основных новых направлений в науке о белках, – поясняет профессор Джонстон, член Национальной инженерной академии США. – Мы считаем, что открытие новой высококонцентрированной формы белков – кластеров из отдельных белковых молекул – это инновация, способная изменить то, как мы боремся болезнями».

А вот учёные из Университета Дьюка призвали на борьбу с одной из самых опасных форм рака – опухоли мозга – сальмонеллу. Сальмонеллы – род неспороносных бактерий, имеющих форму палочек. Именно эти микроорганизмы становятся причиной более чем одного миллиона пищевых отравлений ежегодно, при этом около 400 человек при этом умирают. Команда исследователей из Университета Дьюка сумела генетически перепрограммировать сальмонеллы таким образом, чтобы они атаковали не же-

лудочно-кишечный тракт человека, а агрессивные формы рака.

Глиобластома – это вам не шутки. Наиболее частая и агрессивная форма опухоли мозга ежегодно уносит жизни тысяч людей. Если диагноз глиобластома поставлен, пациент лишь в 10% случаев проживает до 5 лет, чаще всего жить ему остаётся не более 15 месяцев. Эта форма онкологии устойчива против химиотерапии, и её практически невозможно победить радиотерапией. Хирургическое вмешательство здесь тоже не вариант. Если хотя бы одна клетка опухоли останется внутри мозга, она станет началом нового злокачественного образования.

И вот тут-то на сцену выходит Сальмонелла энтерика или Сальмонелла кишечная. После нескольких генетических штрихов, внесённых учёными в её ДНК, бактерия превращается в ракету с самонаведением, которая целится напрямик в глиобластому. При этом подобная терапия практически безвредна для пациента. Учёные запрограммировали бактерию на постоянный дефицит аминокислот, известных как пурины. Так случилось, что опухоли пуринами набиты просто битком, поэтому и Сальмонелла слетается на них как пчёлы на мёд. После введения бактерий в мозг они проникают глубоко в опухоль, где начинают размножаться.

Команда исследователей также запрограммировала Сальмонеллу на то, чтобы она производила два соединения: azuricin и p53 – они активируют в клетках самоуничтожение, но лишь в том случае, когда среда содержит недостаточное количество кислорода, например, внутри опухоли. Таким незамысловатым образом бактерия пожирает клетки опухоли, а затем погибает от нехватки кислорода. Учёным пришлось отключить естественные токсины Сальмонеллы, чтобы она не спровоцировала активацию иммунитета человеческого организма и могла эффективно бороться с раком. После уничтожения опухоли от бактерий не остаётся никаких следов.

Во время испытаний на лабораторных крысах 20% пациентов прожили 100 дней после уничтожения опухолей, это эквивалентно 10 годам человеческой жизни. Терапия позволит медикам в два раза увеличивать процент выживаемости пациентов, а также значительно продлить срок их жизни. Разумеется, успех лабораторных испытаний на грызунах – это ещё не вся победа, но начало положено неплохое.

Генная инженерия в медицине сулит большие перспективы в лечении неизлечимых на данный момент болезней. Особенно, если генные инженеры объединят свои усилия с нанотехнологами, которым тоже есть что продемонстрировать по медицинской части. К примеру, учёные из Медицинской школы Гарварда и Массачусетского технического института создали мельчайшие частицы, способные прочищать кровеносные сосуды. Учёные назвали своё творение нанобуром. Частицы разработанного вещества проникают в кровеносную систему человека и в буквальном смысле бурят любые новообразования, мешающие кровотоку. Сами частицы вреда сосудам и организму не наносят. В университете, где была разработана технология, отмечают, что новинка отлично заменяет дорогостоящие и малоэффективные по сравнению с наночастицами препараты для чистки сосудов. К тому же использование подобного метода избавляет человека от необходимости делать операцию при возникших проблемах с сердечнососудистой системой. «Это превосходный пример использования нанотехнологий в здравоохранении. Частицы вводятся при помощи обычной инъекции», – комментирует преимущество своего изобретения один из авторов разработки нанобура Роберт Лангер, профессор Массачусетского института. Он также добавляет, что никаких побочных эффектов от использования наночастиц пока зафиксировано не было.

Специалисты IBM Research и сингапурского Института биоинженерии и нанотехнологий (Institute of Bioengineering and Nanotechnology, IBM) объявили о том, что их совмест-

ные усилия привели к созданию антимикробиологического материала, гидрогеля, способного проникнуть сквозь любую биологическую мембрану и при контакте уничтожить микроорганизмы, стойкие к антибиотикам и другим видам сильнодействующих лекарственных препаратов. Интересен тот факт, что разработка данного материала стала побочным эффектом от разработки новых технологий производства полупроводников, выполняемой специалистами компании IBM Research.

В основе антимикробиологического гидрогеля лежит материал, который учёные с лёгкой руки назвали полимером-ниндзя. Этот полимер представляет собой раствор лёгких наноструктур, способных быстро перемещаться к инфицированным клеткам живого организма и быстро разрушить их вредное внутреннее содержимое. После этого наноструктуры разлагаются и исчезают, не вызывая разрушительных побочных эффектов и не скапливаясь во внутренних органах организма пациента».

Когда гидрогель наносится на заражённую поверхность, положительный заряд наноструктур заставляет их сблизиться с клетками вредных микроорганизмов, на поверхности мембран которых скапливается отрицательный электрический заряд. Используя активные биологические компоненты, частицы гидрогеля разрывают клеточные мембраны микроорганизмов, нарушая их целостность и препятствуя их дальнейшей жизнедеятельности. Такой материал является весьма действенным оружием против бактерий и микроорганизмов, выработавших иммунитет к лекарственным препаратам. Биоактивные частицы гидрогеля совершенно не вредят клеткам здоровой кожи и других тканей.

Специалисты IBM Research считают, что таким материалом беспрепятственно можно покрывать поверхности внутри помещений медицинских учреждений, медицинские приборы и инструменты, поверхности имплантатов, стены и перегородки офисных и производственных помещений. Гидрогели с немного изменённым составом могут исполь-

зоваться в качестве протирочных материалов, составов для инъекций и входит в состав средств личной гигиены в качестве дезинфицирующего средства.

Как известно успех лечения многих болезней в сильной мере зависит от того, на какой стадии они были выявлены. Тут работает принцип – чем раньше, тем лучше. А раннее выявление заболевания определяется совершенством средств диагностики. И тут на первый план выходит инженерное оборудование, имеющееся в распоряжении медиков.

Здесь можно привести множество примеров, но в рамках книги ограничимся лишь самыми яркими.

Компания Google Inc. тестирует технологию, которая позволит диагностировать онкологические заболевания на ранней стадии, и сможет сигнализировать о высоком риске инфарктов и инсультов. Речь идёт о таблетке с наночастицами, которые смогут анализировать состав крови и подавать сигналы об изменениях в нем. В случае нарушения нормы соответствующий сигнал будет поступать на специальный браслет пациента или на компьютер. Если разработка Google будет успешно внедрена, это поможет диагностировать опасные заболевания задолго до появления физических симптомов. По словам главы инновационной лаборатории Google X Эндрю Конрада, которая разрабатывает проект, учёные хотят сместить фокус внимания с лечения заболеваний на их профилактику. «Наночастицы позволят исследовать человеческий организм на молекулярном и клеточном уровне», – сообщил доктор Эндрю Конрад. Google разрабатывает несколько наборов наночастиц, которые предназначены для определения различных болезней. Например, один вид частиц сможет скапливаться возле раковой клетки или повреждённого фрагмента ДНК. Другие частицы будут искать холестериновые бляшки, из-за которых появляются тромбы, и в дальнейшем есть риск получить сердечный приступ или инсульт. В целом можно будет самостоятельно без очередей в клинике

изучить полный биохимический анализ крови в любое время.

Группа учёных из университета Бар-Илан разработала новый способ диагностики и лечения атеросклероза: с помощью золотых наночастиц. Это произведёт революцию в профилактике инфаркта и инсульта, утверждает руководитель исследования профессор Дрор Фикслер. Атеросклероз продолжает оставаться главной причиной смерти людей в западных странах. Сейчас его диагностируют с помощью целого ряда обследований – УЗИ, компьютерной и магнитно-резонансной томографии. Помимо дорогостоящих, эти обследования связаны с облучением. Группа специалистов под руководством профессора Дрора Фикслера предложила более дешёвый и безопасный метод. Он основан на инъекции наночастиц из золота. Частицы группируются вокруг холестерина отложений в сосудах и выявляются с помощью специального сканера. По утверждениям израильских учёных, новый метод позволит выявлять атеросклероз на самых ранних стадиях. Если начать лечение на таком этапе болезни, то можно предупредить инфаркт и инсульт, существенно продлив жизнь больного. В будущем нанозолото можно будет применять не только для диагностики, но и для лечения атеросклероза. Соединив наночастицы с хорошим холестерином (HDL), врачи смогут очищать сосуды от жировых бляшек без операции и коронаропластики.

Израильская компания TytoCare разработала и успешно продаёт домашний прибор, позволяющий пациенту самостоятельно провести профессиональный «врачебный осмотр» себе или своему ребёнку, отправить данные лечащему врачу и, не выходя из дома, получить грамотные рекомендации и рецепты. Помимо стандартного тонометра, прибор включает электронный стетоскоп для прослушивания шумов в сердце и лёгких, насадки с камерами высокого разрешения для осмотра полости рта, горла, ушей и кожи. Полученные данные отправляются через специальную аппликацию лечащему врачу, который может

на их основе проконсультировать пациента дистанционно: задать уточняющие вопросы, направить на очный приём к специалистам, выписать через интернет рецепт и так далее.

Основатель и гендиректор TytoCare Деди Гилад поясняет, что его дочка в раннем детстве часто страдала отитами (воспаление среднего уха), и ему, как и многим израильским родителям, приходилось постоянно ездить по ночам в приёмные отделения больниц. Именно этот опыт бесконечного ожидания в очередях из-за хронической и известной проблемы вдохновил Гилада найти технологическое решение проблемы, позволяющее сократить количество ненужных визитов к докторам.

Как и многие израильские стартапы, TytoCare нашла рынок для своих новаторских разработок в США. Израильские технологии дистанционного обследования, позволяющие значительно сэкономить на визитах к врачам, были сертифицированы FDA. Американская ассоциация телемедицины в 2017 году наградила TytoCare за лучшую разработку в данной области.

Доктор Шахар Козн и его коллеги из израильского университета, расположенного в городе Ариэль в Самарии, разработали прибор, внешне напоминающий ручные часы, который больные надевают на кисть руки. Прибор позволяет записывать симптомы болезни (непроизвольные дрожательные движения), делая до 300 замеров за секунду, и обеспечивая полную картину симптомов. Большое количество данных позволяют изучить течение болезни и назначить верное лечение. Конечной целью создания такого прибора является разработка методов полного излечения болезни.

Израильская компания Health Watch Technologies одной из первых в мире реализовала на практике идею «одежды будущего», способной следить за состоянием здоровья человека и передавать жизненно важную информацию врачу в режиме реального времени. Датчики пульса, артериального давления, сердечного ритма и температуры те-

ла вплетены прямо в ткань футболок hWear. «Умная одежда» регистрирует также повышенное потоотделение и падения пациента. Футболки hWear, уже получившие одобрение FDA и аналогичного европейского органа, способны снимать электрокардиограмму в пятнадцати отведениях – их ношение заменяет холтеровскую электрокардиографию. И самое невероятное: это чудо можно стирать в стиральной машине вместе с обычным бельём. Такие футболки идеально подходят для людей, недавно перенёвших инфаркты, для находящихся в стационаре пациентов, для пожилых людей, ведущих активный образ жизни, и просто «для спокойствия души» всех, кто подозревает у себя какие-то проблемы со здоровьем. Параллельно с одеждой тель-авивская компания создала специальное программное обеспечение, позволяющее собирать информацию и посылать её на смартфон владельца или врача. Компания продемонстрировала свою продукцию на ежегодной конференции Американской Ассоциации телемедицины (ATA). Гендиректор Health Watch Ури Амир подчеркнул, что одежда hWear, в отличие от изделий других фирм, способных только регистрировать частоту сердечных сокращений, представляет собой настоящий медицинский прибор, фиксирующий важнейшие жизненные показатели, включая правильность сердечного ритма и ишемические изменения на ЭКГ.

Саймон Черри и Рамси Бадауи в университете Калифорнии в Дэйвисе занимаются созданием первого в мире ПЭТ-сканера для сканирования всего организма. В отличие от рентгена и МРТ-сканирования, при помощи которых получают структурные изображения организма, позитронно-эмиссионный томографический сканер позволяет получить изображения на молекулярном уровне. По утверждению Саймона Черри, профессора радиологии и биомедицинской инженерии в Университете Калифорнии в Дэйвисе, при помощи таких изображений учёные смогут рассказать о том, как именно функционируют клетки организма человека. К примеру, можно будет узнать, как активно про-

исходит клеточный метаболизм или их деление. Такие данные будут весьма полезны при диагностике онкологических заболеваний, например, для уточнения, помогает ли вводимый препарат понизить метаболизм раковой опухоли. Новый сканер отличается своими размерами: современные ПЭТ-сканеры способны выполнять изображения лишь отдельных частей организма, тогда как Explorer сможет выполнить изображение всего организма.

Как верно подмечено, болезнь лучше предупредить, чем потом лечить. Тут на помощь приходят современные средства профилактики. Один из методов профилактики болезней – заблаговременное уничтожение болезнетворных бактерий. Особенно на больничном белье и одежде врачей.

Учёные из Бар-Иланского университета (Израиль) разработали нанопокрытие для больничных простыней и халатов, при соприкосновении с которыми гибнут бактерии, устойчивые к антибиотикам. Антибактериальное покрытие для ткани появилось в результате работы над проектом по созданию «не вонючих» армейских носков. По словам профессора Аарона Геданкена, чудо-носки пока не созданы, однако, использовавшаяся при их разработке идея пригодилась для создания антибактериального покрытия для тканей. Достоинством этой разработки является то, что покрытие из наночастиц может наноситься на любую тканевую поверхность. При этом простыня с покрытием ни внешне, ни на ощупь не будет отличаться от обычной простыни. Технология была опробована на текстильных предприятиях Румынии и Италии. А результаты проведённых опытов свидетельствуют: в результате соприкосновения с тканью выживают лишь 1 из 100 тысяч микробов. По словам учёных, ткань сохраняет свои свойства после 65 стирок при температуре 95 градусов.

Супербактерии являются бедой современных больниц. Ежегодно они уносят жизни сотни тысяч пациентов. Против них не помогают ни обычные средства гигиены, ни дезинфекция. Согласно отчёту Минздрава Израиля, только в

2010 году в израильских больницах было зарегистрировано 3700 случаев заражения крови в результате осложнений, вызванных так называемыми супербактериями. Согласно медицинской статистике, в 40% случаев подобное заражение заканчивается летальным исходом. Это означает, что только в 2010 году супербактерии убили около 1500 израильтян, на 7% больше, чем в 2009 году.

Немаловажно в профилактике заболеваний определение качественного состава пищи, отравления являются одной самых распространённых «рукотворных болезней». Здесь интересен уникальный смартфон, который представили в Университете Тель-Авива. Как утверждают эксперты, новый гаджет может стать настоящим прорывом. Устройство оборудовано специальной камерой, работающей в гиперспектре: камера улавливает лучи, невидимые для человеческого глаза, и определяет состав продукта. По словам учёных, при походах в магазин новинка может стать столь же необходимым предметом, как и кошелёк. Покупатель сканирует продукты, узнавая, из чего они состоят, и нет ли в них вредных компонентов, например, остатков пестицидов.

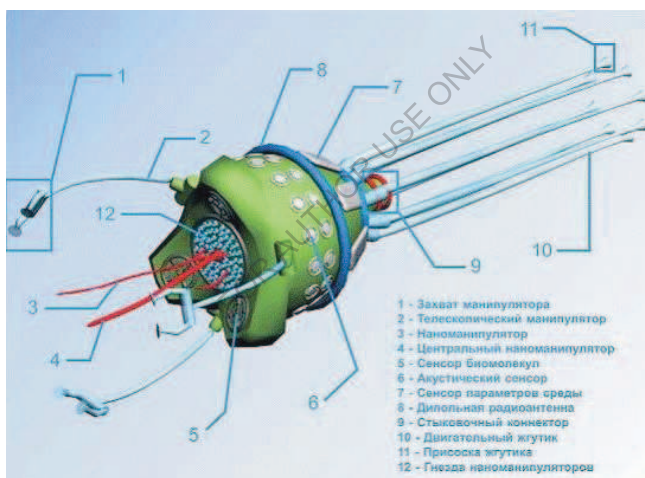
Учёные пояснили, что каждое вещество обладает собственным электромагнитным отпечатком и скрыть его присутствие невозможно. Разработал гиперспектральную камеру профессор тель-авивского университета Д. Мендловиц. Небольшое устройство идеально подходит для смартфонов. Разработчики уверены, что технологию можно смело применять в массовом производстве, просто совмещая гиперспектральную камеру с основной камерой смартфона. Чтобы начать сканировать продукты, пользователю придётся загрузить на устройство приложение. Установка осуществляется стандартным образом. Базовую модель смартфона-детектора представили на выставке MWC в Испании. Учёные из Тель-Авива при разработке технологии пользовались биотехническими системами компании Ramot Tech. В будущем планируется оборудовать гиперспектральными камерами все смартфоны, что-

бы человек мог понять, из чего сделана котлета, которую ему принесли в ресторане.

Как у всего в этом мире, у медицинских инноваций есть и обратная сторона, на что обратила внимание здравоохранительных органов команда учёных испанского Университета Ровира и Вирхилий. По данным организации экономического сотрудничества и развития, наночастицы присутствуют сейчас в 1300 коммерческих продуктах, от косметики и пищевых продуктов до строительных материалов, красок, масел, электроники и фармацевтики. Испанские исследователи напомнили, что некоторые виды наночастиц способны проникать внутрь липидного слоя, защищающего клетки организма. При этом мы не знаем, как они могут воздействовать на человека, животный мир и окружающую среду – надёжные инструменты измерения объектов наномасштаба отсутствуют. В ходе компьютерной симуляции учёные из Испании впервые создали так называемый «идеальный двойной слой» липидов, при помощи которого провели эксперимент и увидели, что наночастицы размером около 5 нм (равно толщине мембраны) застревают в ней, а супергидрофобные наночастицы не только проникают в мембрану клетки, но и могут произвольно выходить оттуда. «Обычно считается, что чем меньше объект, тем проще ему проникать сквозь барьеры. Здесь мы видим обратную ситуацию: наночастицы размером больше 5 нм могут произвольно проходить через двойной слой», – говорит доктор Владимир Баулин, руководитель исследования. А наночастицы меньшего диаметра застревают. Возможность быстрого перемещения крошечных наночастиц через защищающие клетку липидные барьеры указывает на необходимость пересмотреть нормы безопасности наноматериалов, поскольку они могут оказывать воздействие на здоровье потребителей.

В заключение немного про нанороботов с картинками. Наномедицина у многих сейчас на слуху, но стоит отметить, что в общеустоявшемся понимании, особенно среди обывателей, наномедицина ассоциируется не столько с

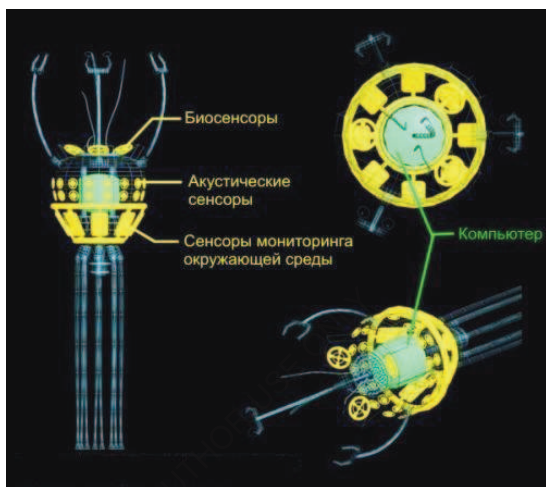
лечебными формами, содержащими лекарственные средства в виде наночастиц, что сейчас с успехом применяется, а с медицинскими нанороботами, наноботами и прочими нанолекарями, что пока существуют лишь в головах исследователей да в публикациях продвинутых журналистов. Направление мысли в общем-то верное, в будущем оно так, наверно, и будет – диагностика и лечение будут осуществляться с использованием «умного» наноразмерного инструментария, который мы именуем «нанороботами», а потому стоит показать на наглядных примерах, как нас будут лечить невидимые простым глазом помощники медиков. Не беда, что картинки эти весьма условны, главное они доходчиво демонстрируют принцип действия такого сложного лечебного механизма как нанороботы.



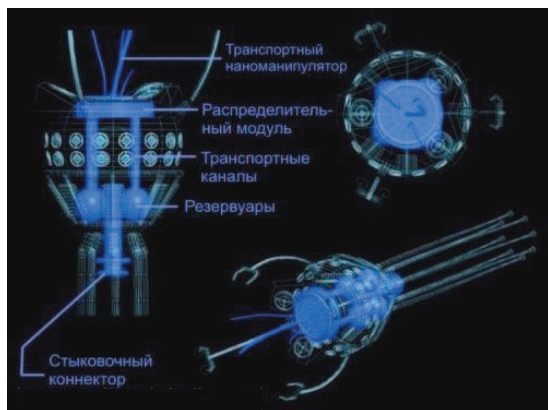
Устройство медицинского наноробота общего назначения

Для выполнения поставленной перед ним задачи медицинский наноробот, прежде всего, должен добраться до места назначения – поражённых, больных, умерших клеток. Для этого ему необходим движитель и система навигации по организму. Для распознавания объекта своей миссии наноробот должен быть снабжён сенсорами, мониторящими окружающую среду и выделяющими среди всех

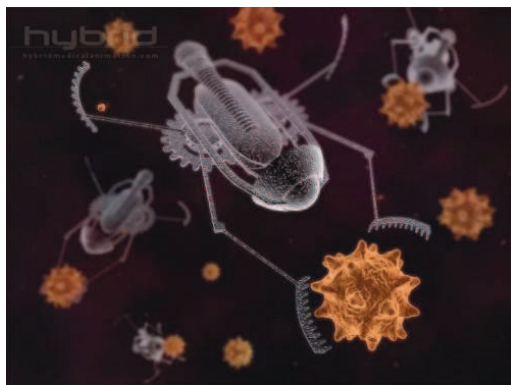
прочих объектов цель. Для доставки на место лекарственных препаратов нанороботу требуются грузовые отсеки или транспортные манипуляторы для захвата и транспортировки груза. Для работы на месте нанороботу надо иметь рабочие манипуляторы. При работе наноробота в составе команды нанороботов он должен иметь систему связи с другими членами команды.



Медицинский наноробот-разведчик, выявляет больные, поражённые, мёртвые клетки

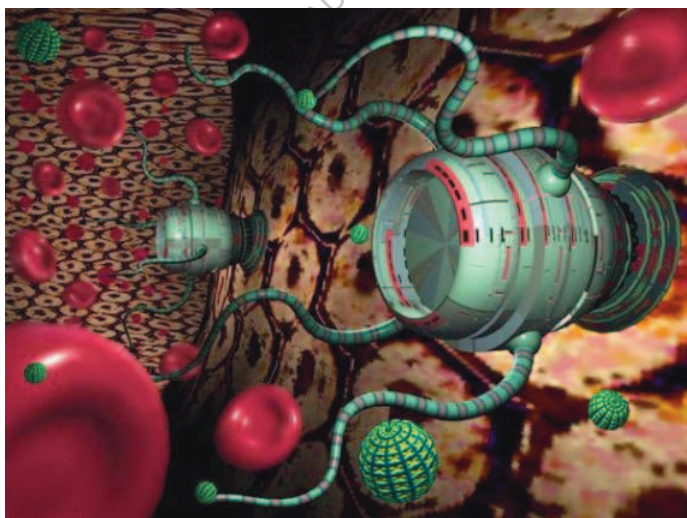


Медицинский наноробот-грузовик, осуществляет доставку лекарственных средств в очаг болезни



Медицинский наноробот-охотник, отслеживает в организме вирусы и болезнетворные бактерии и уничтожает их

В планах учёных – совместить в нанороботах терапию с диагностикой. Такая методика лечения называется тераностикой – областью медицины, сочетающей в себе терапию и диагностику, когда врачи используют одну технологию и для диагностики, и для лечения заболевания в ходе общей процедуры. В наномедицине эту процедуру выполняют специализированные нанороботы.



Наноробот-тераност – медицинский наноробот, совмещающий функции диагностики и лечения.

Представленные картинки не есть воплощённая реальность. Это, скорее, художественный образ, помогающий нам понять устройство и принцип действия невидимых нами объектов, каковыми являются нанороботы.

Нанороботы – лишь малая часть огромного массива передовых медицинских технологий, которые либо уже вошли, либо в будущем войдут в жизнь рядового обывателя. Какими будут эти технологии сейчас даже представить затруднительно. Одно очевидно – главенствующую роль в этом процессе играют инновационные системы, от их развития в разных странах будет зависеть скорость вхождения в нашу жизнь современной медицины.

FOR AUTHOR USE ONLY

2.4 Беспилотники

В предыдущей главе было сказано, что наиболее острыми глобальными экологическими проблемами сегодня считаются утрата биоразнообразия, изменение климата, доступ к качественной воде и другим ресурсам, и было высказано предположение, что достижения и других технологий, а не только «классически зелёных», будут привлечены к их решению. «Будут привлечены» – слишком осторожно сказано: многие плоды инновационных систем в формате результатов новых технических решений уже привлечены и к изучению экологических проблем, и к их решению. Одним из примеров такого рода конвергенции технологий на ниве экологии являются беспилотные летательные аппараты (БПЛА) или в просторечии – беспилотники.

Здесь надлежит сделать небольшое отступление, чтобы определиться с терминологией. Беспилотник – значит «без пилота», пилот управляет воздушным транспортным средством, то есть беспилотник по своей первоначальной сути – воздушное транспортное средство без пилота на борту. До поры до времени так оно и было, и беспилотниками называли преимущественно летательные аппараты без лётчика. Все остальное, что само ездило и плавало, было на уровне игрушек или немногочисленных опытных образцов и называлось просто «радиоуправляемые модели». Но с развитием средств связи, автоматики, управления и компьютерной техники стали появляться традиционные транспортные средства в нетрадиционном исполнении: автомобили без водителя, корабли без экипажа, поезда без машиниста. И управление ими могло осуществляться не только посредством радиосвязи, но и через бортовой компьютер. Поскольку в технике уже существовал аналог таких транспортных средств в виде самолётов без лётчика под название «беспилотник», то этот термин получил более широкую трактовку, нежели беспилотный летательный аппарат, и распространился на все прочие транспортные средства без человека на борту в качестве средства

управления, так сказать. Именно в этом смысле – управляемое транспортное средство без человека на борту – и будут рассматриваться беспилотники в контексте данной главы с привязкой к той стихии, к какой они принадлежат: земле, воде или воздуху. Причём наряду с термином «беспилотник» будет использоваться и название «дрон», что по сути то же самое, только с англоязычным звучанием.

Возвращаемся с чего начали. Беспилотники, используемые в экологических целях, принято называть «экодронами». От обычных они ничем не отличаются, приставка призвана подчеркнуть их сугубо мирное научное назначение. Экологов в дронах, помимо всего прочего, привлекает то, что в отличие от самолётов или спутников, БПЛА могут находиться ближе к исследуемому объекту вплоть до взаимодействия с ним, выполняя при этом:

- мониторинг состояния атмосферы, как для выявления глобальных изменений в земной атмосфере по примеру проекта NASA ATTREX, где американский стратегический разведывательный дрон Global Hawk задействован для измерения влажности, концентрации озона и других параметров стратосферы, так и для локального контроля состояния воздуха по примеру китайских экологических проектов, где дроны используются для мониторинга загрязнения воздуха над электростанциями, заводами, теплоходами и другими источниками загрязнения воздуха;

- мониторинг загрязнения мирового океана и морских побережий по примеру научной экспедиции Race for Water Odyssey (Одиссея в поисках воды), которая собирает данные об уровне загрязнения мирового океана пластиком в ходе обследования береговых линий, используя дроны eSee швейцарской компании senseFly;

- мониторинг лесов: обнаружение незаконных вырубок, выявление поражений лесных массивов в результате размножения насекомых-вредителей, распознавание очагов пожаров на стадии их зарождения, картографирование лесных угодий;

- борьба с браконьерами на суше и на воде, так в Кении в тех районах национальных парков и заповедников, которые патрулируются дронами, число преступлений сократилось на 96 %, в Мексике с помощью дронов борются за спасении морских черепах, выслеживая сборщиков их яиц, в Латвии дроны используются для выявления рыбаков, незаконно устанавливающих сети;

- наблюдение за редкими видами животных и птиц, их подсчёт и идентификация в местах обитания с применением видео и аудиоаппаратуры, устанавливаемой на дроны, так в Индонезии с помощью дронов удалось найти в тропических лесах места обитания орангутангов и узнать количество оставшихся представителей вида.

Это лишь несколько примеров использования беспилотников в экологических целях. Интерес к ним в наше время проявляется во всех сферах человеческой деятельности во всех цивилизованных странах. Общую картину коммерческого применения БПЛА можно представить на основе данных, собранных аналитическим подразделением сайта Business Insider – BI Intelligence (рис. 6).

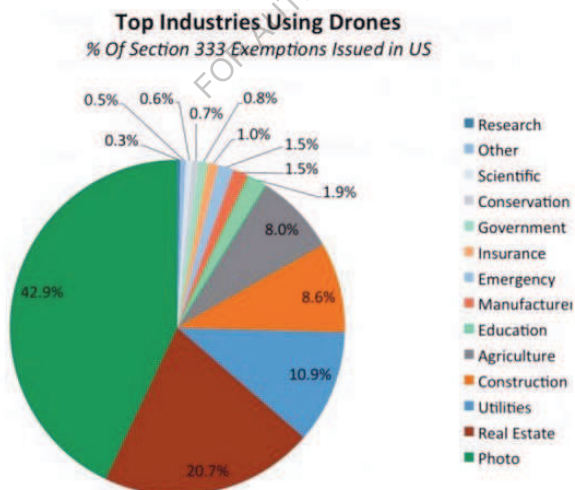


Рис. 6. Структура пользования коммерческими БПЛА в США на март 2016 года

Хотя эти данные относятся только к США, в иных странах распределение по секторам может отличаться, и значительно, с учётом уровня их развития, предложений продавцов БПЛА и потребностей покупателей аппаратов, но по этой информации можно ориентироваться на перспективы применения беспилотников в других странах. Ведь направление и темп движения по пути прогресса задаёт идущий впереди.

А началом отсчёта применения беспилотников можно считать 1849 год, когда австрийская армия использовала для бомбардировки Венеции беспилотные воздушные шары с часовым механизмом на борту для сброса шрапнельных зарядов. Хотя практический эффект от такой боевой операции был мизерный, но шума эта затея наделала много, и вошла в анналы истории как начало эры БПЛА. Техническая реализация идеи дистанционного управления аппаратами была продемонстрирована компанией «Электрические торпеды Симса-Эдисона», которая в 1892 году представила управляемую по проводам торпеду, а существенным толчком к созданию дистанционно управляемых аппаратов стало открытие электричества и изобретение радио. На основе этих достижений науки и техники британец Эрнест Уилсон в 1897 году запатентовал систему для беспроводного управления дирижаблем, а в 1899 году на выставке в Мэдисон-Сквер-Гарден инженер и изобретатель Никола Тесла показал публике миниатюрное радиоуправляемое судно.

С разной степенью успеха работы по созданию дистанционно управляемых аппаратов велись и во время Первой мировой войны, и во время Второй мировой войны, и в период затишья между ними, когда с лёгкой руки капитана третьего ранга Делмара Фарни, возглавлявшего проект радиоуправляемой авиации ВМФ США, за БПЛА укрепилось альтернативное название «дрон» (drone – трутень), которое капитан Фарни употребил в своём отчёте в 1936 году. На время между мировыми войнами приходится и начало серийного производства беспилотника, способного

осуществлять не только взлёт с полётом, но и посадку. Им стал созданный в 1933 году британскими инженерами биплан DH.82B Queen Bee. Только вот основное его применение было незавидное – этот БПЛА использовался в качестве мишени для зенитчиков и истребителей.

Роль мишени была основным амплуа дронов вплоть до 60-х годов прошлого века. Лишь в конце 50-х годов начались масштабные, а не разрозненные работы над проектами беспилотников в роли разведчиков, и в американские войска стали поступать беспилотные разведывательные самолёты Ryan Model 147A Fire Fly и Ryan Model 147B Lightning Bug, разные модификации которых эксплуатировались до начала XXI века. В то же время в США был разработан и передан военно-морскому флоту первый боевой вертолёт-БПЛА Gyrodyne QH-50 DASH, вооружённый торпедами и глубинными бомбами для борьбы с подводными лодками. Помимо совершенствования элементной базы для электронной начинки дронов, дальнейшим разработкам и производству армейских беспилотников способствовал опыт войны во Вьетнаме, где разведывательные БПЛА США совершили почти 3500 вылетов, показав при этом свою высокую эффективность в районе боевых действий при полном отсутствии потерь среди личного состава.

Одним из первых ярких эпизодов боевого применения беспилотников стала операция «Арцав-19», проведённая 9 июня 1982 года израильской авиацией против сирийских сил противовоздушной обороны во время боевых действий в долине Бекаа в Ливане. В операции принимали участие дроны «Мастиф» и «Скаут» израильского производства, которые осуществляли разведку сирийских аэродромов, позиций ЗРК и передвижения войск. Помимо разведки на беспилотники была возложена задача наведения на цели ракет, выпущенных с истребителей. Совместное применение истребителей, как носителей боевых управляемых ракет, и беспилотников с телекамерами на борту, как средств управления боевыми ракетами при их заходе на цель,

привели к ошеломляющему результату: в ходе операции «Арцав-19» было уничтожено 18 ЗРК и 86 самолётов.

На новый уровень боевого применения БПЛА вышли на волне развития средств связи и навигации, в первую очередь системы глобального позиционирования (GPS), которая стремительно вошла в нашу жизнь на рубеже 90-х годов прошлого века, а развитие технологий, накопление боевого опыта и изменения в отношении высшего командования стран НАТО к применению дронов в боевых действиях постепенно выдвинули БПЛА на передний край войны: из разведчиков и наводчиков они превратились в самостоятельную ударную силу.

В начале XXI века основным вектором развития БПЛА стало повышение их автономности вплоть до самостоятельного принятия на поле боя тактических решений на основе поставленных боевых задач при взаимодействии с другими средствами ведения боевых действий. В рамках решения этой задачи в США был создан и прошёл лётные испытания многоцелевой боевой беспилотный самолёт X-47B, умеющий самостоятельно взлетать и приземляться, в том числе на палубу авианосца, а в апреле 2015 года БПЛА X-47B полностью в автоматическом режиме произвёл первую в истории дозаправку в воздухе.

От достижений в области создания БПЛА, ставших уже историей, обратимся к дню сегодняшнему. И снова продолжим рассказ про беспилотники военного назначения, поскольку, по большей части, именно в военных лабораториях или по заказу оборонных ведомств, несмотря на всплеск интереса к дронам мирного назначения, рождаются наиболее перспективные в техническом плане решения, создаются весьма совершенные с инженерной точки зрения изделия и отрабатываются самые необычные технологии их использования. Потому и рынок военных БПЛА постоянно растёт: согласно отчёту нидерландской консалтинговой фирмы ASD, в 2016 году оборот рынка военных беспилотных летательных аппаратов составил 8,5 миллиардов долларов, а к 2022 году оборот рынка военных

БПЛА вырастет до 13,7 миллиарда долларов. Крупнейшими игроками на этом рынке являются три американские корпорации: AeroVironment Industries, General Atomics Aeronautical Systems, Northrop Grumman, и два израильских концерна: «Израильская авиационная промышленность» (IAI, ТАА) и «Эльбит Мааракот».

Нестандартное техническое решение и необычную технологию применения беспилотников предложили американские учёные, занимающиеся разработкой различной военной техники. Они разработали и изготовили опытную партию миниатюрных беспилотных летательных аппаратов, каждый из которых помещается на ладони руки. Беспилотник, который получил название Цикада (Cicada), по словам его разработчиков, представляет собой нечто вроде мобильного телефона с крыльями. Многочисленный рой таких беспилотников, будучи выпущенным на большей высоте с самолёта, опустится на поверхность точно в заданном месте, выполняя по пути и после посадки поставленные задачи при помощи встроенных в их электронный блок датчиков разного типа.

«Мы можем сбросить с самолёта сколь угодно большой рой таких беспилотников, — рассказывает Аарон Кан, сотрудник Научно-исследовательской лаборатории ВМС США, — и при достаточно большом количестве таких аппаратов у противника не будет никакой возможности ни найти их всех, ни подавить их другими способами». Название Cicada является аббревиатурой от Covert Autonomous Disposable Aircraft. Конструкция этого аппарата разработана с учётом её максимальной простоты, малых габаритов и небольшой стоимости. На разработку и изготовление опытных образцов таких аппаратов потрачены тысячи долларов, но, в конце концов, его стоимость не будет превышать 250 американских долларов.

Беспилотник Cicada, чем-то напоминающий бумажный самолётик с электронной печатной платой, состоит из десяти деталей, среди которых нет никакого двигателя. Этот летательный аппарат лишь способен планировать к точке

с заданными GPS-координатами, будучи выпущенным с самолёта, вертолётa или другого беспилотника большого класса. Лишённый двигателя, аппарат Cicada может лететь со скоростью 75 километров в час, маневрируя в воздухе и корректируя свою траекторию по GPS-координатам. Во время первых испытаний беспилотников Cicada они были сброшены с самолёта на высоте 17500 метров. За время полёта этот маленький аппарат пролетел по горизонтали более 17 километров, приземлившись за пять метров от заданных координат. Во время этих испытаний на плате беспилотника были установлены датчики, измеряющие окружающую температуру, атмосферное давление и влажность воздуха. Но такие аппараты, которые могут быть снабжены датчиками совершенно различных типов, в том числе и высокочувствительными микрофонами, могут быть использованы для выполнения бессчётного количества типов заданий.

«Это своего рода автоматизированные почтовые голуби, – рассказывает Аарон Кан. – Вы задаёте им точку назначения и они добираются туда любым доступным им способом». Одной из первых задач, решение которых планируется возложить на беспилотники Cicada, станет контроль перемещения техники на территории противника. «Мы оборудуем аппараты микрофонами, миниатюрными сейсмометрами и посадим их по длине участка дороги, которую нам требуется контролировать, – рассказывает Аарон Кан. – Каждый аппарат будет регистрировать звук и сотрясение земли от двигающейся техники, и мы получим возможность узнать её количество, приблизительные параметры, скорость и направление движения».

Кроме этого, миниатюрные беспилотники могут нести на себе магнитные датчики, способные обнаруживать вражеские субмарины, или шпионское оборудование, при помощи которого они смогут подслушать разговоры и выполнить перехват радиосообщений. Несмотря на столь строгую военную ориентацию, первое практическое использование беспилотников Cicada будет в более мирной обла-

сти – в области мониторинга и предсказания метеорологических условий. Учёные-метеорологи, пытаясь спрогнозировать образование торнадо и ураганов, используют данные, собираемые, в основном, у поверхности земли. Беспилотники Cicada могут им предложить сбор данных с разных высот, давая учёным возможность построения реальных трёхмерных моделей, по которым можно более точно прогнозировать изменения метеорологических условий.

Миниатюризация дронов военного назначения – своего рода тренд в дростроении. Ещё один пример из этой серии – нанодрон Black Hornet Nano, размер которого – всего 10х2,5 см, а масса – около 18 граммов. Американские военные испытали его на полигоне и остались довольны результатом. Black Hornet Nano – миниатюрный дрон, внешний вид которого напоминает вертолёт. Создан он был норвежской компанией Prox Dynamics и является одним из самых маленьких в своём классе устройств. Модель PD-100, тем не менее, обладает весьма солидными функциональными возможностями. В частности, в дроне имеется тепловизор, который эффективно работает на расстоянии до километра. Аккумулятор устройства обеспечивает до 25 минут полёта. Управляется дрон с пульта управления, похожего на джойстик для компьютерных игр. Видео с устройства можно смотреть на экране в режиме реального времени. Если враг захватит дрон, он не сможет получить с него информацию, так как она сохраняется в модуле памяти, который находится у пилота. Таким образом, Black Hornet Nano идеально подходит для бесшумной и незаметной разведки. Источник, близкий к министерству обороны США, утверждает, что у американской армии имеются в распоряжении несколько таких дронов, каждый из которых стоит порядка 40 тысяч долларов, и их испытания проводятся с начала марта 2015 года. Эту информацию подтверждает Арне Скийерпе, CEO и президент Prox Dynamics. Такие устройства имеются и в арсенале армии Великобритании – британские военные использовали

Black Hornet Nano в разведывательных миссиях в Афганистане.

Сверхмалые размеры и дешевизна минидронов привносят в военное дело новые технологии. В целях отработки одной из них DARPA провело испытательный запуск с истребителя стаи одноразовых беспилотников Perdix. Такие аппараты предназначены для запуска с самолёта и быстрого сбора важных данных, которые позволят лётчикам точнее идентифицировать цели и наносить удары. Во время боевых действий многофункциональные истребители нередко используются для нанесения ударов по наземным целям. При этом информацию о целях предоставляет разведка, которая иногда может допускать ошибки. Результатом таких ошибок становится или разрушение гражданской инфраструктуры, или гибель гражданских. Использовать обычные беспилотники перед нанесением бомбового или ракетного удара не всегда возможно, в том числе из-за того, что относительно крупный аппарат могут сбить. Кроме того, существующие разведывательные аппараты невозможно запускать с боевых самолётов, хотя системы связи и позволяют передачу данных с аппарата истребителю. Новые беспилотники Perdix спроектированы таким образом, чтобы истребители могли запускать их из стандартных автоматов отстрела ложных тепловых целей. Беспилотники имеют складные передние и задние крылья. После запуска аппараты низко пролетают над целью и передают на борт самолёта разведывательные данные. Для существенного удешевления конструкции корпус Perdix выполнен из пластика – его печатают на 3D-принтере. За движение аппарата отвечает небольшой электромотор с толкающим воздушным винтом.

В DARPA дронов, которые можно запускать с самолётов называют «гремлинами», то есть сказочными озорными бесами, ставшими талисманами удачи для многих британских пилотов во времена Второй мировой. Они станут недорогими многоцветными дронами, способными выполнять роли разведчиков и наблюдателей. Также их можно

будет использовать для устранения целей. В теории стая «гремлинов» может налететь на вражеский самолёт, заглушить связь и радар, обескуражить пилота, оставаясь слишком малыми и многочисленными, чтобы их можно было сбить ракетой или пулемётом. «Гремлинов» придётся делать многоразовыми, но долгоживущими, наряду с «недорогим и недолгоживущим носителем». По мнению руководителя программы в DARPA Дэна Патта, «мы не будем выбрасывать весь носитель, двигатель, авионику и полезный груз после каждой миссии, как в случае с ракетами, но и не хотим поддерживать полное обеспечение и затраты, как в случае с современными многоразовыми системами, рассчитанными на десятилетия работы». Также потребуется хороший искусственный интеллект и ориентация в пространстве, чтобы дроны могли вылетать и возвращаться в самолёт-авианосец, избегая столкновений в процессе операций. В перспективе видится, что небольшие, разумные, манёвренные дроны из сферы военного использования проникнут в области гражданских применений.

Ориентации миниатюрных дронов в пространстве, улучшению их манёвренности и выполнению задач в составе «роя» поспособствует разработка исследователей из Швейцарского федерального политехнического университета Лозанны (Swiss Ecole Polytechnique Federale de Lausanne, EPFL), которые создали искусственный глаз, основанный на строении глаз насекомых. Изделие швейцарцев легло в основу навигационной системы, которая позволит миниатюрным беспилотникам воспринимать окружающий мир и ориентироваться в нем, выполняя поставленные перед ними задачи. Это далеко не первая разработка по созданию предназначенных для беспилотных летательных аппаратов датчиков, прототипами которых являются элементы тела насекомых. Однако это впервые было применено по отношению к миниатюрным аппаратам. Все предыдущие попытки оснастить системой видения минибеспилотники сводились к максимальной миниа-

туризации камер обычного типа, которые заканчивались с разной степенью удачи. Между тем, система видения в стиле «глаз насекомых» подходит для использования в беспилотных летательных аппаратах как нельзя лучше. Во-первых, такие системы не обладают большой разрешающей способностью, поэтому для обработки потока данных от них требуются весьма скромные вычислительные мощности. Во-вторых, такие системы имеют достаточно высокую чувствительность по отношению к регистрации движущихся объектов и света, отражённого от различных предметов. Все эти параметры системы видения позволяют вести крошечный летательный аппарат даже в условиях ограниченного пространства с большим количеством препятствий. Искусственный глаз, созданный швейцарскими исследователями, весит всего 2 миллиграмма. Он состоит из трёх фотодатчиков, каждый из которых оснащён своей линзой. Обработка данных от этих фотодатчиков, которые расположены треугольником, позволяет системе видения определить скорость и направление движения, как в условиях плохой освещённости внутри закрытых помещений, так и на открытом пространстве при ярком солнечном свете. А быстродействие системы в целом превышает в три раза скорость реакции реальных насекомых. Разработав конструкцию фотодатчика и сопутствующие программные алгоритмы, исследователи планируют установить несколько таких «глаз» на один экспериментальный летательный аппарат, создав достаточно сложную визуальную систему. Возможностей такой системы, по мнению исследователей, будет достаточно для осуществления самостоятельного взлёта и посадки минидрона и для его стабилизации во время полёта. В планах исследователей стоит создание полосы искусственных глаз, размещённых на поверхности липкой ленты, которая может быть помещена на любые типы поверхностей, принося возможности компьютерного видения роботам, элементам систем «умный дом», бытовой технике, мебели и даже одежде.

Тренды трендами – но классика вечна, спрос на дроны классического размера никуда не денется, они как разрабатывались, так и будут разрабатываться. Из этого ряда в феврале 2014 года израильская компания Israel Aerospace Industries показала на авиасалоне в Сингапуре разведывательный беспилотный летательный аппарат Super Heron HF. В этом беспилотнике используется двигатель мощностью 200 лошадиных сил производства итальянской компании Diesel Jet. В отличие от предыдущей версии беспилотника, новый Super Heron HF (HF – Heavy Fuel, тяжёлое топливо) работает на дизельном топливе. Аппарат также отличается увеличенными скороподъёмностью, скоростью полёта (150 узлов против 125 узлов у Heron 1) и максимальной взлётной массой (1,45 тонны против 1,25 тонны). Super Heron HF комплектуется тремя наборами бортового оборудования для обеспечения надёжности, увеличенным набором полезной нагрузки и законцовками крыла. Благодаря последним удалось значительно сократить расход топлива и увеличить время пребывания в воздухе приблизительно вдвое.

Другая израильская компания Uvision из посёлка Цур Игаль представила серию вызывающих все больший интерес в последние годы так называемых «блуждающих вооружений». Речь идёт о беспилотных летательных аппаратах, способных передавать изображение цели, достигать её и уничтожить. Компания предложила 6 различающихся по дальности и мощности моделей, названных HERO. Самые крупные из них весят порядка 100 килограмм и способны барражировать над районом, где находится предполагаемая цель, до 6 часов. Всё это время они передают своим операторам изображение патрулируемой местности. В тот момент, когда цель найдена или зафиксировано ожидаемое событие, например, боевики собрались вместе, запускают ракету или намерены совершить другую акцию террора, беспилотник превращается в камикадзе, в считанные секунды и с большой точностью пикирующего на врагов и взрывающегося вместе с ними. Самый ма-

ленький HERO-30 весит всего 3 килограмма и может быть запущен бойцом в ходе уличного боя, когда трудно определить источник огня. Он «выстреливается» в небо под давлением воздуха, подобно пробке из бутылки шампанского. Используя электрический моторчик, такой аппарат способен в течение получаса кружить над районом и передавать бойцу изображение со встроенной камеры. Когда же цель обнаружена, он взрывает её.

Переосмысление технологии использования беспилотников предвещает настоящую технологическую революцию в военно-воздушных силах. В США они станут ядром создаваемой DARPA «системы систем» (SoSITE – System of Systems (SoS) Integration Technology and Experimentation), которая обеспечит беспрецедентную интеграцию оборудования и программного обеспечения истребителей, грузовых самолётов и БПЛА. Основанная на принципе открытых архитектур, SoSITE упростит и ускорит обновление и модернизацию устаревающих боевых единиц, систем и программ. Одна из главных задач SoSITE – изменение самого представления о том, что такое авиация, трансформация философии военного дела.

В оборонной отрасли уже давно идут разговоры о новых возможностях, предоставляемых роящимися дронами. SoSITE использует данную идею в своих целях. Отдельные боевые беспилотники уже давно применяются Соединёнными Штатами в Афганистане и Пакистане, однако в будущем их использование будет расширено. SoSITE может работать на основе уже применяющихся вооружений, без существенных доработок и модификаций. Несмотря на технологическую сложность реализации проекта, он не потребует астрономических затрат. Соперники США в обозримом будущем не будут иметь ни возможностей, ни времени для разработки систем, способных противостоять System of Systems Integration Technology and Experimentation.

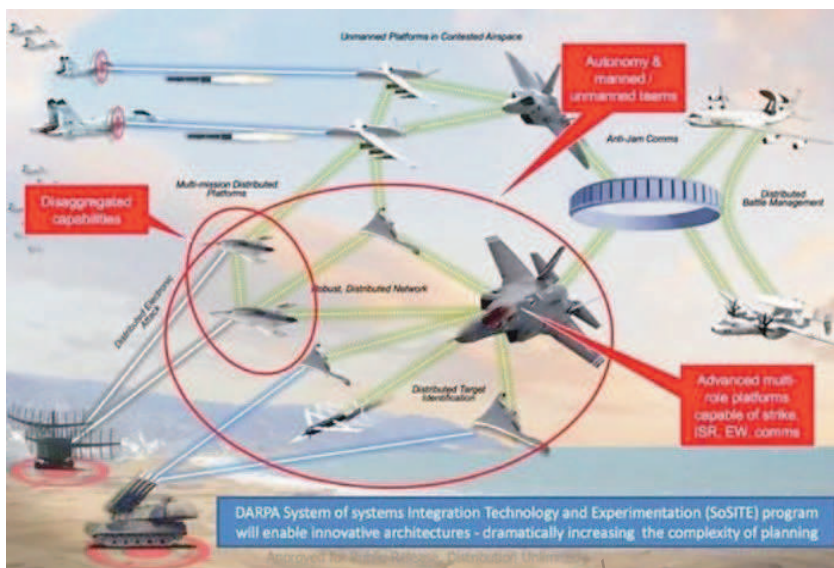


Рис.7. Схема работы SoSITE

Главная идея, лежащая в основе проекта, проста по сути, но сложна в реализации – функции, сосредоточенные на данный момент в одном истребителе американских ВВС, будут распределены: часть из них перейдет беспилотному самолёту-спутнику и целым полчищам БПЛА и управляемых ракет. Фактически на смену отдельным истребителям придут сложные, многокомпонентные боевые группы, которые будут подчиняться единой «системе систем», ускоряющей во много раз передачу информации при высоком уровне интеграции всех компонентов.

Беспилотники займутся сбором сведений о вражеских системах противовоздушной обороны и радиолокации. Многочисленные дроны будут пересылать полученную ими информацию на компьютер истребителя, находящегося за пределами зоны действия радаров противника. Пилот будет иметь возможность самостоятельно принимать решение о дальнейших действиях, однако нагрузка на него будет минимальна благодаря автоматизированной системе компьютерного управления Distributed Battle Management.

Коммуникация будет обеспечиваться разрабатываемой сейчас программой «Связь в условиях повышенной сложности» (Communications in Contested Environments, C2E). Крейг Лоуренс, руководитель проекта Distributed Battle Management, сообщил, что новая система учтёт новейшие технологические достижения, при этом максимально упрощая взаимодействие пилота и машины.

Сам истребитель станет, по преимуществу, командным центром. Основная часть оружия, радиоэлектронные системы, сенсоры и БПЛА будут перевозиться сопровождающим беспилотным грузовым самолётом, похожим на Локхид С-130 Геркулес. Это позволит уменьшить заметность истребителя. Оборудованные антирадарными дронами будут запускаться со второго самолёта. После проведения разведки они будут возвращаться на место своей постоянной дислокации. По словам DARPA, управление ими будет таким же лёгким, как общение с коллегами-пилотами. Беспилотники смогут достаточно близко приближаться к радарам противника, подавлять их сигналы для обеспечения собственной безопасности и отправлять изображения целей командному центру. Компьютерные системы истребителя будут сопоставлять полученные сведения с данными собственных сенсоров и предоставлять пилоту уточнённую информацию о цели.

Если пилот истребителя примет решение об атаке, с сопровождающего самолёта будет выпущен рой миниатюрных крылатых ракет (LCCM). Большинство из них неизбежно будет уничтожено ракетами класса «земля-воздух» противника, однако некоторым удастся достигнуть цели и поразить её – это относится и к российским зенитно-ракетным системам С-300. Описанная схема позволит ВВС США пробить достаточно большую брешь в обороне врага и проникнуть через неё на менее защищённую территорию. При этом ПВО противника растратят большое количество дорогих противоракет. Разработчики отмечают, что, помимо прочих достоинств системы, она обеспечит большую безопасность лётчикам: не будет необходимости вы-

лета в районы высокого риска. При использовании будущей «системы систем» потери противника будут асимметричными: несоизмеримо больше, чем у ВВС США. При этом затраты на системы, способные противостоять SoSITE, во много раз превысят бюджет данной программы.

Готовя средства прорыва обороны противника, США не забывают и о своей обороне, где опять же найдётся место для БПЛА. Так Агентство противоракетной обороны США строит планы по созданию новейшего беспилотного летательного аппарата, который бы отличался не только большой дальностью полёта, но и своим оружием – мощным электрическим лазером, предназначенным для уничтожения баллистических ракет. Данный беспилотник, по задумке, будет способен летать на высоте до 20 км и быть практически неуязвимым для авиации и систем ПВО противника. Ещё в 2010 году США испытали на борту самолёта B747-400F противоракетный лазер AVL, мощность которого составляла 1 Мегаватт, что позволило сбить две баллистические ракеты. Но тогда проект был крайне дорогим удовольствием, а сама лазерная установка весьма громоздкой, что и вынуждало использовать самолёт данного типа. Но наука и техника на месте не стоит, спустя несколько лет лазерные технологии были усовершенствованы, и ВВС США планируют в 2021 году провести первый полет стратосферного беспилотника с лазерным оружием на борту.

При разработке и создании БПЛА большинство инженеров в поисках компромисса между возможностями вертолётов с вращающимися винтами и эффективностью самолётов с неподвижными крыльями выбирают решение в виде роторов с изменяемым углом наклона. Но специалисты НАСА предложили иное решение компромисса «крыловинт» – конструкцию летательного аппарата с поворотным крылом, который может взлетать и садиться подобно вертолёту, а летать как обычный самолёт. Опытный вариант такого летательного аппарата получил название Greased Lightning или GL-10, и в 2015 году он совершил первый

успешный испытательный полет, проведённый на полигоне близ Исследовательского центра НАСА Лэнгли, Вирджиния, во время которого он взлетел в вертикальном режиме и автоматически перешёл в режим горизонтального полёта. У опытного образца аппарата GL-10 было установлено по четыре электрических двигателя с каждой стороны от фюзеляжа на основных крыльях и два двигателя на плоскостях хвостового оперения. Эти двигатели черпали энергию, которую им поставляли батареи литий-ионных аккумуляторов и два 8-сильных дизельных двигателя, вращающие роторы электрических генераторов. Аппарат GL-10 имел размах крыльев 6,1 м, чистый вес – 24,9 кг и взлётный вес – 28,1 кг. «Все двигатели, находящиеся с каждой из сторон крыла и двигателя хвостового оперения, объединены в отдельные группы, каждая из которых управляется независимо от других групп, – рассказал Зак Джонс, пилот аппарата GL-10. – Изменяя углы наклона и тягу, вырабатываемую каждой группой двигателей, мы добиваемся такой манёвренности аппарата, которую неспособен продемонстрировать ни вертолёт, ни самолёт». Элементы конструкции аппарата GL-10 были изготовлены при помощи технологий быстрого производства и прототипирования. При этом, за все время была создана целая серия из 12 опытных образцов, которая началась с любительской конструкции из строительной пены и, по мере накопления опыта, превратилась в то, что было продемонстрировано во время испытаний. Согласно данным НАСА, аппарат GL-10 может непрерывно летать в режиме горизонтального полёта в течение 24 часов, издавая шум, не превышающий уровень шума от газонокосилки с бензиновым двигателем. Такая длительность непрерывного полёта позволит при помощи беспилотников с поворотным крылом решать задачи, связанные с доставкой небольших экстренных грузов, обеспечением связи в удалённых районах или в районах бедствий, осуществлением картографической съёмки и выполнением задач по разведке и наблюдению. А более крупные варианты таких летатель-

ных аппаратов смогут поднимать в воздух от одного до четырёх человек вместе с их грузом.

Длительность непрерывного полёта – крайне важный показатель для беспилотных летательных аппаратов. Поэтому все чаще в конструкции БПЛА используются солнечные батареи, которые позволяют получать энергию без посадки на землю. Испытания одной из таких моделей провели специалисты Китайской академии космической аэродинамики. Разработанный ими беспилотник способен развивать скорость до 200 километров в час и при этом находиться в воздухе до нескольких месяцев. Китайский летательный аппарат получил название Caihong-T4 (CH-T4), он имеет размах крыльев в 40 метров, максимальная высота полёта составляет 20 километров. Для полёта используется 4 пары электродвигателей с пропеллерами, получающие энергию от солнечных батарей, установленных на верхней части крыльев аппарата. Также CH-T4 имеет двойное хвостовое оперение, а каждое крыло способно слегка изменять форму в зависимости от условий полёта. Вес беспилотника составляет 500 кг. Подзарядка аккумуляторов происходит в светлое время суток, и их запаса достаточно для того, чтобы CH-T4 продолжал выполнять свою функцию и ночью. Как сообщают конструкторы, при полете на максимальной высоте область охвата «взора» беспилотника составляет около миллиона квадратных километров.

Аналогичный проект разрабатывают в Европе, его цель – создание гибрида спутника и беспилотника, который создатели назвали «стратобусом» (StratoBus). Размах задач, которые должен решать стратобус весьма широк – это и наблюдение за пограничными районами, и морская разведка, и телекоммуникации, и телерадиовещание, и навигация. Кроме того, эта автономная стационарная платформа сможет усилить GSM-покрытие во время массовых мероприятий, а GPS – над участками с интенсивным движением транспорта. Обшивка стратобуса изготовлена из закрученного углепластик, он может брать на борт грузы

весом до 200 кг. Длина воздушного судна 70-100 метров, диаметр – 20-30. Стратобус будет парить на высоте 20 километров. Он сможет собирать солнечные лучи в любое время года: солнечные панели дополняет система усиления мощности, а также обратимый тепловой элемент для хранения энергии. Чтобы противостоять порывам ветра, воздушному судну понадобится постоянный источник энергии – два электромотора будут постоянно менять свою выходную мощность, в зависимости от скорости ветра. Руководит проектом фирма Thales Alenia Space, специализирующаяся на космических телекоммуникациях и навигации. В разработке стратобуса участвуют также Airbus Defence & Space, Zodiac Marine and CEA-Liten. Этот проект объединил целый кластер аэрокосмической промышленности южной Франции (предприятия, выпускающие беспилотные летательные аппараты, воздушные шары и стратопланы).

С появлением новых материалов, совершенствованием технических средств и развитием инженерной мысли человечество все ближе подходит к созданию летающего автомобиля. С этой стороны интересен опыт китайского авиационного концерна AVIC, который в 2015 году на Третьей китайской вертолётной выставке в Тяньцзине представил прототип летающего автомобиля – робота под названием Swift Gazelle. Этот беспилотник весит 100 кг и приводится в действие шестью роторами с пропеллерами, установленными по разные стороны кузова автомобиля. Хотя это все походит на большую детскую радиоуправляемую игрушку, но в основе Swift Gazelle лежат все технологии, которые будут использованы при создании полномасштабного летающего транспортного средства. К данной разработке проявили интерес представители китайской Народно-освободительной армии, которые станут покупателями первых летающих автомобилей компании AVIC. Каждый из роторов имеет свою собственную цифровую систему управления, работа которой координируется компьютером основной системы. Благодаря этому, лета-

ющий автомобиль Swift Gazelle может совершать вертикальный взлёт и посадку, летать и зависать на месте, подобно вертолёту. А на земле, сложив роторы в соответствующее положение, автомобиль может убежать от любого преследователя.

Естественно, что прототип Swift Gazelle, который имеет небольшие размеры и вес, является беспилотным аппаратом, способным самостоятельно или при помощи дистанционного управления перемещаться как по воздуху, так и по земле. При этом, возможностей системы управления достаточно для того, чтобы Swift Gazelle полностью в автономном режиме мог выполнить несложные задания, связанные с проведением операций по разведке и наблюдению. Однако, в полномасштабном варианте транспортного средства, которое уже окажется способным перевозить людей, будет находиться оборудованное всем необходимым водительское место и водитель сможет брать на себя управления при выполнении особо сложных заданий или при полётах в плохих погодных условиях. Хуань Шуилин, ведущий инженер компании AVIC, надеется, что автомобили типа Swift Gazelle получат широкое распространение в недалёком будущем и станут одним из основных видов средств передвижения. Эти же самые автомобили, с немного изменённой конструкцией, вероятно, станут частью арсенала китайской армии, позволяя солдатам быстро добираться в труднодоступные районы.

Как было определено в начале этой главы, под «беспилотниками» сейчас понимают не только БПЛА, но и все прочие управляемые транспортные средства без человека на борту, и помимо беспилотных летательных аппаратов, в войсках все больше находят применение сухопутные и водные беспилотники.

Интерес развитых стран к боевым роботам подогревается, прежде всего, тем, что граждане этих государств стали крайне негативно относиться к большим потерям личного состава. Если во время советско-финской войны СССР терял в день 1300 человек убитыми, и это никак не влияло

на его решение о сворачивании войны, то в 1989 году потери сподвигли руководство Советского Союза уйти из Афганистана, где в день погибало менее трёх советских бойцов. Аналогичный сдвиг в сознании произошёл и в США: в 1941 году они сражались после потери 2345 человек за 90 минут, а в 1993 году были вынуждены навсегда оставить в покое Сомали после того, как потери там достигли уровня девяти убитых в день.

На сайте ASDReports, размещающим результаты исследования рынков, опубликован прогноз, согласно которому рынок наземных боевых роботов (в основном телеуправляемых) к 2020 году достигнет 8,3 миллиарда долларов. Результаты прогноза сопровождаются заявлением, что перед нами большая индустрия, игроки которой отлично понимают, что без внедрения роботизированных боевых машин надеяться на быстрое расширение рынка не приходится.

Одним из примеров такого рода машин является южнокорейская разработка стационарного охранного робота SGR-A1 для патрулирования границы с КНДР, имеющего на борту богатый арсенал камер, тепловых сенсоров и датчиков движения и способного самостоятельно открыть огонь из пулемёта или гранатомёта по любому, пересекающему разграничительные линии (северные корейцы неоднократно использовали переодетых в южнокорейскую форму агентов). Один из режимов работы робота-пограничника будет предполагать отсутствие контроля со стороны человека. Интерес военных Южной Кореи к автономному варианту SGR-A1 легко понять: в КНДР, по оценкам южнокорейской разведки, более 12 тысяч профессиональных кибербойцов, чьей целью является инфильтрация в системы управления БПЛА вероятных противников. Куда будут стрелять SGR-A1, если они не смогут работать в автономном режиме, южнокорейские военные определённо сказать не могут, и, судя по инцидентам с американскими беспилотниками, их опасения не напрасны.

Тут стоит сделать небольшое пояснение по теме боевых роботов для разъяснения ситуации.

К началу XXI века с появлением эффективно телеуправляемых по радиоканалу американских и израильских беспилотных летательных аппаратов дистанционно управляемые машины стали реальным и весьма эффективным оружием. Но самым слабым местом этих войск стал человек-оператор, по вине которого БПЛА постоянно атакуют то мирных жителей, то своих солдат, поскольку оператор на экране не всегда может отделить одних от других. Хотя возможности оператора по точному наведению оружия выше, чем у бойца на фронте (на «удалённого воина» не давит страх смерти), они, в массе своей, стреляют далеко не идеально.

Кроме того появились комплексы радиоэлектронной борьбы, позволяющие перехватить контроль над дистанционно управляемыми машинами врага. Именно благодаря одному из них иранцы в 2012 году захватили новейший американский БПЛА RQ-170. Инцидент такого рода далеко не единичен: иракские повстанцы с помощью российской программы SkyGrabber загружали себе на ноутбуки видео с американских разведывательных беспилотников. Используемая на них ОС делает их лёгкими жертвами простейших вирусов, типа кейлоггера, поразивших системы БПЛА Reaper и Predator в 2011 году. Персонал, обслуживавший машины, оказался настолько слабо готов к борьбе с вирусами, что для получения первичных знаний им пришлось обратиться к веб-странице Касперского.

Решением такой проблемы может стать лишь по-настоящему автономный комплекс, к которому не будут подключаться операторы из Аризоны, подгружающие карты с переносных жёстких дисков, куда они до того скачивали порно (одна из версий инфицирования БПЛА Reaper). У таких систем противник не сможет перехватить управляющий радиоканал, и заставить их работать на Иран или ИГИЛ будет весьма затруднительно.

Но и у автономных боевых комплексов тоже есть свои «тараканы» в их электронных мозгах. Так в своё время командованию армии США пришлось отказаться от боевого применения роботов Talon SWORDS по причине низкого уровня развития технологий управления этими боевыми роботами. По задумке они были должны вести бой в непосредственном соприкосновении с противником, что требует от боевой машины быстрой реакции (обработка информации и принятие самостоятельного решения в сжатые сроки). Реакция оператора может отставать от требований быстро меняющейся боевой обстановки, увеличивая вероятность уничтожения робота. Боевые роботы Talon Swords оказались не в состоянии выполнять такие задачи из-за недоработок программного обеспечения. А из-за ошибок операторов и несовершенства программ управления имели место случаи, когда поведение роботов представляло угрозу жизни своим же солдатам, попросту говоря эти терминаторы с гусеницами могли открыть огонь по своим вплоть до стрельбы в свой блок управления, за которым стоит оператор.

Место в строю боевых роботов Talon Swords заняли их младшие братья – модульные боевые роботизированные системы MAARS. В проекте MAARS были использованы новые средства управления и программного обеспечения, что дало оператору возможность использовать робот в боевом и безопасном режиме. Чтобы устранить возможность случайной стрельбы по своим, механический гироскоп боевого робота MAARS держит оружие боевого нацеленным в сторону от дружественных позиций и устраняет вероятность открытия огня по своим солдатам. В качестве «защиты от дурака с электронными мозгами», чтобы боевой робот не мог поразить свой блок дистанционного управления, MAARS укомплектован дополнительной программной защитой. Кроме того боевые роботы MAARS оборудованы передатчиком GPS, их можно отслеживать и управлять ими через БПЛА, а спутниковые системы «Blue Force Trackers», по замыслу, должны помочь избежать примене-

ние «дружественного огня» (стрельбы по своим союзникам). Роботы проекта MAARS могут использоваться и для не связанных со стрельбой целей таких, как разминирование, исследование помещений, транспортировка раненых. Предусмотрено снятие гусениц и установка вместо них колёс, что повышает эффективность применения боевых роботов в городских условиях.

В концептуальном плане развития боевых роботов и технологии их применения интересен китайский проект Sharp Claw 2 – однотонный шестиколёсный вездеход, оборудованный различными датчиками и камерами, благодаря которым он может работать в автономном режиме. Но то, что делает робота Sharp Claw 2 столь интересным, это то, что он является собственного рода передвижной базой для двух других роботов, которые до поры до времени дремлют в его грузовом отсеке. Первым роботом является летающий робот-квадрокоптер достаточно типичной конструкции, который при помощи своих камер и датчиков может исполнять задачи, связанные с разведкой и скрытным наблюдением. Вторым роботом является робот на гусеничном ходу Sharp Claw 1, который в случае необходимости съезжает из кузова робота Sharp Claw 2 по выдвижному пандусу и может нести на себе вооружение разного типа. Робот Sharp Claw 1 весит около 120 килограмм без учёта устанавливаемого на него орудия и комплекта боеприпасов к нему. По форме и конструкции китайский робот Sharp Claw 1 чрезвычайно напоминает южноамериканского робота Qinetiq MAARS и также может нести на себе системы стрелкового вооружения, гранатомёт либо пусковую установку для маленьких ракет. За счёт небольших габаритов робот Sharp Claw 1 может перемещаться по траншеям, туннелям, скрытно подбираться к данной позиции для проведения стрельбы. Базовый вариант может работать лишь под управлением дистанционного оператора, но ведутся работы по переводу работы боевого комплекса в полностью автономный режим. В опциях армейской роботизированной системы установка дополнительных датчи-

ков, камер и систем стрелкового вооружения, а перспективе разработчики этих роботов обещают снабдить их интеллектуальными системами управления, при помощи которых роботы сумеют самостоятельно выполнять задачи по сопровождению конвоев, патрулированию и пресечению попыток нарушений муниципальных границ и периметров оберегаемых зон.

Наряду с тяжёлыми роботами боевого применения разрабатываются и их облегчённые модели. В этом направлении израильская компания General Robotics представила портативного гусеничного робота Dogo, вооружённого пистолетом Glock 26 калибра 9 мм, который явился первым в мире компактным аппаратом, имеющим собственное вооружение. Масса Dogo составляет 12 кг, боезапас – 14 патронов (ёмкость стандартного магазина Glock 26 – 10 патронов), его можно будет использовать в ближнем бою, а также в контртеррористических операциях. Основным конкурентным преимуществом Dogo является максимально эффективная нейтрализация террористов без риска для жизни солдат. «Рискуй Dogo, а не людьми», – озвучил слоган General Robotics глава компании Уди Галь, бывший заместитель директора по исследованиям и разработкам Министерства обороны Израиля. Помимо пистолета Dogo может быть оснащён перцовым спреем, светозумовыми зарядами и некоторыми другими средствами нелетального воздействия. Робот оборудован системой передачи видео и аудио информации на пульт оператора и оснащён двусторонней голосовой связью, обеспечивающей возможность ведения переговоров с террористами. Dogo также имеет систему распознавания препятствий. Например, при подъезде к лестнице он автоматически переключится в оптимальный для подъёма по ней режим без дополнительной команды оператора. Встроенные аккумуляторы Dogo позволяют роботу работать на протяжении четырёх часов. Система наблюдения робота состоит из шести камер высокого разрешения, обеспечивающих круговой обзор. Кро-

ме того, в модуле с пистолетом установлены ещё две камеры, при помощи которых оператор может целиться.

Помимо воздушных и сухопутных аппаратов военные специалисты занимаются и морскими вариантами боевых роботов. Одна из концепций их применения, озвученная американским агентством DARPA, предполагает создание роботизированных морских платформ в виде глубоководных узлов, рассеянных по океаническому дну. Будучи дистанционно управляемыми, они могли бы осуществлять пуски торпед или ракет по намеченным целям при необходимости. Так сказать, система базирования военного снаряжения до востребованности получается.

Что касается конкретных проектов морских беспилотников, то в 2016 году DARPA начало тестирование автономного судна, предназначенного для обнаружения подводных лодок и слежения за ними. Наличие у судна возможностей уничтожать вражеские корабли в автоматическом режиме прямо не постулируется, но и не опровергается. Проект назван «Противоподлодочное автономное военное судно постоянного слежения» (Anti-Submarine Warfare Continuous Trail Unmanned Vessel, ACTUV). Старт ему был дан ещё в 2010-м году, а в 2014-м DARPA подписала соглашение с Министерством морских исследований США о совместном финансировании проекта строительства 140-тонного 45-метрового корабля. Согласно директиве Пентагона, полностью автономные устройства не могут быть оснащены системами, применяющими смертоносное оружие, но упоминание о возможности ACTUV нести полезную нагрузку и использовать независимо действующие системы наводит на мысли о боевом использовании этого корабля класса «эсминец» в автономном режиме. Руководитель программы, Скотт Литлфилд, рассказал о возможностях ACTUV. С его слов, автономное судно должно будет самостоятельно работать в море месяцами без участия человека. При этом его передвижения должны учитывать наличие других судов, и подчиняться морским законам и конвенциям, обеспечивая их безопасность. Кроме основ-

ной задачи обнаружения и слежения за подлодками, ACTUV планируют использовать в «ряде различных миссий», в том числе, для противодействия морским минам.

Зачем делать все с нуля, когда, начинив электроникой проверенную временем конструкцию, можно получить новое изделие. По этому пути пошла Израильская компания Israel Aerospace Industries, создавая надводный патрульный робот Katana, который может использоваться для охраны добывающих морских платформ, входов в порты и военно-морские базы, патрулирования территориальных вод и радиоэлектронной борьбы. Оборудование Katana может быть установлено на любой из существующих типов малотоннажных кораблей, благодаря чему они получают возможности автономного патрульного робота. Новый робот может функционировать в двух режимах: полностью автономном и дистанционно управляемом. В зависимости от настроек Katana способен обнаруживать, идентифицировать и классифицировать надводные цели, а также обеспечивать их сопровождение и перехват. Система комплектуется электронно-оптическими сенсорами, оборудованием связи, радиолокационной станцией и вооружением. Морской беспилотник создан по модульной схеме, благодаря которой его полезная нагрузка может быть изменена в короткое время.

Ещё Никола Тесла при демонстрации своего радиоуправляемого кораблика в 1899 году указывал на потенциально гораздо более широкое применение дистанционного управления, названного изобретателем «телеавтоматикой», нежели в удовлетворении потребности человеческой особи доминировать над себе подобными, то бишь в военном деле. И прав был великий и таинственный изобретатель прошлого века, что наглядно демонстрируют беспилотники XXI века, в особенности БПЛА гражданского назначения.

Гражданские БПЛА начали лавинообразно набирать популярность в начале 2010-х годов. Своей массовой популярностью дроны обязаны развитию беспроводных сетей.

Другими определяющими факторами стали мощные компьютеры, способные контролировать сложные устройства и появление новых, более совершенных языков программирования. Вхождение беспилотников в нашу жизнь было столь стремительным, что эксперты не поспевали за ними со своими прогнозами. Так, в 2010 году Федеральное управление гражданской авиации США (ФАА) ошибочно предполагало, что к 2020 году в мирных целях будут использоваться порядка 15000 дронов. В аналогичном прогнозе ФАА в 2016 году эта оценка была повышена до 550000. В прогнозе компании «Business Insider», выпущенном в 2014 году, рынок гражданских БПЛА в 2020 году оценивался в 1 миллиард долларов США, но уже два года спустя эта оценка была повышена до 12 миллиардов долларов. По данным NY Times, в 2016 году в США было продано 2,8 миллиона гражданских БПЛА на общую сумму 953 миллиона долларов. Мировой объём продаж составил 9,4 миллиона аппаратов суммарной стоимостью порядка 3 миллиардов долларов. Аудиторская компания PricewaterhouseCoopers (PwC) оценивает рынок БПЛА в 2020 году в 127 миллиардов долларов. По оценке PwC, большая часть (61 %) БПЛА будет использоваться в обслуживании инфраструктурных проектов и в сельском хозяйстве.

Среди примеров использования дронов в мирных целях можно вспомнить, что квадрокоптер помог археологам обнаружить древнее поселение в Мексике после того, как его оборудовали тепловизором, с помощью которого было определено местонахождение холодных участков под песком, где скрывались древние захоронения. Вообще, дрон с тепловизором – идеальное средство для выявления процессов сопровождающихся возникновением градиента температур, к примеру, прорыв теплотрасс, нарушение теплоизоляции зданий, возникновение очагов лесных пожаров.

Стартап Flytrex, базирующийся в Израиле, решил открыть сервис доставки дронами в столице Исландии

Рейкьявике. Услугу может заказать любой магазин, благодаря чему его товары будут развозить самые настоящие дроны-курьеры. В городе имеется довольно большая бухта, объезжать которую на грузовых автомобилях долго и накладно, зато дроны смогут довольно быстро перелететь её, а затем оставить груз на специальной площадке, откуда его заберут курьеры на автомобиле. Интернет-магазин Апа уже пользуется услугами израильской компании и к концу года надеется наладить доставку товаров прямо к порогу заказчиков, ведь использование дронов-курьеров позволит существенно сэкономить на доставке. Выгода может составить до 60 процентов. Сейчас беспилотные летательные аппараты совершают до десяти рейсов каждый день, но со временем планируется удвоить количество полётов, ведь район, обслуживаемый дронами, насчитывает более восьми тысяч клиентов магазина. В общем, использование дронов для доставки грузов – перспективное направление, которое осваивают и крупные торговые онлайн-площадки. Тестировать доставку с помощью квадрокоптеров начал Amazon, активно изучающий возможности модернизации своей курьерской службы.

В Китае компанией PowerVision создан подводный дрон «PowerRay» в помощь рыбакам при поиске рыбных мест. Беспилотник способен погружаться на глубину до 30 м, он оснащён сонаром и камерой, которая может делать фотографии и снимать видео. Благодаря ей, а также встроенному модулю Wi-Fi, владелец сможет не только обнаружить удачное для рыбалки место, но и узнать об особенностях подводного ландшафта. Автономный модуль измерит температуру воды, всё отснимет, а затем просто передаст полученную информацию на смартфон владельца – приложение разработано для iOS и Android. Помимо всего прочего подводный дрон оснащён световой приманкой, которая приятным и мягким светом привлекает к себе рыб. Ещё одна полезная функция – отсек с приманкой. Оператор может дистанционно раскладывать прикормку в нужных местах. А ещё к PowerRay можно будет купить специ-

альную гарнитуру виртуальной реальности. Она пригодится для того, чтобы пользователь мог оценить обстановку под водой своими глазами. Дополнительный бонус владельцу таких очков — управление дроном с помощью поворотов головы.

В США группа инженеров из Радгерского университета предложила конструкцию дрона, названного Naviator, который не только парит в воздухе, но и плавает под водой. С его помощью можно вести подводную съёмку при передаче оперативной видеосводки при инспектировании подводной основы моста, при исследовании подводных загрязнений, выполнении поисково-спасательных работ, в подводной разведке и во многих других случаях. Возможность погружения под воду заложена в конструкции изначально, но ряд проблем при подводной миссии инженерам ещё предстоит решить. В частности, под водой Naviator пока не может обходиться без проводов, поскольку технически не доработан до конца обмен радиосигналами между дроном и оператором. К тому же необходимо решить вопросы улучшения манёвренности под водой, увеличения полезной нагрузки и глубины погружения.

А вот инженеры из Университета Северной Каролины при разработке дрона-амфибии под названием EagleRay взяли за основу самолётную схему. EagleRay представляет собой дрон с жёстким крылом. Благодаря особой конструкции, он способен летать, нырять в воду, плавать по поверхности воды и проводить подводную разведку. EagleRay, помимо всего прочего, имеет на крыльях солнечные панели, которые позволяют ему подзаряжаться, пока он плавает по поверхности воды или летает в воздухе. Размах крыльев беспилотника составляет 150 сантиметров, его длина равняется 140 сантиметрам. Пропеллер в носовой части летательного аппарата позволяет дрону без проблем перемещаться как в воде, так и в воздухе. «EagleRay способен увеличить срок жизни батареи, используя солнечную энергию. Он может изучать подводную фауну как с воздуха, так и в естественной среде обитания.

Во время полёта EagleRay может свободно передвигаться, как и любые другие подобные аппараты. В воде же дрон использует сенсоры и сонары для ориентации при перемещении. Если вы ищете что-то с помощью сонара, EagleRay может прилететь на место, опуститься под воду, получить данные и улететь на новую миссию», – рассказал о возможностях беспилотника один из разработчиков Уильям Стюарт.

Прямо в противоположном направлении пошла инженерная мысль исследователей из Нью-Йоркского университета – они перенесли механизм перемещения в подводном мире в воздушную среду: создали летающего робота, движения которого отчасти копируют движения медузы под водой. Созданный американскими инженерами прототип выполнен в виде пластиковой сферы, по краям которой установлены овальные гибкие «крылья», подвижные с нижней стороны. Аппарат способен зависать над определённой точкой, снижаться или набирать высоту, а также лететь в заранее заданном направлении. Масса робота составляет всего два грамма. Строго говоря, аппарат сложно назвать роботом, поскольку какой-либо сложной электронной начинкой он не обладает: в корпусе установлен электромотор, получающий энергию по проводу. Из-за отсутствия какой-либо внутренней электронной начинки устройство не способно менять направление полёта. «Крылья» аппарата выполняют до 20 движений в секунду. Особенностью конструкции аппарата является то, что она не требует установки дополнительных стабилизирующих приспособлений или микросхем, отвечающих за стабилизацию дрона в воздухе.

Большие надежды инженеры возлагают на БПЛА в качестве носителя средств коммуникации. Так в рамках проекта Internet.org лаборатория Connectivity Lab компании Facebook занимается разработкой технологий, позволяющих обеспечить доступ к интернету там, куда невозможно проложить коммуникационный канал.

Результатом трудов инженеров лаборатория Connectivity Lab стал беспилотник «Aquila». Дрон от Facebook коренным образом отличается от традиционных беспилотников. Один размах этого огромного летающего крыла немного недотягивает до размаха крыльев авиалайнера Boeing 737, в то время как весь летательный аппарат весит меньше среднего легкового автомобиля. Беспилотник «Aquila» разработан для условий полностью автономного полёта на протяжении минимум трёх месяцев, в течение которых он будет кружить над областью покрытия на высоте от 20 до 30 километров, выше всех авиатрасс, питаясь исключительно солнечной энергией. Для создания сети интернет-покрытия нужна целая группа идентичных летательных аппаратов. Один из аппаратов группы держит связь с землёй при помощи высокоскоростного радиоканала, а связь с другими аппаратами поддерживается при помощи лазерной коммуникационной системы. Такая же лазерная система связывает каждый беспилотник с одной или несколькими наземными станциями, которые установлены в труднодоступных местах и которые обеспечивают широкополосный доступ в Интернет при помощи нескольких технологий, в частности, через Wi-Fi.

Лазерная коммуникационная технология является второй важной частью будущей системы Internet.org. Эта технология также разрабатывается специалистами лаборатории Connectivity Lab, которые сотрудничают с множеством других организаций, работающих в направлении лазерной передачи данных на высоких скоростях и с высоким уровнем надёжности. В настоящее время лазерные технологии компании Facebook способны обеспечивать скорость передачи информации на уровне десятков гигабайт в секунду. И с учётом того, что для реализации этого требуется держать в прицеле лазера беспилотника цель, размером с монету, с расстояния в десятки километров, это является крайне сложной задачей.

Что касается наземных беспилотников гражданского назначения, то среди них пока не наблюдается такого

функционального разнообразия, как среди БПЛА. Их основное применение – перевозка пассажиров и доставка грузов. Но им и этого хватает, чтобы эксперты прогнозировали объём рынка беспилотного автомобильного транспорта во всем мире в ближайшие 20 лет в 560 млрд. долларов. При этом автомобили-беспилотники не только сэкономят потребителям миллиарды долларов на страховых и топливных издержках, но и стимулируют развитие других отраслей — программного обеспечения, телекоммуникаций, инфраструктурных проектов. Кроме того, беспилотный транспорт позволит потребителям тратить меньше и на техническое обслуживание беспилотных машин. Специалисты консалтинговой компания AT Kearney считают, что при массовом развитии беспилотных автомобилей только в США потребители смогут сэкономить по всем этим статьям до 1,3 трлн. долларов, из них сокращение числа ДТП приведёт к экономии 488 млрд. долларов, а экономия на топливе составит почти 170 млрд. долларов. Беспилотники будут тратить меньше топлива в том числе и потому, что такие автомобили смогут связываться друг с другом и выбирать наиболее оптимальную и безопасную скорость для движения по трассе. Также прогнозируется, что на техобслуживании беспилотников, в которых будет меньше изнашиваемых механических частей, а также за счёт более высокой производительности «умных» машин, потребители смогут сэкономить до 500 млрд. долларов. Оптимальный скоростной режим, выбираемый беспилотником, позволит существенно сократить дорожные заторы, что также позволит сократить расходы на топливо и износ в объёме 140 млрд. долларов.

Основные тенденции на рынке беспилотных автомобильных технологий по мнению главного аналитика компании «Altimeter Брайана Солиса следующие:

- Полуавтономные транспортные средства становятся последним шагом на пути к полной автономности.

- Автомобиль становится местом для отдыха, а обустройство салона – отдельным направлением для вложения средств.

- «Очеловечивание» поведения беспилотных автомобилей для удобства остальных участников движения.

- Высокая конкуренция в использовании технологических новинок и стартапов. Предпочтение отдаётся инновациям в программной и аппаратной сферах, обеспечивающим основную долю монетизации проекта.

- Крупные производители скупают стартапы, чтобы владеть не только новыми идеями, но и талантами, порождающими их, поэтому в автомобильном бизнесе ожидается рост IT-вакансий. Все это позволяет выходить на передний план принципу «подключи и работай», когда новые технологии могут быть легко модифицированы в реальные модели автомобилей.

По прогнозу американского аналитического центра RethinkX к 2030 году 95 % маршрутов будет обслуживаться автономными автомобилями, принадлежащими корпорациям. Это можно считать одной из крупнейших технологических революций транспорта в истории. При этом стоимость поездки для конечного потребителя сократится в десять раз, что вынудит владельцев личных автомобилей отказаться от единоличного владения. Вместо этого они будут иметь к ним доступ по мере необходимости. В целях экономии двигатели внутреннего сгорания постепенно заменятся электрическими. Затраты на техническое обслуживание, энергетику, финансирование и страхование уменьшатся, и в результате компании предложат варианты, которые будут до десяти раз дешевле в эксплуатации, чем существующие автомобили. При этом эффективная эксплуатация транспортных средств (каждый автомобиль будет использоваться по меньшей мере в десять раз больше, чем автомобили, принадлежащие индивидуальным владельцам) приведёт к тому, что их число сократится.

Аналитики сходятся во мнении, что к 2030 году 40% всех транспортных средств будет по-прежнему иметь индивидуальных владельцев, но доля их использования сократится до 5%. Поведенческие проблемы, такие как любовь к вождению, страх перед новыми технологиями или привычка, создадут первоначальные барьеры для перехода на автомобили без водителя, однако компании уже готовы инвестировать миллиарды долларов в развитие технологий и услуг для решения этих проблем. Беспилотные автомобили ждёт большое будущее, только для того, чтобы беспилотные автомобили массово вошли в жизнь рядового обывателя, кроме чисто психологических проблем, необходимо решить и технические вопросы:

- создание дорожно-транспортной инфраструктуры под беспилотные автомобили;
- обеспечение безопасности движения дорожных дронов;
- снижение цены автомобилей-беспилотников.

Пока что большинство моделей беспилотных автомобилей (а над ними работают почти все мировые производители) мало чем отличается по внешнему виду от обычных машин. Характерный пример – беспилотник на электрической тяге от Илона Маска на базе электромобиля Tesla Model S.

Облик классического легкового транспортного средства скорее дань стереотипам, нежели актуальная конфигурация кузова, поскольку создание автомобиля с полностью автономной системой вождения сейчас сопряжено не с технологическими трудностями, а с казуистическими. В настоящее время ни в одной стране мира не существуют законодательной базы, позволяющей беспилотным транспортным средствам передвигаться по дорогам общего пользования.

В соответствии с первоначальной идеей Маска внешне беспилотник должен был представлять собой футуристического дизайнера капсулу с оригинальной компоновкой

внутреннего пространства. Однако пока что беспилотник Tesla выглядит как обычный легковой автомобиль.



Рис.8. Беспилотный автомобиль на базе Tesla Model S

Оснащение салона беспилотника Tesla мало отличается от донорской модели, так как законодатели пока запрещают эксплуатацию электромобиля без традиционных органов управления. Поэтому у беспилотного автомобиля осталось и мультифункциональное рулевое колесо, и цифровая приборная панель диагональю 10 дюймов. Сохранен и педальный узел. Все пространство центральной консоли занимает 17-ти дюймовый монитор – фактически планшет с операционной системой Ubuntu. Программное обеспечение можно обновлять через wi-fi. Для водителя поездка на беспилотнике Tesla будет выглядеть как и на обычном автомобиле, вот только к рулю и педалям притрагиваться не понадобится. На центральном мониторе надо будет лишь указать пункт назначения.

Беспилотник Tesla оснащён асинхронным трёхфазным электромотором собственной разработки компании Илона Маска. Мощность мотора 415 л. с., максимальная скорость электромобиля 210 км/ч, разгон до ста километров за 4,5 с. Двигатель запитывается от литий-ионной батареи ёмкостью 85 кВт/ч. Этого достаточно для преодоления 425 километров пути со скоростью 120 км/ч. Ресурс батареи 7 лет или 160 тысяч километров. Одного часа зарядки от

бытовой электросети достаточно для преодоления 30 км пути. На полный цикл требуется около 15 часов. На специализированных станциях Tesla Supercharger время зарядки занимает всего 30 мин. Альтернативный способ пополнения энергии – замена батареи. Манипуляция продолжается всего полторы минуты. Стоимость процедуры приравнивается к заправке полного бака бензином.

Беспилотные электромобили Илона Маска (а его компания создаёт и грузовые электрические беспилотники) – это дерзкий вызов империи традиционных транспортных средств с двигателями внутреннего сгорания. Но тут предприимчивый инженер-изобретатель не одинок. Интересную модель с заделом на беспилотный вариант представили немецкие инженеры из Центра робототехники DFKI (Бремен). Они придумали элегантное инновационное решение – маленький электрический автомобиль, способный разворачиваться на месте, ужиматься в размерах и перемещаться боком, словно краб, втискиваясь в такие места, куда не сможет вписаться ни один традиционный автомобиль.



Рис. 9. Электромобиль EOssc2

В основу конструкции электромобилья EOssc2 легли элементы строения тела краба, который может расставлять

свои конечности в стороны или подбирать их ближе к себе, существенно уменьшая занимаемую площадь. Подвеска EOssc2 также обладает несколькими степенями свободы – автомобиль может расширить свою базу при движении по дороге и сузить её перед парковкой, а независимый поворотный привод каждого колеса придаёт машине необычайную манёвренность. Кузов EOssc2 имеет размеры 1,5 на 2,5 метра, пассажирский салон, в котором есть два сиденья, может наклоняться вперёд для уменьшения габаритных размеров автомобиля перед парковкой. Двери открываются, смещаясь вверх, что позволяет водителю и пассажиру беспрепятственно садиться и покидать салон. Большая часть из 750 килограмм веса автомобиля приходится на его 54-вольтовую литий-полимерную аккумуляторную батарею. В движение электромобиль EOssc2 приводится четырьмя, по одному на каждое колесо, 4-киловаттными электродвигателями, мощности которых достаточно для того, чтобы разогнать автомобиль до скорости в 65 километров в час.

В настоящее время электромобиль EOssc2 управляется как любое другое транспортное средство, но в его конструкцию уже заложены все элементы, благодаря которым он сможет в будущем обрести полную автономию и перемещаться самостоятельно без любого участия человека в этом процессе, объединяясь с другими такими автомобилями в целые автопоезда по мере необходимости. А пока автоматических способностей автомобиля хватает лишь на выполнение функции автоматической парковки, для чего используются данные, собираемые со скоростью 10 раз в секунду лазерным сканером LIDAR, камерами и датчиками других типов.

В заключение нашего небольшого обзора беспилотников немного про не совсем стандартную стезю их гражданского применения: в комплексе под названием «умный магазин» в формате дистанционно управляемых покупательских тележек с видеокамерой и манипулятором на борту.

Сейчас под «умным магазином» подразумевают торговые площади, оборудованные системой идентификации товаров, позволяющие при выходе из магазина автоматически списывать со счета покупателя стоимость приобретенного им товара. То есть, магазин не только без продавцов, но и без кассиров, благодаря системе электронной идентификации товара.

Но такой магазин, пожалуй, нельзя назвать совсем «умным». Это, скорее, «полу-умный магазин». В том плане, что идее не хватает логического завершения – полностью роботизированных процессов выбора покупателем товара, упаковки индивидуального заказа, расчетов с владельцем товара и передачи товара покупателю. Благо, что современный уровень развития техники и обмена информацией уже сейчас позволяет открывать полностью автоматизированные магазины.

Полностью автоматизированный магазин – это торговля без прямого использования самой ненадежной функциональной единицы – человека. Зал с витринами для товаров, по которому перемещаются автоматические тележки, управляемые удаленными покупателями. Тележки с памятью, в которой заложено, где на какой витрине какой товар находится. Кроме того, тележки снабжены видеокамерами для обзора товара и манипуляторами для захвата товара, его перемещения перед видеокамерой, чтобы лучше рассмотреть и, если товар понравится, перенести в тележку для дальнейшего перемещения по залу. После завершения автоматизированного шопинга, происходит оплата товара, упаковка товара и передача в зал получения товара. Все в автоматическом режиме.

Полностью автоматизированный магазин – это автоматическое решение проблемы воровства товаров. Не нужна многочисленная охрана и прочий оперативный персонал, включая кассиров и уборщиц. Если через те же тележки автоматизировать и выкладку товаров на витрины, то и персонал лишится возможности воровать. Все будут операторами, которым доступ в зал ни к чему.

Ну, и по мелочам кое-какая экономия набегает при полной автоматизации:

- торговые площади в разы сокращаются, если автоматические тележки подвесными сделать и пустить по верхнему ярусу над сплошным витринным полем;

- тотальное электроосвещение ни к чему становится, достаточно хорошо поставленного локального света с тележек;

- температуру в торговом зале можно будет держать не комфортную для покупателей, а необходимую и достаточную для сохранности товаров.

Вот про такие магазины можно уже без всяких оговорок заявлять, как об «умных магазинах», где рабочим персоналом станет «магазинный беспилотник».

Беспилотники, особенно беспилотные летательные аппараты – пожалуй, самое яркое и впечатляющее техническое достижение современных инновационных систем, без развития которых не состоялся бы бурный рост самодвижущихся автоматов. В беспилотниках воплощены многие передовые идеи и инженерные находки и из электроники, и из авиа-, корабле- и автомобилестроения, и из материаловедения, и из прочих направлений науки, разделов техники, отраслей промышленности. Есть, конечно, и другие достижения инновационных систем, которые вошли и на наших глазах входят в повседневную жизнь цивилизованного человека, но они не столь заметны, хотя и значимы. А тут продуктами инновационных систем, каковыми являются беспилотники, и ребёнок позабавиться может, и взрослые по взрослому к вопросу подойти – применение самое разнообразное: от развлечений до войны.

Дальнейшее расширение функционала беспилотников лежит в направлении повышения их автономности – необходимы полностью автономные устройства, передвигающиеся в соответствии с заданной программой и обладающие большим вариативом действий при контакте с человеком, который выступает потребителем услуг, предоставляемых беспилотниками. А это уже площадка разработчиков

искусственного интеллекта. Помимо работ в области искусственного интеллекта, беспилотные аппараты стимулируют появление новых достижений на рынке специального оборудования, активируют развитие мобильного интернет-рынка и других видов беспроводной передачи данных, способствуют созданию инфраструктурных проектов.

В общем, подытоживая все сказанное, можно сказать, что наступает эра беспилотных аппаратов, и мы присутствуем при её прогрессирующем становлении на волне достижений инновационных систем цивилизованных стран.

FOR AUTHOR USE ONLY

2.5 Новые материалы

Если несколько глубже копнуть и шире посмотреть на достижения современных инновационных систем, то окажется, что в основе всех вышеописанных достижений, да и не только их, а и многих прочих, не затронутых в этой книге, лежат новые материалы, под которыми понимаются и традиционные материалы, но с улучшенными эксплуатационными характеристиками, и принципиально новые материалы с необычными свойствами. Есть, вообще-то, и третий путь приложения материалов к инновациям, «инженерная смекалка» называется, когда человек использует обычный материал там, где до него никто и не мыслил его применять, либо изменив размерные параметры изделия из этого материала, либо поменяв условия его эксплуатации, либо задействовав вместе два обычных материала таким образом, что их полезные свойства преумножаются, а недостатки нивелируются. Но инженерная смекалка – это особый разговор, здесь же мы просто расскажем про новые материалы: какие, где и кем получены, где применяются, чего ждать от их применения.

Систематические исследования в области новых материалов ведутся учёными многих стран. Так, исследователи из Массачусетского технологического института представили пористый материал, по прочности в десять раз превосходящий сталь. Учёные проанализировали поведение материалов на уровне отдельных атомов структуры. Изучив и протестировав различные трёхмерные модели, учёные выяснили, какая структура позволит создать материал наибольшей прочности. Как показало исследование, на основе графена можно создавать различные трёхмерные материалы, при этом больше внимания уделяется работе с необычной структурой, чем с самим веществом. «Сам материал можно заменить любым другим. Решающую роль играет его структура», – заметил один из авторов исследования, специалист из Массачусетского технологического института Маркус Буэлер. Группе учёных удалось

спрессовать тонкие слои графена, используя высокие температуры и давление. В результате получился лёгкий материал, имеющий очень большую площадь поверхности при небольшой массе. Однако, как отмечают исследователи, его структура настолько сложна, что её воспроизведение традиционными способами практически невозможно. Для тестирования использовались модели, отпечатанные на 3D-принтере. В производстве предполагается применять пластиковую или металлическую основу, с помощью которой можно задать структуру материала.

Другой группе учёных из Массачусетского технологического института удалось получить сверхпрочные нановолокна с уникальными свойствами. Глава лаборатории Грегори Рутледж указывает: «В области сверхпрочных нитей крайне редко происходят по-настоящему прорывные открытия. Например, «золотым стандартом» для бронезилетов до сих пор является кевлар, полученный ещё в 1960-х годах. Материал с тех пор неоднократно улучшали, но эволюционным путём. Так происходит потому, что учёным в своих опытах приходится балансировать между жёсткостью, лёгкостью и прочностью на разрыв. Волокна из пластика, на основе стекла или стали — выберите любые два свойства, третье придётся зачеркнуть. Кроме того, изобретение кевлара привлекло в сегмент деньги военных ведомств, и потенциал механических методов воздействия уже во многом исчерпан».

При механическом воздействии на полимеры приходится искать баланс между нагревом и скоростью истечения расплава, из которого получают нити. Чем выше нагрев и скорость, тем тоньше волокна, но растёт и риск разрыва связей между молекулами. Рутледж говорит, что его команда потратила годы на поиски новых способов обработки волокон и, в итоге, изобрела новый процесс – гель-электроспиннинг. Отдельные нити при этом формируются не с помощью механического воздействия в два этапа, а при помощи электричества в одной камере. Учёный утверждает, что это позволило получить полиэтиленовые

нанонити потрясающей прочности – и толщиной всего в сотни нанометров против «обычных» 15 микрометров.

«Нынешние высокопрочные полиэтиленовые волокна, как Spectra или Dyneema, уже в ряду самых жёстких и прочных в пересчёте на вес. Эти новые волокна на один-два порядка меньше в диаметре и за счёт этого при том же весе могут абсорбировать даже больше энергии, не разрываясь», – сообщил Грегори Рутледж.

Глава лаборатории Массачусетского технологического института ожидает, что по мере отработки технологии волокна найдут применение во многих сферах: «Некоторые области приложения мы сейчас даже не представляем, потому что только сейчас получили материал такой степени жёсткости». С другой стороны, исследователь признает, что в своей лаборатории получил очень скромное количество революционного материала. И на пути к коммерческому применению надо преодолеть целый ряд препятствий: «Мы над этим работаем, и гель-электро-спиннинг – важный шаг в этом направлении».

Группа исследователей из Токийского университета, возглавляемая профессором Такузо Айда, создала опытные образцы того, что можно назвать первым в мире «самовосстанавливающимся стеклом». Это «стекло», будучи сломанным, снова соединённым и помещённым под давление на несколько часов при комнатной температуре, полностью восстанавливает свою структуру, обретая изначальную механическую прочность.

Основой самовосстанавливающегося стекла является полиэфир тиомочевины – твёрдый прозрачный полимерный материал, имеющий гладкую поверхность. Этот материал используется в промышленности как сырьё для изготовления других полимерных материалов. Его ещё называют термином «молекулярный крахмал», и он обладает свойствами удерживать на своей поверхности органические молекулы биологического происхождения, что и было использовано в данном случае.

Во время работы японские исследователи синтезировали и испытали несколько полимерных материалов, структура которых во многом подобна полиэфиру тиомочевины. Эти материалы прошли через ряд тестов, в которых оценивалась их механическая прочность и эффективность работы функции «самовосстановления». И в ходе этих экспериментов учёные установили, что для создания самовосстанавливающегося стекла необходимо соблюдение четырёх главных условий.

Во-первых, материал должен иметь высокую локальную подвижность относительно коротких полимерных цепочек. Во-вторых, для обретения высокой механической прочности при условии коротких полимерных цепочек, эти цепочки должны соединяться высокоплотными «мостами» водородных связей. В-третьих, наличие большого количества водородных связей не должно приводить к кристаллизации материала. В-четвёртых, структура материала должна способствовать установлению водородных связей.

Все эти условия в максимальной мере выполняются при использовании полиэфир тиомочевины в качестве основного материала. И в будущем может быть разработан целый ряд новых самовосстанавливающихся материалов для разных областей применения, в основе работы которых лежит полиэфир тиомочевины.

Химики и инженеры из Колорадского университета и Калифорнийского университета в Риверсайде разработали прозрачный самозаживляющийся эластичный проводящий материал, который можно использовать для производства аккумуляторов, электронных приборов и роботов. Данный материал может сильно растягиваться, превышая первоначальные размеры в 50 раз. Механические повреждения на нем восстанавливаются за сутки при комнатной температуре, причём это работает без внешних стимулов даже при разделении материала на несколько частей, и свойства восстанавливаются полностью. По мнению авторов технологии, разработанный материал сделает роботов способными «заживлять» механические повреждения,

продлит срок работы литий-ионных аккумуляторов, повысит чувствительность биосенсоров, применяемых в медицине и мониторинге окружающей среды. Также его можно использовать при создании «искусственной мышцы» – материала или устройства, способного сокращаться, удлиняться или скручиваться под воздействием тока, давления, температуры.

Изучая строение раковин моллюска, учёные Университета Макгилла в Монреале разработали новый процесс, который резко увеличивает прочность стекла. Во время падения предметы, выполненные с помощью этой технологии, будут деформироваться, а не разрушаться. Если вы посмотрите на внутреннюю поверхность оболочки моллюска, такого как морское ушко, мидия или устрица, вы увидите блестящий переливающийся материал. Это перламутр – то, что придаёт раковинам моллюсков большую крепость, несмотря на то, что внешняя поверхность оболочки раковин почти целиком изготовлена из весьма хрупкого карбоната кальция. Команда во главе с профессором Франсуа Бартелом изучала внутреннее строение перламутра, который состоит из отдельных микроскопических таблеток, сцепляющихся между собой, подобно блокам LEGO. Исследователи заметили, что границы между таблетками не прямые, а волнистые, как края частей пазла. Учёные воспроизвели эти границы в предметных стёклах микроскопа, используя лазеры для гравировки волнистых 3D-сетей микротрещин внутри них. Когда срезы подвергались удару, микротрещины поглощали и рассеивали энергию, сберегая стекло от разрушения. В общей сложности, обработанные стекла были, как сообщается, в 200 раз жёстче, чем стекла, которые не были обработаны. Франсуа Бартел считает, что будет относительно просто масштабировать процесс до больших листов стекла, он также планирует применить его к другим хрупким материалам, таким как керамика и полимеры.

Учёные из университета Иллинойса разработали способ заживления зазоров в проводах, которые слишком малы

для обычной пайки. Процесс нанопайки прост и автономен. Множество углеродных нанотрубок помещаются в камеру, под завязку накачанную металлсодержащими газовыми молекулами. Когда ток проходит через транзистор, соединения нагреваются вследствие сопротивления, и электроны переходят с одной нанотрубки на другую. Молекулы реагируют на тепло, локально осаждавая металл и эффективно спаивая соединения. Затем сопротивление падает, снижается температура, и реакция под названием «химическое паровое осаждение» прекращается. Нанопайка занимает считанные секунды и улучшает эффективность устройств на порядок величин – практически до уровня устройств, сделанных из цельных нанотрубок. Метод легко воспроизводится и масштабируется. «Достаточно просто внедрить химическое паровое осаждение в существующие процессы, – сказал профессор Иллинойского университета Джозеф Лайдинг. – Технология химического парового осаждения стандартна и коммерчески доступна. Процедура нанопайки достаточно дешёвая».

Исследовательская группа из лаборатории Беркли обнаружила новый способ искусственного создания внутренних механических напряжений внутри и на поверхности специального сплава железа и висмута, что придаёт этому материалу так называемое свойство запоминания формы. Создаваемые внутренние напряжения проявляются на участках сплава наноразмерного уровня, что позволяет материалу восстанавливать свою первоначальную форму с невероятно высокой точностью.

«Наш железно-висмутовый сплав показал поистине чемпионское значение силы эффекта памяти формы, сохраняя этот эффект на устойчивом уровне вплоть до наноразмерного уровня частиц сплава, – рассказал Джинксин Занг, бывший учёный из отдела материаловедения лаборатории Беркли, – Более того, наша функция памяти формы нового сплава может быть активирована с помощью электрического тока, а не высокой температуры, как это имеет место быть с другими металлическими сплавами.

Такая способность позволяет нашему сплаву восстанавливать свою форму намного быстрее, чем другие сплавы».

Эффект памяти формы является «металлическим» аналогом свойства эластичности, когда материал «помнит» свою изначальную форму и возвращается к ней, будучи деформирован с помощью приложенных внешних воздействий. В прошлом для восстановления изначальной формы объектов, изготовленных из специальных металлических сплавов, всегда применяли нагрев объекта до относительно высокой температуры. Это является своего рода проблемой, особенно с учётом того, что сплавы на основе титана и никеля с памятью формы широко используются в медицине при создании имплантатов и механических суставов протезов. Новые электрически активируемые сплавы с памятью формы могут найти широкое применение не только в медицинской области, их можно использовать при создании различных сервоприводов, «умных» материалов и микроэлектромеханических систем (Micro Electro-Mechanical Systems, MEMS).

Материал, восстанавливающий свою форму после снятия нагрузки, может пригодиться при возведении сейсмостойких зданий, утверждают японские учёные. Команда специалистов из Высшей инженерной школы Университета Тохоку под руководством Тосихиро Омори разработала поликристаллический сплав железа, марганца, алюминия и никеля, который возвращается в прежнюю форму при температурах от -196 до 240 °C. В этих пределах дополнительное давление, связанное с температурой, растёт на $0,53$ МПа с каждым градусом. Как отмечает Омори, одним из преимуществ сплава является его низкая стоимость, что в сочетании с высокой термостойкостью обеспечивает широкий спектр применения полученного материала. Его можно использовать при производстве крепежа и элементов управления в автомобилях, самолётах и даже космических аппаратах.

Хотя большинство материалов расширяется при нагревании, есть новый класс резиноподобных материалов, ко-

торые не только сами растягиваются при охлаждении, но и автоматически возвращаются обратно к своей первоначальной форме при нагревании, и все без приложения силы. Один из таких материалов был создан учёными из Рочестерского университета. Этот материал, частично сшитый полукристаллический поликапролактон – полимер с памятью формы, поскольку может переключаться между двумя различными формами. Тем не менее, в отличие от других полимеров с памятью формы, материал не надо программировать в каждом цикле – он неоднократно переходит от одной формы к другой, без каких-либо внешних сил, просто при охлаждении и нагревании. Для получения такого эффекта исследователи создали внутри материала постоянное давление. Они начали с молекулярных цепочек, которые были слабо связаны поперечными связями. Материал растягивался с подвешенным грузом, чтобы придать ему нужную форму. В этот момент они дополнительно сшивали полимер и охлаждали его, в результате чего кристаллизация происходила вдоль одного направления. Группа учёных показала, что внутренние силы кристаллизации достаточно сильны, чтобы растянуть материал в одном направлении. После охлаждения ниже 50 °С сегменты полимерной цепи формируют высокоупорядоченные микрослои, называемые ламели. В результате этого длина материала увеличивается более чем на 15 %. После нескольких циклов охлаждения и нагрева, материал имеет запрограммированную форму и возвращается в исходное состояние без заметных отклонений. Учёные планируют применять материал в ряде областей, в которых необходимы обратимые изменения формы, в том числе в биотехнологии, для искусственных мышц и в робототехнике.

Исследователи из Государственного университета Северной Каролины разработали диэлектрическую плёнку, оптические и электрические свойства которой аналогичны свойствам воздуха, но при этом она может использоваться в электронных и фотонных устройствах, что сделает их

более эффективными и механически стабильными. Фотонные устройства требуют контраста между свойствами составных материалов, при этом некоторые компоненты имеют высокий показатель преломления, а другие низкий. Чем выше эта разница, тем эффективнее фотонное устройство. Воздух имеет показатель преломления 1, но он не является механически прочным. А самый низкий показатель преломления для твёрдых, встречающихся в природе материалов равен 1,39. Теперь же исследователи разработали плёнку из оксида алюминия, которая имеет показатель преломления 1,025, но механически прочна. «Изменив структуру оксида алюминия, который является диэлектриком, мы улучшили оптические и механические свойств, - говорят авторы статьи. – Ключом к производительности плёнки является высокоупорядоченное расстояние между порами, что придаёт ей механически надёжную структуру, не ухудшая показатель преломления». Сперва исследователи создают высокоупорядоченные поры в полимерной подложке с помощью нанолитографии. Потом этот пористый полимер служит в качестве шаблона, который исследователи покрывают тонким слоем оксида алюминия с использованием молекулярного наслаивания. Затем полимер выжигается, оставляя за собой покрытие из оксида алюминия. Исследователи в состоянии контролировать толщину оксида алюминия, создавая покрытие толщиной от 2 до 20 нм. Используя оксид цинка в том же процессе, можно создать более толстое покрытие. Независимо от толщины покрытия, сама оксидная плёнка получается толщиной около 1 мкм.

Инженеры из Массачусетского технологического института разработали новую полимерную плёнку, которая генерирует электроэнергию за счёт вездесущего источника – водяного пара. Новый материал способен менять форму после поглощения небольшого количества испарённой воды, неоднократно сгибаясь и разгибаясь. Использование данного непрерывного движения способно управлять движением автоматизированных минисистем или генериро-

вать электричество в объёме, достаточном для питания микро- и нанoeлектронных устройств, таких, как экологические датчики. «В датчике, который питается батарейками, периодически приходится заменять разрядившиеся элементы питания новыми. Если же есть устройство, собирающее энергию из окружающей среды, то проблема со сменой элементов питания практически нейтрализуется», – сказал Минг Минг Ма, учёный МИТ. «Мы ожидаем, что благодаря достижению ещё более высокой эффективности в преобразовании механической энергии в электричество, данный материал найдёт ещё более широкое применение», – отметил профессор Роберт Ланджер, научный руководитель этой разработки. Возможно, он будет также использоваться в массивных генераторах, приводимых в действие водяным паром, или в самых маленьких генераторах для питания портативной электроники.

Другая группа инженеров МИТ предложила технологию, использующую плёнку из углеродных нанотрубок для нагрева композитных материалов. Композиционные материалы, используемые для крыльев и фюзеляжа самолётов, как правило, изготавливаются в больших промышленных печах. Несколько полимерных слоёв разрушаются при высоких температурах, и затвердевают с образованием твёрдого упругого материала. Но этот подход требует значительного количества энергии. Исследователи из Массачусетса разработали новую технику на основе плёнок из углеродных нанотрубок, которая позволяет нагревать и делать композит твёрдым без применения массивных печей. При подключении к источнику электроэнергии, плёнка, обёрнутая вокруг многослойного полимерного композита, стимулирует нужные процессы. Технологи испытали материал на углеродном волокне, используемом в авиационных компонентах, и обнаружили, что плёнка создаёт композит, такое же прочный, как при изготовлении в обычных печах, но использует только один процент энергии. Изобретатель метода Бриан Вардл сказал, что новый подход, не требующий печей, предполагает более прямой, энерго-

сберегающий способ изготовления практически любого промышленного композита. По его словам, сама углеродная нанотрубчатая плёнка невероятно лёгкая, после того, как полимерные слои спеклись, эта часть диаметром с человеческий волос, добавит незначительный вес.

Нанотехнологи из Швейцарской высшей технической школы Цюриха нашли новый способ армирования композитных материалов, основанный на использовании слабых магнитных полей. Популярность композитов обусловлена тем, что они могут опережать металл по удельной прочности и иметь более высокую ударную вязкость, чем керамика. Чтобы получить требуемое сочетание свойств при изготовлении таких материалов с полимерной матрицей обычно используют одномерные армирующие элементы вроде стальных, кевларовых или углеродных волокон диаметром в несколько десятков микрометров. Они увеличивают жёсткость вдоль одной из осей, но делают материал уязвимым в других направлениях. Пытаясь избавиться от подобных нежелательных эффектов, конструкторы создают двумерные массивы из волокон или применяют двумерные армирующие пластины. В природных «композитах» наподобие зубной эмали, дентина или материала, из которого состоят раковины беспозвоночных, структурные единицы, напротив, ориентируются очень точно, а потому никаких проблем с надёжностью не возникает.

Швейцарцы решили задачу такого размещения и выравнивания элементов в матрице композита, используя внешнее магнитное поле. Поскольку традиционные микроразмерные армирующие компоненты плохо реагируют на такое управляющее воздействие, их пришлось предварительно покрывать суперпарамагнитными наночастицами. Выполнив несложные расчёты, исследователи выяснили, что магнитного поля с индукцией всего в 0,8 мТл будет достаточно для ориентирования немагнитных пластин и стержней длиной в 5 и 10 мкм, с нанесёнными на них наночастицами оксида железа. Ориентация микроразмерных элементов в этом случае зависела от того какая часть их

поверхности скрыта суперпарамагнитными наночастицами. Армирующие элементы выстраиваются при включении магнитного поля. Учёные измерили механические характеристики готовых композитов, подтвердив их высокую прочность и долговечность.

Особое место в разработке нанокompозитных материалов занимает графен. Нанокompозит, содержащий графен и олово, представленный группой учёных из Национальной лаборатории им. Лоуренса в Беркли департамента энергетики правительства США, способен заметно увеличить ёмкость литий-ионных аккумуляторов и уменьшить их вес. Было установлено, что добавление графена к эпоксидным композитам приводит к увеличению жёсткости и прочности материала по сравнению с композитами, содержащими углеродные нанотрубки. Графен лучше соединяется с эпоксидным полимером, более эффективно проникая в структуру композита. Нанокompозиты на основе графена можно использовать при производстве компонентов авиатехники, которые должны оставаться одновременно лёгкими и устойчивыми к физическому воздействию.

Учёными в Ок-Риджской национальной лаборатории при Министерстве энергетики США открыт оригинальный метод получения графена в промышленных масштабах. Используя химическое паровое осаждение, команда во главе с Иваном Власюком произвела полимерные композиты, состоящие из листов гексагонально упорядоченных атомов углерода толщиной в атом и площадью 2 квадратных дюйма. «Превосходные механические свойства графена до нашей работы были продемонстрированы в микромасштабе, – заявил Власюк. – Мы увеличили масштаб, что привело к расширению потенциальных применений и рынка для графена». Хотя в большинстве случаев при создании полимерных нанокompозитов используются крошечные хлопья графена или других углеродных материалов, которые трудно рассеять в полимере, команда Власюка использовала крупные листы графена. Это позволяет избавиться от проблем дисперсии хлопьев

и агломерации, а также приводит к лучшей электропроводимости материала с меньшим актуальным количеством графена в полимере. «Мы использовали химическое паровое осаждение, чтобы получить нанокompозитный ламинат, который проводит электричество благодаря графену, объем которого в композите в 50 раз меньше, чем в современных аналогах», – сообщил Иван Власюк. Так получается материал, обладающий явным конкурентным преимуществом.

Синтез более длинных, более тонких и незагрязнённых углеродных нанотрубок (УНТ) и их эффективная изоляция остаются желанными целями для производителей УНТ. Новые возможности для этого открывает метод, разработанный в Международном Институте Углеродно-нейтральных энергетических исследований Университета Кюсю (Япония), который, используя внешние стимулы, позволяет синтезировать чистые неповреждённые нанотрубки и даже предоставляет возможность их сортировки по длине и хиральности (направлению закручивания). Другие подходы к изоляции или сортировке нанотрубок требуют применения более агрессивных средств, что ведёт к трудоустраиваемому загрязнению, увеличивает риск повреждения нанотрубок и ухудшения их функциональности. Как заявил автор метода, Наотоши Накашима, для получения УНТ длиной свыше двух микрон, они используют супрамолекулярные полимеры с водородными связями. Собственно синтез инициируется встряхиванием смеси и изменением полярности растворителя. Сортировка происходит благодаря наличию в полимерах полициклических флуореновых групп, распознающих и связывающихся с одностенными нанотрубками меньшего диаметра. Именно такие УНТ имеют наибольшую ценность, так как могут использоваться в оптоэлектронных устройствах, тонкоплёночных транзисторах и сенсорах.

В новом исследовании физики из Калифорнийского университета в Беркли разработали тонкий плащ, способный скрыть в видимом диапазоне объекты любой формы. Один

из ведущих мировых специалистов в области метаматериалов Сян Чжан и его коллеги на протяжении многих лет занимались разработкой технологий, позволяющих искривлять световые волны и управлять их отражением. Предыдущие изобретения группы, выполненные в виде накидки, уже позволяли скрыть контуры предметов, но при этом сам плащ-невидимку можно было легко обнаружить, что значительно снижало маскирующую способность устройства. Кроме того эти прототипы были громоздкими и вряд ли могли использоваться за пределами лаборатории. В новой работе команда Чжана использовала плёнку толщиной 80 нанометров, состоящую из крошечных золотых наноплащом площадью в 1300 квадратных микрометров микроскопические трёхмерные объекты произвольной формы. Антенны можно было включать и выключать, изменяя их поляризацию. И если в выключенном состоянии на снимке камеры просматривались силуэты накрытых предметов, то после их включения свет отражался от покрытия как от абсолютно гладкого зеркала, скрывая и спрятанные фигуры и покрывающий их материал. «Это первый раз, когда трёхмерный объект произвольной формы удалось полностью скрыть от видимого света, – сообщил Чжан. – Наше ультратонкое покрытие теперь и выглядит как плащ. Его легко изготовить, использовать и потенциально можно масштабировать, чтобы прятать макроскопические объекты». Конечно, если говорить об области применения плаща-невидимки, в первую очередь на ум приходит маскировка военных объектов и шпионские технологии. Но на самом деле возможность управлять взаимодействием между светом и материалом открывает широкие перспективы для более мирных целей. Например, для разработки новых оптических микроскопов, сверхбыстрых оптических компьютеров, систем шифрования и 3D-дисплеев.

Французский Национальный научно-исследовательский центр, занимающийся поиском функциональных макромолекул природного происхождения в качестве альтернатив

полимерам химического производства, представил новую комбинацию полимеров на основе полисахаридов и традиционных полимеров, сделав возможным создание ультратонкой плёнки, которая способна к самоорганизации с невиданным разрешением. Получение новой комбинации полимеров на основе полисахаридов и традиционных полимеров позволяет говорить об ультратонкой полимерной плёнке, способной к самоорганизации с разрешением 5 нм (при её использовании в качестве литографического трафарета минимально возможный размер элемента интегральной схемы достигает именно этого значения). Это открывает новые горизонты для увеличения ёмкости жёстких дисков и скорости микропроцессоров. Новый класс тонких плёнок на основе гибридных сополимеров мог бы найти разнообразное применение в гибкой электронике – в таких областях, как нанолитография, биосенсоры и фотогальванические ячейки.

Ультратонкие плёнки, образующиеся на кремнии по механизму самосборки, имеют очень низкую плотность дефектов и механически прочны. Именно поэтому их принято использовать в качестве трафарета в литографии. Французские учёные взялись создать гибридный материал, объединяющий в себе как синтетические полимеры (кремнийсодержащий полистирол), так и макромолекулы на основе природных сахаров. Одним из примеров гибридного сополимера, сформированного сильно несовместимыми элементарными строительными блоками, можно назвать пузырёк масла, прикрепленный к небольшому пузырьку воды. Исследователи показали, что такой тип структуры способен к самоорганизации в цилиндры из полисахарида внутри полимерной кристаллической структуры, образованной традиционным полимером, причём размер каждой структуры равен 5 нм.

Достижение 5-нанометрового структурного разрешения позволяет вообразить многочисленные потенциальные примеры использования такого гибридного материала в гибкой электронике: это, конечно же, миниатюризация ли-

тографических элементов (а отсюда и шестикратное увеличение объёма информации, которую можно поместить на флешку), а также увеличение эффективности солнечных батарей, создание биосенсеров и т. д.

Новый способ растянуть фрагмент монокристаллического кремния, который является очень жёстким и хрупким материалом, в 10 раз по сравнению с его первоначальной длиной без использования полимерных подложек предложила группа учёных из Саудовской Аравии. Неорганический монокристаллический кремний является основным строительным компонентом более 90 % всех современных технологий. Однако этому материалу свойственна хрупкость и жёсткость, поэтому он не может быть растянут без предварительного размещения на полимерной подложке. И даже при использовании подложек он может растянуться лишь в 3,5 раза от первоначальной длины. Все это означает, что кремний не может использоваться без доработки в гибкой электронике – области, которая становится все более важной с появлением так называемого «интернета вещей», носимой электроники, электронной бумаги, гибких дисплеев и искусственной «умной кожи». До сих пор учёным никак не удавалось создать кремниевые структуры, пригодные для указанных выше применений, поэтому начались поиски альтернативных полупроводниковых материалов, которые могли бы обеспечить производство электронных компонент, не уступающих по своим параметрам кремниевым. К сожалению, пока этот процесс не увенчался успехом. Найденные полупроводниковые материалы обладают собственными недостатками. В поисках структуры, которая могла бы использоваться во всех перечисленных сферах, группа исследователей из Научно-технического университета Короля Абдаллы (KAUST, Саудовская Аравия) успешно изготовила сеть из гексагональных фрагментов монокристаллического кремния, соединённых между собой спиральными пружинами, которая может растягиваться в 10 раз относительно своей первоначальной длины (увеличивая при этом в 30 раз свою

площадь). В рамках работы сходная методика была успешно применена и к другим неорганическим полупроводникам. Создание гексагональной сети команда начала с симуляции, построенной на методе конечных элементов (Finite Element Method, FEM), которая позволила понять, как различные сетевые соединения фрагментов кремния ведут себя под нагрузкой (при растяжении и иной реконфигурации). После того, как они остановились на гексагональной структуре, для создания первого образца были задействованы литографические методики, совместимые с обычными техниками производства CMOS. Надо отметить, что предложенный учёными метод изготовления сети подразумевает использование всего одного шага, т.е. он может быть легко масштабирован на коммерческие проекты. Список потенциальных приложений разработки огромен. Это и сети электронных и оптоэлектронных датчиков, и «умная» кожа для роботов, и носимая гибкая электроника, и биоинтегрированные медицинские устройства, к примеру, биомедицинские датчики.

Учёным из Техасского университета в Остине (США) удалось разработать метод, который позволяет получать высокопроизводительные гибкие интегральные схемы, используя лишь стандартное оборудование и материалы, которые применяются для изготовления традиционных чипов. Прежде, чтобы получить гибкие схемы, исследователи часто прибегали к совершенно новым для полупроводниковой промышленности материалам, таким, как полупроводящие полимеры или неорганические нанопровода. Другие научные группы пытались счастье, используя новые приёмы в работе с привычным поликристаллическим кремнием, или же осаждали разные формы кремния на гибкие пластиковые подложки. Учёные попробовали найти удобный и экономически целесообразный способ, позволяющий нарезать обычные кремниевые подложки («вафли») на ещё более тонкие листы, которые в силу своей «удобности» обретают гибкость, предложив начать с нанесения желаемого «рисунка» интегральной схемы на поверхность

стандартной 200-миллиметровой кремниевой пластины, используя «старые» производственные линии. Толщина таких пластин – около 600-700 мкм, гибким же кремний становится при толщине порядка нескольких десятков микрон. Именно такой слой с уже нанесённым на него «рисунком» и нужно отделять от остальной подложки.

Сделать это удалось весьма оригинальным способом. Подложку с подготовленным «рисунком» гальванически покрыли тонким 50-100-микрометровым слоем никеля. Затем полученную металлизированную подложку нагрели до 100 °С. При нагревании кремний и никель расширяются с разными скоростями, что приводит к стрессу, которому подвергается кремний. В результате на краях подложки, в 20-30 мкм от широкой плоскости, возникает разлом (помогает нанесённый на широкую поверхность рисунок схемы, снижающий сопротивление материала в верхних слоях). Используя очень тонкую проволочку, разлом углубляется сквозь весь объем подложки. Процесс можно сравнить с нарезанием струной тонких кусочков сыра. После удаления никеля (возможно, в кислом растворе) остаётся тонкий и гибкий кремниевый лист с заранее нанесённым «рисунком» интегральной схемы. Эта технология сразу же была одобрена производителями полупроводниковых микросхем. Так, нанотехкомпания SVTC (США) опробовала методику для создания многослойных трёхмерных чипов.

Инженеры из Массачусетского технологического института научились собирать микроскопические полимерные провода в трёхмерные структуры. Это позволит в будущем создавать микрочипы с многослойным расположением контактов. Миниатюризация микрочипов с проводящими проводами из кремния ограничивается возможностями фотолитографии, которая применяется для их изготовления. Чтобы сделать элементы микросхем как можно меньше, изготовители используют свет все меньшей длины волны, вплоть до жёсткого ультрафиолета. Учёные решили исследовать возможности альтернативной технологии – изготовления микроскопических проводов из структур, кото-

рые образуются сополимерами. Авторы сшивали две отталкивающиеся друг от друга молекулы полимеров в одну, получая вещество, способное самопроизвольно собираться в цилиндрические структуры. Подобным образом ведут себя поверхностно-активные вещества, которые сами способны образовывать мицеллы.

Структуры, которые образуют сополимеры, не вполне регулярны и имеют множество дефектов. Чтобы добиться большей регулярности, учёные решили использовать направляющую подложку. Подложка была изготовлена из кремния методом литографии с помощью пучка электронов. Она представляла собой поверхность с регулярно расположенными вертикальными цилиндрами. Перед нанесением полимеров подложку обрабатывали отталкивающим веществом. В результате использования подложки полимеры сформировали два слоя параллельно расположенных проводящих цилиндров. Расположение цилиндров в слоях было независимо друг от друга и контролировалось только структурой подложки, а именно размером и формой цилиндров на её поверхности. Авторам удалось также заставить проводящие цилиндры изгибаться под острыми углами и образовывать соединения, и они считают, что в будущем она сможет помочь изготовителям микрочипов преодолеть дифракционный предел миниатюризации.

Исследователи из Японии и Швейцарии продемонстрировали возможность связывания между собой отдельных молекул с помощью проводящих ток молекулярных нанопроводов. Это открытие является важным шагом к созданию мономолекулярной электроники, что позволит во много раз уменьшить размеры привычных нам электронных устройств. Как рассказал руководитель группы учёных Юйдзи Окава, ключом к мономолекулярной электронике является объединение функциональных молекул в единую цепь с помощью токопроводящих нанопроводов. Сложностей в этой задаче две: как расположить нанопровода в

нужных местах и как соединить их с функциональными молекулами химической связью.

Ранее учёные предпринимали попытки связывать молекулы с помощью металлических проводов, однако это оказалось слишком сложным вследствие невозможности создания проводов заданного диаметра. Другим подходом было использование токопроводящих полимеров, но таким способом удавалось объединить лишь небольшое количество молекул. Исследователи из группы Окавы взяли в качестве исходного субстрата мономолекулярную плёнку из диацетилена, нанесённого на графитовую подложку. Затем на него было нанесено небольшое количество фталоцианина, из которого на поверхности субстрата образовались нанокластеры. На заключительном этапе исследователи переместили щуп сканирующего туннельного микроскопа к одной молекуле фталоцианина и, подав на щуп пульсирующее напряжение, инициировали цепную полимеризацию диацетилена, в результате чего образовался полимерный нанопровод, который можно дотянуть до другой молекулы фталоцианина.

Учёные Массачусетского технологического института научились создавать лишённые дефектов плёночные нанокристаллы и собирать из них сложные структуры. Достичь небывалой точности изготовления плёнок полупроводников инженерам удалось, немного изменив процесс их производства. Между кремниевой основой и плёнками нанокристаллов учёные помещали тонкий слой полимера, который помогал двум поверхностям плотно прилегать друг к другу. Сами нанокристаллы при этом «вырезали» при помощи электронного луча. Созданная авторами технология позволяет собирать из нанокристаллов сложные структуры, причём ошибка при позиционировании их элементов не превышает 30 нанометров. В качестве иллюстрации возможностей метода авторы создали логотип института «MIT», выложенный плёнками. В отличие от традиционных методов изготовления созданные авторами кристаллы не имели дефектов. Поэтому их проводимость

была в 180 раз больше, чем у кристаллов, имеющих изъяны и трещины. Управляя размерами нанокристаллов и квантовых точек, можно изменять спектр поглощаемого и испускаемого ими света. Чем точнее процесс изготовления, тем лучше можно контролировать электронные свойства плёнок и частиц. В будущем нанокристаллы могут стать основой создания новых солнечных панелей, светочувствительных матриц и цветных дисплеев.

Аспиранты Университета Центральной Флориды, Соруш Шабаханг и Джошуа Кауфман нашли способ дешёвого массового производства наночастиц, что может в корне изменить технологию изготовления лекарственных препаратов. Суть нового способа заключается в использовании тепла для разделения тонких волокон на одинаковые наночастицы. Тепло попросту разделяет расплавленные волокна на сферические капли – как вода, капающая из крана. Открытие было сделано случайно. Учёные многие годы ищут способ создания сверхчистого стекловолокна для оптических кабелей. Они расплавляли и растягивали стекловолокно в ходе обычных рутинных экспериментов, но заметили, что вместо тонкого идеального стекловолоконного кабеля получились микроскопические сферы. Этот новый нехимический метод позволяет создавать большое количество одинаковых частиц любого размера. Таким образом, впервые нанотехнологии можно запустить в массовое производство. Учёные собираются с помощью новой технологии создать наночастицы, способные доставлять лекарственные препараты. В частности, одним из самых перспективных направлений является создание частиц, способных доставлять препараты, убивающие определённые раковые клетки.

Химики из Ливерморской Национальной лаборатории Лоуренса создали новый способ получения аэрографена – необычайно лёгкого материала с уникальными свойствами. Когда мы говорим о чем-то лёгком и невесомом, то часто употребляем прилагательное «воздушный». Однако воздух все равно обладает массой, хоть и небольшой –

один кубометр воздуха весит немногим более килограмма. Можно ли создать твёрдый материал, который занимал бы собой, к примеру, кубический метр, но при этом весил бы меньше килограмма? Такую проблему решил ещё в начале прошлого века американский химик и инженер Стивен Кистлер, который известен как изобретатель аэрогеля.

Собственно, гель – химический термин, которым называют систему, состоящую из трёхмерной сетки макромолекул, своего рода каркаса, в пустотах которого находится жидкость. За счёт этого молекулярного каркаса тот же гель для душа не растекается по ладони, а принимает осязаемую форму. Но назвать такой обычный гель воздушным никак нельзя – жидкость, которая составляет большую его часть, почти в тысячу раз тяжелее воздуха. Вот тут у экспериментаторов и возникла идея, как сделать ультралёгкий материал.

Если взять жидкий гель, и каким-то способом убрать из него воду, заменив её на воздух, то в результате от геля останется только каркас, который будет обеспечивать твёрдость, но при этом практически не иметь веса. Такой материал и получил название аэрогеля. С момента его изобретения в 1930 году среди химиков началось своего рода соревнование по созданию самого лёгкого аэрогеля. Долгое время для его получения использовали в основном материал на основе диоксида кремния. Плотность таких кремниевых аэрогелей составляла от десятых до сотых долей грамма на кубический сантиметр. Когда в качестве материала стали использовать углеродные нанотрубки, то плотность аэрогелей удалось уменьшить ещё практически на два порядка. Например, аэрографит имел плотность $0,18 \text{ мг/см}^3$. На начало 2015 года пальма первенства самого лёгкого твёрдого материала принадлежала аэрографену, его плотность всего $0,16 \text{ мг/см}^3$. Для наглядности, метровый куб, сделанный из аэрографена, весил бы 160 г, что в восемь раз легче воздуха.

Однако химиками движет отнюдь не только спортивный интерес, и графен в качестве материала для аэрогелей

стали использовать совсем не случайно. Сам по себе графен обладает массой уникальных свойств, которые во многом обусловлены его плоской структурой. С другой стороны, аэрогели тоже имеют особенные характеристики, одна из которых – огромная площадь удельной поверхности, которая составляет сотни и тысячи квадратных метров на грамм вещества. Такая огромная площадь возникает из-за высокой пористости материала. Совместить специфические свойства графена с уникальной структурой аэрогелей у химиков уже получилось, но исследователям из Ливерморской национальной лаборатории (США) для создания аэрографена зачем-то понадобился ещё и 3D-принтер.

Для того чтобы напечатать аэрогель, сперва потребовалось создать специальные чернила на основе оксида графена. Помимо того, что из них должен получиться аэрографен, надо, чтобы такие чернила были пригодны для 3D-печати. Решив эту задачу, химики получили в свои руки метод, по которому можно изготавливать аэрографен с нужной микроархитектурой. Это очень важно, поскольку кроме свойств, присущих графену, такой материал будет иметь ещё и интересные физические свойства. Например, тот образец, который получили авторы исследования, оказался на удивление упругим – кубик из аэрографена можно было без вреда для материала сжимать в десять раз, при этом он не терял своих свойств при повторных сжатиях-растяжениях.

Способность к многократному сжатию отличает напечатанный аэрографен от полученного «обычным» путём. Одним из практических применений нового аэрографена могут стать гибкие электрические аккумуляторы, где большая внутренняя поверхность материала будет использована в качестве электрода, в то время как напечатанная структура придаст ему нужную гибкость.

Химики Ливерморской национальной лаборатории создали гибкий и эластичный аэрогель. Для создания эластичного материала с уникальными теплоизолирующими

свойствами учёные испробовали два способа производства. В первом варианте основу традиционного кварцевого аэрогеля (геля, в котором жидкая фаза заменена воздухом) покрывали полимером, который лишал материал избыточной хрупкости и придавал ему прочность. Во втором варианте изготовления аэрогель создавали из гибкого полимера (полиимида), молекулы которого дополнительно сшивали между собой в плотную сеть. Получившиеся материалы были в 500 раз более прочными, чем известные аэрогели из кварца. При этом они сохраняли уникальные теплоизолирующие свойства, присущие таким материалам. Например, лист аэрогеля толщиной в 5 миллиметров оказался способен сохранять тепло так же, как слой стекловаты толщиной в шесть сантиметров. При этом он был во много раз легче последнего. Единственным недостатком гибких аэрогелей оказалась их чувствительность к высоким (более 300 градусов Цельсия) температурам. Исследователи считают, что новые материалы из-за их эластичности можно будет применять для создания тонкой и эффективной теплоизоляции одежды, туристического снаряжения, бытовых приборов и строений. Применение традиционных кварцевых аэрогелей вне космической индустрии во многом сдерживалось, помимо стоимости производства, именно их высокой хрупкостью.

Группа учёных, финансируемая Управлением по атомной энергетике Министерства энергетики США, разработала новый материал, способный удалять радиоактивные материалы из отработанного ядерного топлива. В будущем металлорганические структуры (MOF) смогут эффективно удалять летучие радиоактивные газы из отработанного ядерного топлива и таким образом сделать ядерную энергетику более безопасной и экологически чистой. Кроме того, появится возможность очищать от радиоактивных материалов аварийные ядерные реакторы. Отработанное ядерное топливо может перерабатываться с целью восстановления расщепляющих материалов и создания свежего топлива для атомных электростанций. Такие страны,

как Франция, Россия и Индия, активно занимаются подобной переработкой, которая, к тому же, уменьшает объем высокоактивных отходов.

Одной из основных проблем переработки является удаление и изоляция радиоактивных компонентов, которые не могут повторно использоваться в качестве топлива. Учёные сосредоточили внимание на удалении йода, изотопы которого имеют огромный период полураспада – 16 миллионов лет. Исследователи изучили различные известные материалы, в том числе серебряный цеолит – кристаллический, пористый минерал с большой площадью поверхности и высокой механической, термической и химической стабильностью. Особая структура цеолита при добавлении серебра позволяет захватить и удалить радиоактивный йод из отработанного ядерного топлива. Однако, серебро стоит дорого и само по себе загрязняет окружающую среду, поэтому учёные попытались создать материал, работающий как цеолит, но без серебра. В итоге была создана металлорганическая структура ZIF-8. Металлорганическая структура является кристаллическим пористым материалом, в котором металлический центр связан с органическими молекулами в процессе химического синтеза. Белый порошок ZIF-8 изготавливается из относительно дешёвых коммерчески доступных веществ, позволяет эффективно удалять радиоактивный йод и помещать его в стеклянные контейнеры для длительного хранения.

В Институте Карнеги (США) получена новая форма очень твёрдых углеродных кластеров. Новый материал, совмещающий в себе элементы аморфной и кристаллической структур, неожиданно оказался твёрже алмаза. Углерод – четвёртый по распространённости элемент во Вселенной, он существует во множестве форм: похожий на пчелиные соты графен, «карандашный» графит, твёрдый алмаз, цилиндрические нанотрубки и, наконец, полые фуллерены. Некоторые из форм углерода кристаллические, другие формы аморфные, что свидетельствует об отсутствии дальнего порядка. Безусловно, можно вообра-

зять существование и своего рода гибридных продуктов, совмещающих элементы как кристаллической, так и аморфной структуры. Правда, в реальной жизни ничего такого для углерода до сих пор получено не было, хотя наука никогда не отрицала принципиальной возможности создания «гибридов».

Сотрудники Института Карнеги неожиданно для себя умудрились закрыть этот пробел, а начинали они с приготовления фуллеренов C₆₀, в пространство между которыми внесли органический растворитель ксилол. Затем полученную систему спрессовали, чтобы всего лишь посмотреть на последствия стресса такого сорта. При относительно низком давлении фуллерены сохраняли стойкость конструкции, однако при дальнейшем увеличении силы сдвливания фуллереновые структуры разрушались с образованием более аморфных кластеров. При этом сами кластеры продолжали занимать вполне определённые места, образуя подобие кристаллической решётки. Помимо обнаружения новой формы углерода, учёные определили, что её получение возможно только в очень узком интервале давлений (около 320000 атмосфер), при которых углеродная структура образуется и не возвращается в исходное фуллереновое состояние после снятия давления.

Материал испытали на сдвливание в алмазной наковальне. При этом вмятина совершенно неожиданно осталась на самом алмазе, а это значит, что открыта новая сверхтвёрдая форма углерода. В процессе сдвливания фуллеренов при отсутствии растворителя материал терял свою кристаллическую периодичность. А поскольку существует множество похожих на ксилол растворителей, то теоретически возможно создание целого набора новых чуть различающихся углеродных аморфно-кристаллических решёток простым сдвливанием. Интересно, что, по аналогии с самим алмазом, новая структура, полученная при высоких давлениях, совершенно стабильна в нормальных условиях и может найти широкое практическое применение в самых разных областях.

Физики из университета Яньшаня в городе Циньхуандао (Китай) создали особый наноматериал на основе микрокристаллов кубического нитрида бора, превосходящий по твёрдости и другим качествам алмазы, что позволит применять его для резки тех материалов, с которыми не справляются лучшие алмазные резцы. Кубический нитрид бора (сBN), или эльбор, представляет собой соединение атомов азота и бора, объединённых в особые «кубические» кристаллы. Данный материал уступает по твёрдости только алмазу, а по многим другим параметрам превосходит его. Порошок из кристаллов эльбора широко используется в качестве абразивного покрытия для промышленных станков, а крупные кристаллы – в качестве основы для резцов. Группа физиков под руководством Юнцзюня Тяня смогла превратить кристаллы эльбора в наноматериал, превосходящий по твёрдости алмаз, экспериментируя с наночастицами из нитрида бора. Как объясняют физики, чем меньше частицы эльбора, тем твёрже будет наноматериал, собранный из спрессованных частиц этого вещества. Физикам удалось создать материал на основе его наночастиц размером 14 нанометров, что позволило нитриду бора вплотную приблизиться к алмазам. Дальнейшее увеличение твёрдости затруднено тем, что меньшие наночастицы плохо «склеиваются» друг с другом из-за аномалий, которые появляются на гранях склеиваемых кристаллов. Тянь и его коллеги нашли способ преодолеть эту проблему, используя в качестве исходного сырья не кубический нитрид бора, а его «луковичную» разновидность. Кристаллы этой разновидности BN представляют собой сферические микрочастицы, с «ямками» и «холмами» на их поверхности, которые делают их похожими на луковицы. Успешно синтезировав наноматериал, учёные проверили его на прочность, попытавшись разломать его кристаллы при помощи высокого давления. Оказалось, что новый вид кубического нитрида бора превосходит по прочности алмаз. Так, для его деформации необходимо давление, превышающее 108 ГигаПаскаль, что несколько боль-

ше аналогичного показателя для синтетических алмазов – 100 ГигаПаскаль. Этот материал на основе нитрида бора имеет и несколько других преимуществ по сравнению с алмазами. В частности, он дешевле алмазов и может выдерживать нагрев до температур в 1300 градусов Цельсия в присутствии кислорода без заметного ухудшения свойств. Как полагают исследователи, их детище может использоваться не только в качестве абразивного материала, но и в роли покрытия режущих инструментов. В пользу этого говорит то, что данный наноматериал на 27% лучше сопротивляется изломам, чем карбид вольфрама (победитовый сплав), широко используемый в производстве металлообрабатывающего инструмента.

Группа учёных из Пенсильванского университета стала первой, кому удалось вырастить образцы нового уникального двумерного материала, толщина которого равна трём атомам и который называется дителлурид вольфрама. В отличие от более изученных двумерных материалов, дителлурид вольфрама обладает тем, что называется топологическим электронным состоянием. Это, в свою очередь, означает, что материал может обладать сразу несколькими различными электронными свойствами, а не одним, как другие материалы.

Теория, определяющая то, что двумерные материалы могут обладать топологическими электронными состояниями, была разработана не так давно Чарльзом Кэйном и Кристофером Брауном, профессорами из Пенсильванского университета. И после того, как группе профессора Джеймса Киккоа удалось синтезировать первые образцы дителлурида вольфрама и измерить их свойства, эта теория получила практическое подтверждение. Новый материал был получен при помощи метода химического осаждения из парообразной фазы. Учёные использовали трубчатую печь, в которую был помещён вольфрамовый чип. Когда все это было нагрето до необходимой температуры, внутрь печи был закачан газ, содержащий атомы теллура. Дителлурид вольфрама очень быстро разруша-

ется на открытом воздухе, но учёным удалось найти способ защитить его на время, достаточное для изучения его свойств.

Первым открытием стало то, что новый материал растёт кристаллами прямоугольной формы, а не треугольной, как некоторые другие материалы. «Поскольку дителлурид вольфрама имеет структуру, толщиной в три атома, отдельные его участки могут быть устроены немного по-разному, – пишут исследователи. – Эти три атома могут быть смещены друг относительно друга на разные расстояния, и это определяет разницу между свойствами отдельных участков материала».

Ещё одним из свойств дителлурида вольфрама есть то, что он является топологическим изолятором. Это, в свою очередь, означает, что любой электрический ток, текущий через материал, движется только по граничным слоям материала, а не по всему объёму, как это происходит в обычных металлах. Это удивительное свойство можно использовать для управления распространением электрического тока, направляя его строго по заданному пути.

Учёные научились выращивать достаточно большие плёнки дителлурида вольфрама, что позволит в ближайшем будущем более тщательно изучить все свойства материала. И, способность этого материала иметь сразу несколько свойств станет очень полезной для области квантовых вычислений, которые производятся на уровне отдельных атомов и субатомных частиц.

Исследователи из университета Райс в Хьюстоне, Техас, разработали технологию, как «размельчить» каждый элемент традиционной аккумуляторной батареи и смешать полученный порошок с жидкостью, которую можно наносить слоями на поверхность любой формы подобно краске из баллончика или пульверизатора. «Это означает, что аккумуляторы в стандартной упаковке уступают место более гибкому подходу, который подойдёт ко всем видам конструкции и дизайна, предоставляя широкие возможности для миниатюрных систем хранения и обработки данных»,

– рассказал Пуликель Аджаян, учёный, возглавлявший команду.

Новая аккумуляторная батарея делается методом последовательного нанесения слоёв на поверхность. Каждый такой слой является компонентом традиционного аккумулятора: два электрода (катод и анод) и полимерный диэлектрик, разделяющий электроды. Исследователи подтвердили, что аккумуляторные батареи, нанесённые на поверхность вручную, имеют почти одинаковые характеристики, отличающиеся друг от друга не более чем на 10 процентов. Испытания показали, что аккумуляторы могут выдержать 60 циклов зарядки и разряда практически без потерь электрической ёмкости и других характеристик. Новый аккумулятор состоит из нескольких слоёв, выполняющих разные функции:

- Первый слой является смесью углеродных нанотрубок с мельчайшими частичками сажи, замешанной на органическом растворителе N-methylpyrrolidone. Этот слой выполняет роль токопроводящей подложки, наносимой первой на любую – токопроводящую или диэлектрическую – поверхность.

- Второй слой является катодом аккумуляторной батареи. «Краска» для этого слоя состоит из окиси лития-кобальта, углерода в виде сверхтонкого графитного порошка.

- Третьим слоем является слой полимерного диэлектрика, состоящего из смеси резины Kynar Flex, полимера PMMA и частиц диоксида кремния, замешанной на этаноле.

- Четвертым слоем является анод, отрицательный электрод аккумулятора, который состоит из смеси окиси лития и титана.

- Заключительный слой является ещё одним токопроводящим слоем, сделанным с помощью токопроводящей медной краски, растворенной в этаноле.

Слои аккумуляторной батареи наносятся на керамику, стекло и на металл, поверхность которых может иметь лю-

бую сложную форму. Единственная трудность, с которой сталкиваются при изготовлении таких батарей – это нанесение слоя жидкого электролита, который должен наноситься в сухой окружающей среде, не содержащей кислорода. Но исследователи активно ищут новые компоненты, использование которых позволит наносить слои аккумуляторных батарей прямо под открытым небом, что позволит сделать производственный процесс более универсальным и более жизнеспособным с коммерческой точки зрения.

Для проверки работоспособности аккумуляторных батарей исследователи нанесли их на шесть керамических плиток, используемых для облицовки ванных комнат. Соединённые между собой в единую батарею, которая затем была заряжена до максимума, эти керамические плитки снабжали энергией несколько светодиодов, выдавая в течение шести часов стабильное напряжение 2,4 В.

Учёные из американского Университета Райса объявили о том, что им удалось достичь значительных успехов в деле создания электрического кабеля, токопроводящие части которого состоят из углеродных нанотрубок. Такие электрические кабели, обладая высокой электрической проводимостью, станут основой высокоэффективных сетей передачи электроэнергии будущего. Главным технологическим препятствием, с которым сталкивались попытки разработки нанотрубочного чудо-кабеля, по словам учёного-химика Эндрю Баррона, является трудность изготовления большого количества однородных нанотрубок большой длины. Учёные Университета Райса продемонстрировали новый способ взять маленькие партии относительно коротких нанотрубок и с помощью некоторых ухищрений увеличить во много раз их длину. Затем полученные нанотрубки снова могут быть разделены на более короткие и снова подвергнуты процессу каталитического увеличения длины. Такой процесс может повторяться сколько угодно большое количество раз до получения достаточно толстого проводника, состоящего из однородной массы углеродных нанотрубок. С помощью кабеля, названного Armchair

quantum wire (AQW), сотканного из длинных нанотрубок, можно будет передавать электроэнергию на большие расстояния с незначительными потерями, которые во много раз меньше, чем тот 5% допустимый предел потерь на 200 километров передачи, который является нормативом для обычных линий передачи на основе меди или алюминия. Ключом к успеху создания новой технологии стал правильный баланс между уровнем температуры, давления, временем проведения реакций и составом используемого катализатора. Оптимальное соотношение, на поиск которого у учёных ушло более полугода, позволило наращивать длину углеродных нанотрубок практически до неограниченной длины.

Коллектив китайских исследователей из Университета Цинхуа (Пекин) предложил использовать для хранения энергии бездефектные сверхдлинные натянутые углеродные нанотрубки. Для получения сверхдлинных нанотрубок учёные использовали SiO_2/Si подложку, в которой были проделаны специальные канальца, для получения «свободностоящих» трубок. Сами нанотрубки (длиной до 10 см) получали разложением метана при 1000°C на катализаторе (наночастицы железа). Чтобы визуализировать «свободностоящую» часть нанотрубки на неё были нанесены частицы TiO_2 , распылением аэрозоля TiCl_4 . Благодаря высокой жёсткости (модуль Юнга $E = 1,34 \text{ ТПа}$) и прочности (предельная деформация до 17 %), плотность энергии деформированных нанотрубок может достигать $1125 \text{ В}\cdot\text{ч}/\text{кг}$, что в 3 раза превосходит плотность энергии в супермаховиках, в 5-8 раз плотность энергии в литий-ионных батареях и в 25000 раз превосходит плотность энергии, запасённой в деформированных струнах.

Результаты новых исследований, выполненных датскими учёными Национальной лаборатории устойчивой энергетики, позволят производить более прочные и более лёгкие автомобильные детали и узлы, изготовленные из так называемых нанометаллов. Нанометаллы – это те же самые металлы, отличающиеся от обычных металлов весь-

ма малым размером «зёрен» их кристаллической структуры. Такое строение нанометаллов придаёт этим материалам высокую прочность, но при воздействии высоких температур, которые применяются в производственном процессе, кристаллическая структура нанометалла разрушается и материал теряет изначальную прочность. Датские учёные, работающие в направлении получения устойчивых нанометаллов, объединились с двумя европейскими компаниями-автопроизводителями, чтобы совместными усилиями разработать материал на основе алюминия, из которого будут производиться прочные и лёгкие детали кузовов легковых автомобилей. Проводя свои исследования, Тиэнбо Ю, студент Датского технического университета, обнаружил, что границы между «зёрнами» кристаллической структуры металлов могут переместиться и стать размытыми под воздействием высокой температуры. Такое поведение кристаллической структуры приводит к укрупнению «зёрен», что существенно уменьшает прочность материалов. Чтобы стабилизировать кристаллическую структуру нанометаллов, удержав на месте границы между «зёрнами», учёные ввели в состав алюминия инородные наночастицы, изготовленные из особого материала. Это привело к тому, что структура такого материала становилась практически нечувствительной к высокой температуре, а сам материал не терял своей прочности после завершения процесса горячей штамповки и других видов металлообработки. Изготовленные из алюминиевого нанометалла детали кузова легкового автомобиля показали во время проведения краш-тестов меньшую деформацию, чем те же детали, выполненные из стали, имеющей в два раза большую толщину.

Израильская компания ApNano Materials использовала нанотехнологии для создания сверхпрочного материала. Исследования велись группой учёных Института Вайцмана под руководством профессора Решефа Таны и доктора Менахема Ганота. Речь идёт о металлическом сплаве, в котором молекулы организованы по принципу неорганиче-

ских фуллеренов (фуллерен – молекула, образованная шестьюдесятью атомами углерода (C60) в вершинах высокосимметричного многогранника, в неорганическом фуллерене вместо атомов углерода используются другие химические элементы, например, металлы). В компании планируют делать на основе полученного материала бронежилеты и каски, поскольку сплав с фуллеренами превосходно нейтрализует действие ударной волны. Он прочнее стали в 4-5 раз, а также превосходит по прочности и другим защитным качествам два самых широко используемых при производстве бронежилетов материала – silicon carbide и boron carbide. Недавно были проведены испытания, давшие впечатляющие результаты: при обстреле образца пулями, летевшими со скоростью 1,5 км в секунду, возникало давление в 250 тонн/см², но материал не деформировался и не разрушился.

С помощью нанотехнологий создан новый терморегулирующий строительный материал, способный поглощать излишки тепла и выделять его обратно при необходимости, что значительно сократит затраты на поддержание микроклимата в помещении. Разработка относится к классу материалов с фазовым переходом (PCM) – так называют вещества, которые абсорбируют или, наоборот, отдают тепло при смене своего агрегатного состояния при определенной температуре. Исследователи из представительства британского Ноттингемского университета, которое расположено в городе Нинбо (Китай), утверждают, что их детище может запастись больше тепловой энергии, быстрее реагирует на изменение температуры и дешевле в производстве по сравнению с аналогами.

Учёные Массачусетского технологического института предложили для сохранения тепла новый материал из наноскопических углеродных трубок в комбинации с азобензолом. Результат был впечатляющий: данный материал оказался примерно в десять тысяч раз эффективнее при аналогичном объёме. Кроме способности накапливать тепло, он также хорошо притягивает солнечную радиацию,

являясь не только накопителем тепла, но и преобразователем в него солнечной радиации. Профессор Джеффри Гроссман, один из участников исследований, сказал о новом материале, что он не теряет своих свойств со временем, является удобным для использования и недорогим, что наверняка обеспечит ему хорошие перспективы в солнечной энергетике и других сферах.

Исследователи из Массачусетского университета и Университета Питсбурга предложили новую методику «ремонта» поверхностей в наномасштабе с использованием масляного раствора, в который включены микрокапсулы, наполненные наночастицами. При использовании этой методики частицы из раствора могут скользить вдоль поверхности, задерживаясь в местах, где есть трещины или выбоины, и «ремонтируя» их с помощью наночастиц. По мнению учёных, технология может иметь множество полезных применений, как в научных исследованиях, так и в промышленности, поскольку методика позволяет покрывать веществом не всю поверхность, когда лишь небольшая часть её повреждена. Кроме того, методика может использоваться для обнаружения дефектов на поверхности путём нанесения на подозрительные участки специального раствора-датчика. Идея этой методики родилась под воздействием описаний естественных биологических процессов в организме, использующих такие структуры, как лейкоциты, для поиска, выявления и лечения повреждённых и больных тканей. Кроме того известно, что лекарства в медицине, в том числе и от раковых заболеваний, обычно инкапсулируются, чтобы иметь возможность проникать в первую очередь именно в повреждённые клетки, не затрагивая окружающие здоровые ткани.

Проект группы учёных начался с теоретической модели. Компьютерное моделирование предсказало, что, если наночастицы заключить в микрокапсулы определённого типа, выполняющие функцию зонда, они могут быть «выпущены» в определённые участки поверхности, имеющих повреждения. По мнению авторов идеи, эта особенность

связана с тем, что характеристики повреждения (а именно топография, свойства увлажнения, шероховатость и химические свойства) обычно существенно отличаются от характеристик ровной поверхности. После теоретических исследований был поставлен эксперимент. Для этого учёные использовали поверхностно-активный полимер, стабилизирующий капли масла в воде, внутрь которого были капсулированы наночастицы селенида кадмия. Стены капсулы получились достаточно тонкими (толщина их была сравнима с размерами включённых внутрь наночастиц), поэтому при необходимости наночастицы могли быть высвобождены из капсул. Эксперименты показали, что благодаря гидрофобным взаимодействиям между наночастицами и трещинами, капсулы вращаются и перемещаются вдоль поверхности, выборочно выпуская своё содержимое в зоне повреждений. В эксперименте учёные легко наблюдали как положение капсул, так и положение микрочастиц, поскольку селенид кадмия флуоресцирует при освещении лампой дневного света. По мнению исследователей, новая методика может существенно уменьшить количество материалов, необходимых при ремонте повреждённых поверхностей или образцов, поскольку представляют собой способ отказаться от покрытия веществом всей площади поверхности. Учёные считают, что методика может пригодиться в широком спектре отраслей, от авиастроения до создания биологических имплантатов.

Исследователи из Мичиганского университета создали нанопокрывание, от поверхности которого отталкиваются практически все жидкости. Созданный материал, на 95 % состоящий из воздуха, получил название «суперомнифобное» покрытие. Нанопокрывание состоит из частиц полидиметилсилоксана (PDMS) и устойчивых к воздействию жидкостей нанокубиков, содержащих углерод, фтор, кремний, кислород. Покрытие наносится на поверхность с применением техники, известной как электропрядение, которая предполагает использование электрических зарядов для создания мелких прочных частиц из жидких растворов.

Благодаря этим прочным частицам пористая структура поверхности словно обволакивается, создаётся прочная сетка. Этот процесс подобен тому, что можно наблюдать у листочков лотоса: благодаря тому, что их поверхность покрыта очень тонкими волосками, образуется специальная прослойка, которая на 95-99 % состоит из воздуха, поэтому, когда жидкость контактирует с поверхностью, она не касается основы.

Руководитель исследования, Аниш Тутея, в частности, поясняет: «Обычно, когда два материала сближаются друг с другом, они подают положительный или отрицательный заряды, а когда жидкость контактирует с твёрдой поверхностью, она начинает по ней растекаться. Мы смогли значительно сократить процесс взаимодействия между поверхностью и жидкостью». Капли начинают взаимодействовать только на уровне своих молекул, поскольку недостаточно места для взаимодействия с поверхностью. В результате капли способны сохранить сферическую форму и буквально отскакивают от обработанной поверхности. И только два вещества оказались способны смочить покрытие. Оба относятся к хлорфторуглеродам, используемым как хладагенты.

Исследователи из университета Буффало изготовили сферические кремниевые наночастицы, которые в случае контакта с обычной водой становятся источником водорода, являющегося топливом для водородных топливных элементов, вырабатывающих электрическую энергию. Согласно проведённым исследованиям и экспериментам, скорость производства водорода зависит от размеров кремниевых наночастиц. Частицы, диаметром 10 нанометров, вырабатывали один и тот же объем водорода в тысячу раз быстрее, чем кристаллический кремний, и в 150 раз быстрее, чем частицы диаметром 100 нанометров. Такие «скоростные» свойства мелких наночастиц позволят создать генераторы водорода, которые будут вырабатывать количество газа, точно соответствующее его расходу топливным элементом.

«Уже давно известно, что водород можно быстро получить от реакции воды и кремния, который является одним из самых распространённых химических элементов на земном шаре, – рассказывает Фолэрин Эрогбогбо, один из исследователей. – Водород сейчас рассматривается как основной кандидат на роль топлива будущего, но в настоящее время проблема безопасного хранения водорода стоит очень остро, и ещё не найдено ни одного подходящего решения. Использование кремниевых наночастиц позволит избавиться от необходимости хранения водорода, вырабатывая его по необходимости, что позволит внедрять водородную энергетику в некоторых областях уже прямо сейчас».

«Эта технология, к которой как нельзя лучше подходит слоган «только добавь воды», является идеальным вариантом для создания малогабаритных источников питания портативных электронных устройств», – утверждает Парас Прасад, исследователь из университета Буффало. Эта технология может найти применение в ситуациях, когда мобильность, малые габариты и вес более важны, нежели стоимость. К примеру, в научных экспедициях и при проведении военных операций.

Учёные Технического университета Эйндховена (Нидерланды), и Политехнического университета Гонконга провели очень примечательные исследования, результатом которых стал полимер, обладающий уникальными свойствами. Если пропитать им хлопок, то последний сможет впитывать влагу из воздуха, удерживая воды в три с половиной раза больше собственного веса. Самое интересное начинается, когда впитавший воду хлопок нагревается до 34 градусов по Цельсию. Полимер меняет свою структуру с пористой на плотную, выталкивая впитанную влагу. С применением данной технологии можно сделать бесшумный и экономичный осушитель помещений или абсорбент многократного применения. Наибольшую пользу она принесёт там, где имеется недостаток пресной воды. В пустынях или в засушливых областях можно забирать воду из ноч-

ного тумана, используя её далее по своему усмотрению. Используемые материалы недорогие.

Учёные из университета штата Мериленд создали нанобумагу толщиной всего 10 нм. Этот материал может послужить хорошей основой для дешёвой полупроводниковой электроники. Ещё в 2008 году португальские учёные продемонстрировали миру пилотные экземпляры полевых транзисторов на основе бумаги. В новом методе обычный лист бумаги работает как диэлектрический слой в оксидном полевом транзисторе. Исследовательская группа университета Иллинойса (США) научилась превращать волокна целлюлозы в гальванические элементы.

Сложностью применения бумаги являются неровности её поверхности – для нормальной работы транзисторов разница между бугорками и впадинами не должна превышать нескольких сотен нанометров. Учёным из Мериленда удалось решить эту проблему, обработав целлюлозную массу окисляющими ферментами и очень плотно спрессовав её механически. В результате получились бумажные плёнки толщиной всего 10 нм, которые при этом почти прозрачны. Также такая нанобумага достаточно гибкая, что позволяет напечатать на ней многослойные электронные схемы. В данном случае первым стал базовый слой углеродных нанотрубок. Затем был нанесён слой диэлектрика, а на него – слой полупроводника. Последним стал второй слой нанотрубок. При тестировании транзистор показал прекрасную работу, причём сохранял 10 % активности при небольшом изгибании.

Исследователи из Южной Кореи внедрили электропроводный полимер в тонкое термоэлектрическое устройство, которое может генерировать электроэнергию за счёт различия температур кончиков пальцев и окружающей среды. Исследователи из группы Ёнкьун Кима оптимизировали процесс полимеризации и электрохимические окислительно-восстановительные процессы, позволяющие получить электропроводные полимеры материалы с хорошей электропроводностью и хорошими термоэлектрическими свой-

ствами на основе полиэтилендиокситиофена (PEDOT). Коэффициент мощности некоторых таких материалов составляет $1260 \text{ мкВт м}^{-1} \text{ К}^{-2}$. Результаты южнокорейских исследователей говорят о том, что электропроводные полимеры становятся такими же эффективными термоэлектрическими материалами, как рекордсмены – сплавы теллуридов висмута и сурьмы. Ким с коллегами продемонстрировали ещё одну уникальную особенность органических термоэлектрических материалов, в выгодную сторону отличающую их от неорганики – материалы на основе полиэтилендиокситиофена обладают механической гибкостью, что позволяет в перспективе создать гибкий термоэлектрический генератор, который может быть интегрирован в текстиль и одежду.

Группа учёных из Массачусетского технологического института разрабатывает заготовки для новой технологии – специальные волокна, из которых получают наночастицы с заданными характеристиками. Новым нехимическим способом можно создавать наночастицы, состоящие из нескольких материалов, а также полые наночастицы сферической формы. Кроме того, на наносферах можно закрепить дополнительные материалы, в результате чего можно производить частицы со сложной внутренней структурой. Такие частицы можно использовать в самых различных областях. В медицине, теоретически, из них можно производить вакцины и «адресные» препараты, атакующие определённые патогены.

Профессор Кристофер Хатчинсон из Университета Монаша (Австралия) считает, что вместо того чтобы создавать материал и надеяться, что его структура и свойства не эволюционируют слишком сильно в течение срока эксплуатации, необходимо признать эволюционные изменения неизбежными и не бороться с ними, не избегать их, а с самого начала разрабатывать будущий материал так, чтобы эволюция протекала в направлении улучшения его свойств.

Создавая подобные материалы уже сегодня, профессор Хатчинсон манипулирует атомами в стали и других сплавах, чтобы сделать их не только устойчивыми к стрессу, который вызывает постепенную деградацию обычных материалов, но и эволюционирующими под его действием в сторону повышения эксплуатационных характеристик. Манипуляции с отдельными атомами проводятся с помощью электронного микроскопа, а наблюдение за происходящими в момент прикладывания нагрузок микроструктурными изменениями осуществляются с привлечением аналитических приборов, установленных в синхротронных центрах в Австралии и Франции. На практике применение таких материалов, к примеру, для производства крыла самолёта, приведёт вместо ожидаемой усталости металла от постоянных вибраций к его упрочнению и, следовательно, гораздо более долгому сроку безопасной эксплуатации. Другим интересным и не менее важным аспектом научной деятельности группы Хатчинсона является разработка функциональных сплавов, способных, например, эффективно отталкивать воду без специальной дорогостоящей обработки.

Небольшая трещина внутри металлического колеса привела к самой крупной железнодорожной катастрофе в современной Германии – крушению скоростного экспресса в 1998 году у Эшеде. Причина проста и печальна: при внешнем осмотре невозможно обнаружить внутреннее повреждение в металле. Вот почему учёные озадачились проблемой создания таких материалов, которые могли бы сами «подать знак» при возникновении «усталости».

Результатом кропотливого труда сотрудников Университета Христиана Альбрехта (Германия) и их коллег стало создание новых синтетических материалов, способных рапортовать излучением света о слишком сильном механическом стрессе. Новым и интересным открытием немецких исследователей стала обнаруженная ими зависимость характеристики люминесценции таких нанокристаллов от величины механической нагрузки. Немного поразмыслив над

практической ценностью своего наблюдения, учёные пришли к выводу, что это свойство может пригодиться для своевременного обнаружения повреждений, происходящих в структуре композиционных материалов из-за механических перегрузок. Для начала исследователи добавили тетраподы оксида цинка к силикону (полидиметилсилоксану) и изучили свойства нового продукта. Оказалось, что получившийся композит стал, с одной стороны, прочнее исходного силикона, а с другой – люминесцировал различными цветами при облучении УФ-светом, в зависимости от величины прикладываемой к материалу силы растяжения.

Композиционные полимерные материалы используются в самых разных областях, от внутричелюстных зубных имплантатов до космических кораблей. Они состоят из двух и более компонентов с различными свойствами. При желании можно создать материал, который будет лёгким, механически прочным и всё равно недорогим. По мнению немецких учёных, нанокристаллы оксида цинка улучшат многие специфические композиты, особенно конструкционные, где повышенная прочность и стабильность жизненно важны.

Структура цеолитов гарантирует им каталитическую активность, что и вызывает интерес у химической промышленности. К сожалению, создание синтетических цеолитов, удовлетворяющих требованиям заказчика, совсем не простое дело. На этом фоне голландским учёным удалось открыть быстрый способ получения новых цеолитов. Цеолиты хорошо известны благодаря их повсеместному использованию в качестве водоумягчительных добавок в deterгентах, а также промышленному применению в качестве катализаторов. Учёные из Леувенского католического университета (Нидерланды) и их коллеги из Гентского и Антверпенского университетов (Бельгия), экспериментально показали возможность отрезания цеолитных строительных блоков с последующей их перестройкой с образованием новой структуры.

В рамках европейского исследовательского проекта Eurotapes разработана дешёвая и более эффективная сверхпроводящая лента, которая однажды сможет удвоить производительность ветряных турбин. Eurotapes изготовил 600 метров такой ленты, сообщил координатор проекта Ксавье Обрадорс. «Этот материал, оксид меди, похож на нить, которая проводит в 100 раз больше электричества, чем чистая медь. Из неё можно, к примеру, делать электрические кабели или генерировать гораздо более мощное магнитное поле. Когда ток проходит через проводник, такой как медь или серебро, часть его теряется в виде тепла, и с расстоянием эти потери возрастают. При сверхпроводимости электрическое сопротивление исчезает. Однажды с помощью этого материала можно будет изготовить более мощные и лёгкие ветряные турбины, которые вдвое превзойдут по производительности нынешние», – сказал координатор Eurotapes.

Для достижения нулевой потери энергии кабель, заключённый в трубку, помещается в жидкий азот, но эта сложная и дорогая технология ещё не дошла до стадии серийного производства. Пока энергетические компании проводят пилотные испытания.

Eurotapes – это проект, объединяющий мировых лидеров в сфере полупроводников из девяти европейских стран: Австрии, Бельгии, Великобритании, Франции, Германии, Италии, Румынии, Словакии и Испании. Основное финансирование (20 млн. Евро) выделил Евросоюз. Цель проекта – найти такой материал, который станет сверхпроводником при комнатной температуре, что позволит осуществлять передачу энергии на большие расстояния с нулевыми потерями.

Один из вариантов решения этой задачи предлагает Иван Бозовик и его команда из Национальной лаборатории в Брукхейвене (США). Учёные изучают купраты – вещества, состоящие из меди и кислорода. В соединении со стронцием и некоторыми другими элементами они прояв-

ляли свойства сверхпроводников, но не требуют экстремально низких температур, как обычные сверхпроводники.

Новые наноматериалы и технологии создаются учёными все более в результате мультинациональной кооперации. Так, группа исследователей из Дании, Германии и Китая описала процесс создания нового типа подвижного двумерного электронного газа на границе титаната стронция и оксида алюминия – материалов, используемых при создании диэлектрической керамики. Как утверждают учёные, такой газ может быть использован для создания металлических интерфейсов у любых оксидных электронных компонент и даже в квантовых мезоскопических устройствах.

Несколько лет назад группа учёных из Technical University of Denmark (Дания) сообщила об открытии нового типа гетероструктур на основе титаната стронция, которые имеют проводящую поверхность, несмотря на некристаллический приповерхностный слой. Сейчас та же группа сообщила о том, что на поверхности этого слоя эпитаксиально может быть выращен оксид алюминия (один из лучших изоляторов среди известных материалов), а интерфейс между этими двумя материалами может похвастаться наилучшей проводимостью, когда-либо наблюдавшейся у сложных оксидов. По данным учёных зафиксированная ими проводимость в 100 раз превышает значения, наблюдавшиеся ранее для систем, содержащих, помимо титаната стронция, оксиды на основе алюминия и лантана.

Помимо учёных из Technical University of Denmark (Дания), исследовательская группа включает в себя коллег из University of Copenhagen (Дания), Leibniz Institute for Solid State and Materials Research (Германия) и Beijing National Laboratory for Condensed Matter Physics (Китай). Рост структуры им удалось осуществить с помощью так называемого импульсного лазерного осаждения. Это один из наиболее популярных методов физического осаждения паров для выращивания оксидных материалов. Отображение плёнки прямо в процессе роста осуществлялось с по-

мощью дифракции быстрых электронов. По данным учёных, высокая подвижность электронов в описанной гетероструктуре определяется в первую очередь идеальным соответствием кристаллических решёток двух соседствующих материалов. Кроме того, в этой области рассеяние электронов на примесях и дефектах решёток оказалось меньше, чем в упоминавшихся выше гетероструктурах, содержащих лантан.

Ещё один пример международно сотрудничества в области науки – учёные Yuzhong Liu, Yanhang Ma, Yingbo Zhao, Xixi Sun, Felipe Gándara, Hiroyasu Furukawa, Zheng Liu, Hanyu Zhu, Chenhui Zhu, Kazutomo Suenaga, Peter Oleynikov, Ahmad S. Alshammari, Xiang Zhang, Osamu Terasaki, Omar M. Yaghi из Department of Chemistry, University of California, Berkeley, Materials Sciences Division, Lawrence Berkeley National Laboratory, Kavli Energy NanoSciences Institute, USA, Department of Materials and Environmental Chemistry, Stockholm University, Sweden, Department of New Architectures in Materials Chemistry, Materials Science Institute of Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Spain, Nanomaterials Research Institute, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), Japan, King Abdulaziz City of Science and Technology, Saudi Arabia, School of Physical Science and Technology, ShanghaiTech University, China смогли впервые «связать» органические нити в кристалл.

Для синтеза «вязаного» кристалла, напоминающего микроскопическую тканную материю, химики использовали не спицы или иглы, а, как им и положено, незамысловатый ряд химических реакций. В качестве строительных блоков они взяли молекулы комплексной соли $\text{Cu}(\text{PDB})_2(\text{BF}_4)$. В этой молекуле вокруг иона меди располагаются под углом в 57° друг к другу два фенантролиновых крыла, образующих вместе тетраэдрическую форму. Множество элементов связывались друг с другом с помощью бензидина в тетрагидрофурановом растворителе. Проще говоря, сначала химики создали узлы, а только потом, присоединив

узлы друг к другу, получили нити. Созданный материал, названный COF-505, исследовали с помощью спектроскопии, сканирующей электронной микроскопией и 3D-томографией. Отдельные кристаллы приобретали форму сфер с диаметром в 2 микрометра, однако это, как полагали исследователи, было связано со свойствами растворителя, а не самого кристалла.

Так как фенантролиновые крылья располагались под углом, нити образовали трёхмерную решетчатую структуру, в которой узлы встречались с одинаковой периодичностью – именно это и делало COF-505 кристаллом. Каждая из органических нитей, состоявшая из ковалентно связанных компонентов, представляла собой спираль. Такая форма удобна для переплетения многих нитей, удерживающихся вместе ионами меди в так называемых «точках регистрации». Исследователи убрали медь из узлов ткани и изучили физические свойства структуры со свободными нитями, которые могли перемещаться через узлы. Структура вещества стала чуть менее упорядоченной, но его общее строение оставалось прежним. Удаление меди было обратимо. И материал, насыщенный ионами металла, возвращался в прежнее состояние. Получение «вязаных» кристаллов представляет интерес для химиков, поскольку они делают возможным создание молекулярных тканей, которые сочетают необычную упругость, прочность, гибкость, и, главное, химическую изменчивость в одном материале, чем не обладают обычные кристаллы. Кроме того, плетёные кристаллы обладают большой площадью внутренней поверхности и способны реагировать с большим количеством молекул. Такие материалы могут применяться в тонких плёнках и электронных устройствах.

Другая международная группа учёных (Yuhua Xue, Yong Ding, Jianbing Niu, Zhenhai Xia, Ajit Roy, Hao Chen, Jia Qu, Zhong Lin Wang, Liming Dai) разработала материал, который может стать первым шагом для изготовления бесшовных углеродных наноматериалов, обладающих превосходными термическими, электрическими и механическими

свойствами в трёх измерениях. Эти наноматериалы могут быть использованы для увеличения параметров хранения энергии в больших батареях и эффективных суперконденсаторах, для повышения эффективности преобразования энергии в солнечных элементах и разработки новых лёгких теплозащитных покрытий. Углеродные нанотрубки могут обладать высокой электропроводностью вдоль своей длины, а лист углерода атомной толщины, известный как графен, имеет высокую электропроводность в двух измерениях. Но эта высокая электропроводность исчезает, когда эти углеродные наноматериалы масштабируются до третьего измерения. Это потому, что имеющиеся двухступенчатые процессы для укладки углеродных нанотрубок и графеновых листов друг на друга производят трёхмерные материалы, которые обладают плохой электропроводностью между различными слоями. При одностадийном процессе граница раздела представляет собой связи углерод-углерод и выглядит, как лист графена. Это делает материал отличным проводником тепла и электричества во всех плоскостях. Чтобы сделать 3D-материал исследователи травили радиально выровненные наноотверстия по длине и окружности крошечного алюминиевого провода и использовали химическое осаждение для покрытия поверхности углеродом. Это было сделано без металлического катализатора, который может оставаться в структуре. Принцип создания материала с минимальными значениями теплового и электрического сопротивления заключается в том, что радиально-ориентированные нанотрубки образуются в отверстиях, а затем образуют ковалентные связи углерод-углерод с графеном, покрывающим провод. Эта архитектура даёт огромную площадь поверхности. Учёные подсчитали, что площадь поверхности такой архитектуры почти 527 м^2 на грамм материала. Свойства этих 3D-материалов можно легко изменять. Материал может быть сделан очень длинным или более широкого или узкого диаметра, а плотность нанотрубок можно варьировать для получения материалов с различными свойствами в за-

висимости от требований. В качестве демонстрации возможностей применения нового материала ёмкость 3D-суперконденсаторов, изготовленных из него, получилась в четыре раза выше в сравнении с типичными показателями для этого типа устройств. При использовании в качестве электрода в солнечных элементах была достигнута двойная эффективность в сравнении с идентичной ячейкой с платиновым электродом.

Рассказывая про получение новых материалов нельзя не отметить вклад в их создание одного из авторов книги, академика Олега Фиговского, научного руководителя компании Polymate Ltd, которая, по данным координатора работ в области нанотехнологий в Израиле **INNI (Израильская национальная нанотехнологическая инициатива)** является одной из ведущих в области нанотехнологий. В частности, компанией Polymate Ltd получены патенты на:

– Метод получения биоразлагаемых композиций, содержащих наночастицы целлюлозы. Композиции предназначены для формирования водо- и маслостойких защитных покрытий на биоразлагаемых материалах природного происхождения, например, различных видах бумажной упаковки. Эти покрытия предохраняют изделия от деформирования, набухания, механических повреждений при контакте с водо- и маслосодержащими жидкостями и сами являются биоразлагаемыми.

– Наноструктурированную гибридную олигомерную композицию. Композиция включает жидкие компоненты с эпоксидными, циклокарбонатными, акрилатными, аминными и алкоксилановыми функциональностями и отверждается при температурах 10-30 °С, образуя под воздействием влаги воздуха и в присутствии специфических β-гидроксипуретановых фрагментов наноструктурную органически-неорганическую полимерную сетку. Отверждённая композиция обладает отличным комплексом физико-механических свойств, адгезией к различным субстратам, стойкостью к атмосферным и абразивным воздействиям, к растворителям. Превосходный внешний вид позволяет ис-

пользовать материал для различных видов покрытий, а также для клеев и герметиков.

– Метод и оборудование для производства субмикронных полимерных порошков. Метод предусматривает получение нано- и микроразмерных порошков из блоков или грубых порошков полимеров, преимущественно политетрафторэтилена. На первой стадии материал измельчают до волокнистых частиц, а на второй – достигают субмикронных размеров с помощью аэродинамической обработки, когда смесь газ-частицы подвергается пульсирующему механическому и температурному воздействию турбулентного вихревого потока жидкого азота, что вызывает в системе сжимающие и растягивающие напряжения под действием циклически меняющихся центробежных и центростремительных сил.

– Метод синтеза нанопорошка нитрида бора. Процесс проводят в газовой фазе, осуществляя реакцию между аммиаком и трифторидом бора в охлаждаемом реакторе под атмосферным давлением. Образующийся в результате этой реакции комплекс трифторид бора-аммиак термически разлагается при температурах 125-300 °С на нитрид бора и тетрафторборат аммония. Нитрид бора выделяют из смеси, переводя её в водную суспензию с последующим центрифугированием.

– Метод упрочнения инструментальных материалов с помощью внедрения усиливающих частиц. Для упрочнения металлических матриц используют метод «сверхглубокого проникновения» усиливающих частиц под действием струйного потока, получаемого энергией взрыва. Специально подготовленная композиция содержит смесь порошков микронной и субмикронной размерности из материалов с различной твёрдостью. Рабочий поток, воздействующий на матрицу, имеет пульсационную природу со скоростями в интервале 200-6000 м/с и температуру 100-2000 °С. В результате взаимодействия с высокоэнергетическим потоком частиц в матрице возникают зоны, ре-

структурированные на наноуровне, что приводит к её существенному упрочнению.

– Метод изготовления трековых мембран. Метод «сверхглубокого проникновения» использован для создания технологии получения полимерных мембран. Полимерная «мишень» подвергается воздействию генерируемого взрывом высокоэнергетического потока (скорость частиц от 3800 до 4200 м/с) водорастворимой неорганической или органической соли. В результате проникновения частиц в матрицу образуются множественные треки нано-, и субмикронной размерности. Остаточную соль из «мишени» вымывают водой.

– Метод получения гибридных неизоцианатных полиуретанов на основе растительного сырья. Предложен способ получения гибридных уретан-эпоксидных безизоцианатных полимеров с использованием карбонизованных-эпоксидированных растительных масел. Сочетание различных реакционноспособных олигомеров и полиаминов позволяет эффективно регулировать наноструктуру отверждённого полимерного материала и добиваться желаемого комплекса свойств.

– Модификатор гидроксиалкилуретановой природы для эпокси-аминных композиций. Предложено новое направление модификации эпоксидных композиций – использование гидроксиалкилуретановых соединений (НУМ) в составе эпокси-аминных композиций «холодного» отверждения модификаторы «НУМ» оказывают ярко выраженное положительное влияние на такие показатели, как скорость отверждения, износостойкость, технологичность переработки, внешний вид покрытий. «НУМ» не образует ковалентных химических связей с основными компонентами реакционной смеси и, тем самым, не вызывает нежелательных искажений при формировании наноструктуры отверждённого полимера. Таким образом, полученные с использованием «НУМ» полимерные материалы (покрытия, адгезивы, пены) обладают превосходно сбалансированным комплексом свойств.

– Безрастворные наноструктурированные композиции на основе жидких синтетических каучуков. Вулканизуемые композиции на основе низкомолекулярных синтетических полибутадиенов (75-92 % звеньев цис-1,4) и серной («эбонитовой») вулканизирующей группы содержат систему активных наполнителей, включая нано-фракцию. Композицию используют для получения специальных стойких покрытий и резинобетон.

– Полимерные индикаторы для обнаружения мест перегрева в маслonaполненных электрических устройствах. Предложен метод обнаружения мест перегрева в маслonaполненных электрических устройствах путём установки системы полимерных индикаторов, выделяющих в случае перегрева специальную «метку». Такая «метка» с помощью наномодификации индивидуализирована для каждого индикатора таким образом, что периодический хроматографический анализ масла позволяет локализовать конкретное место перегрева в электрическом устройстве.

Резюмируя изложенное в этой главе, следует подчеркнуть, что успешное, быстрое и продуктивное создание новых материалов, организация их производства и встраивание их в экономику государства и быт граждан возможны только там, где работают инновационные системы, на основе которых проводится государственная политика поддержки всех участников процесса создания новых материалов, отлажены механизмы финансирования работ по созданию новых материалов, налажено взаимодействие между всеми юридическими и физическими лицами, заинтересованными в создании новых материалов, действует правовая защита создателей новых материалов.

3. Проблемы – инновационных систем, возможные механизмы их разрешения

3.1 Инновации и экономика

Растущая сила инновационной экосистемы все быстрее приближает крах современной экономики

Мы живём в эпоху неограниченных возможностей. Считается, что через несколько лет произойдут удивительные вещи, совершенные во имя инноваций, которые, в конечном счёте, полностью изменят нынешнюю экономическую систему, служившую источником трудовых отношений и дохода на протяжении нескольких сотен лет. Некоторые инновации выглядят слишком неправдоподобно, и мы можем ошибочно предположить, будто это всего лишь очередная забавная причуда учёного люда, которой суждено исчезнуть бесследно. В этом-то и заключается главная ошибка, ведь это, все равно, что полагать, будто бульдозер, который вот-вот тебя раздавит – мираж, и непременно исчезнет, перед тем как закатать тебя в асфальт.

Мы меняем нашу экономическую систему в глобальных масштабах. Это стоит в повестке дня совещаний разного уровня, начиная с офисных и кончая правительственными, постоянно обсуждается на конференциях, симпозиумах, форумах, круглых столах, выносится в интернет-блоги, но при том большинство из нас до сих пор не полностью осознали масштабность грядущей перемены. А между тем грядёт могущественная сила, способная смести большую часть существующего бизнес-мира. Достаточно вспомнить вхождения в нашу жизнь на памяти одного поколения компьютеров, интернета и мобильной связи. На заре стремительного инновационного процесса многомудрые эксперты в один голос утверждали, что вычислительные машины не найдут коммерческого применения, поскольку рынок ограничен потребителями расчётов научного характера; ин-

тернет на рынке не пойдёт, потому что это междусобойчик высоколобых интеллектуалов; мобильная связь невозможна, так как нет технической базы для её реализации. Что с того получилась, всяк сейчас наяву видит и чувствует, пользуясь, как должным, само собой разумеющимся, домашними компьютерами, мобильниками, смартфонами, маршрутизаторами и прочими гаджетами.

Перемена подобного масштаба в мировой экономике произошла, когда индустриальная экономика сменила сельское хозяйство, став ключом к дальнейшему развитию мира. Бульдозер перемен приближается очень быстро. Нам нужно понять, что прячется за пылевой завесой, поднятой его движением, и определить сферу наших интересов и возможностей.

Растущая сила инновационной экосистемы все быстрее приближает крах современной экономики. Сотрудники Accenture Institute for High Performance Ларри Доунс (Larry Downes) и Пол Ньюнс (Paul Nunes) выяснили, что «раньше прорывным инновациям требовалось больше десятилетия, чтобы хоть как-то повлиять на существующие индустрии. Теперь это время уменьшилось вдвое и продолжает сокращаться».

Чем быстрее на рынке появляются все новые и новые конкуренты, тем быстрее сокращается жизненный цикл любой идеи. Инновация по-прежнему будет обладать рыночным потенциалом, но то время, которое имеет организация или предприниматель на то, чтобы собрать потенциальную прибыль, сильно снижается. Этот факт подмывает складывавшуюся за два века модель индустриальной экономики.

Это требует совершенно иного подхода к бизнесу. Инновация станет основным видом деятельности: она больше не будет связана с единичным улучшением продукта или побочной работой по расширению его функционала. Чтобы процветать, нам придётся постоянно создавать уникальные и оригинальные проекты, интересные рынку – быстро и по умеренной цене. Ричард Флорида (Richard Florida) из

Creative Culture сказал, что мы находимся на острие «крупнейшего экономического прорыва всех времён», а Олег Фиговский добавил: «Являясь автором более 500 изобретений, я реально чувствую поступь нового экономического прорыва, основанного на новейших изобретениях».

Экономист Александр Аузан обращает внимание на другой аспект проблемы вхождения инноваций в жизнь общества, а именно, как культура делает одни страны прогрессивными, а другие – стагнирующими. Культура и экономика имеют между собой значительно больше общего, чем принято думать. Социолог и политик Самюэль Хантингтон отметил: «Культура имеет значение». Тем самым он переформулировал другую знаменитую фразу, сказанную лауреатом Нобелевской премии по экономике Дугласом Нортом: «Институты имеют значение». Научно доказанное наличие в мировом развитии культурного фактора было обнаружено сравнительно недавно.

Отправной точкой рассуждений являются графики экономического развития всех стран мира за последние 200 лет. Во-первых, они явно свидетельствуют, что лидеры и аутсайдеры мирового экономического развития не меняются: Европа и Америка опережают всех как в 1800 году, так и сегодня, а Африка всегда остаётся в конце. Во-вторых, разрыв между лидерами и отстающими не уменьшился, а увеличился с 4 до 200 раз. То есть вместо конвергенции мы наблюдаем дивергенцию экономического развития. В-третьих, прогресс имеет место, потому что во всем мире люди стали жить дольше и умирать позже.

Экономисты могут дать объяснение этим долгосрочным трендам. Статистик Агнус Мэдисон свёл данные о развитии всех стран за 200 лет в одну таблицы, и оказалось, что существует две линии развития стран, которые условно можно назвать траектория А и траектория В.

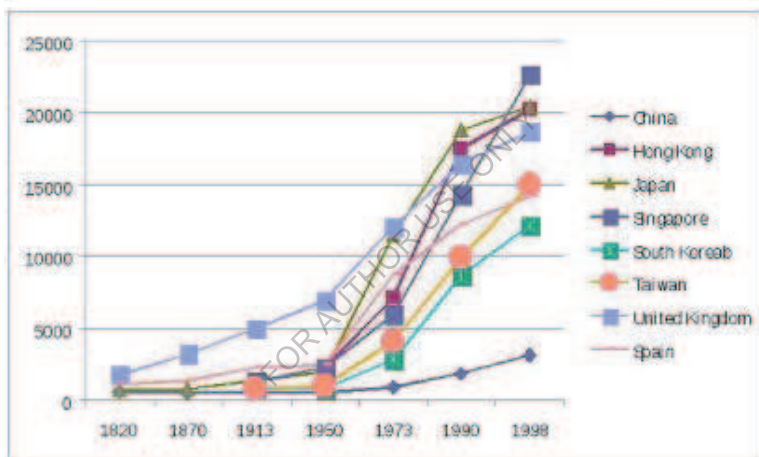
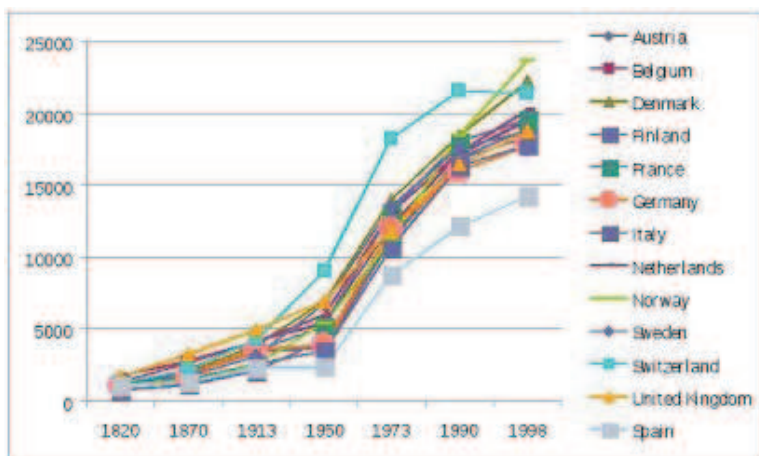


Рис. 10. Траектория А. Изменение ВВП на душу населения развитых стран. Графики построены экономистами МГУ на основе данных Агнуса Мэдисона.

Существуют страны, которые медленно, но стабильно развиваются – это Западная Европа и Америка плюс Израиль и Новая Зеландия, а есть остальные 175 стран, которые скорее стагнируют. Имеются случаи, когда страна сходит со второй траектории и врывается на траекторию развития. Таких в мировой истории зафиксировано пять: Япония, Южная Корея, Сингапур, Тайвань, Гонконг.

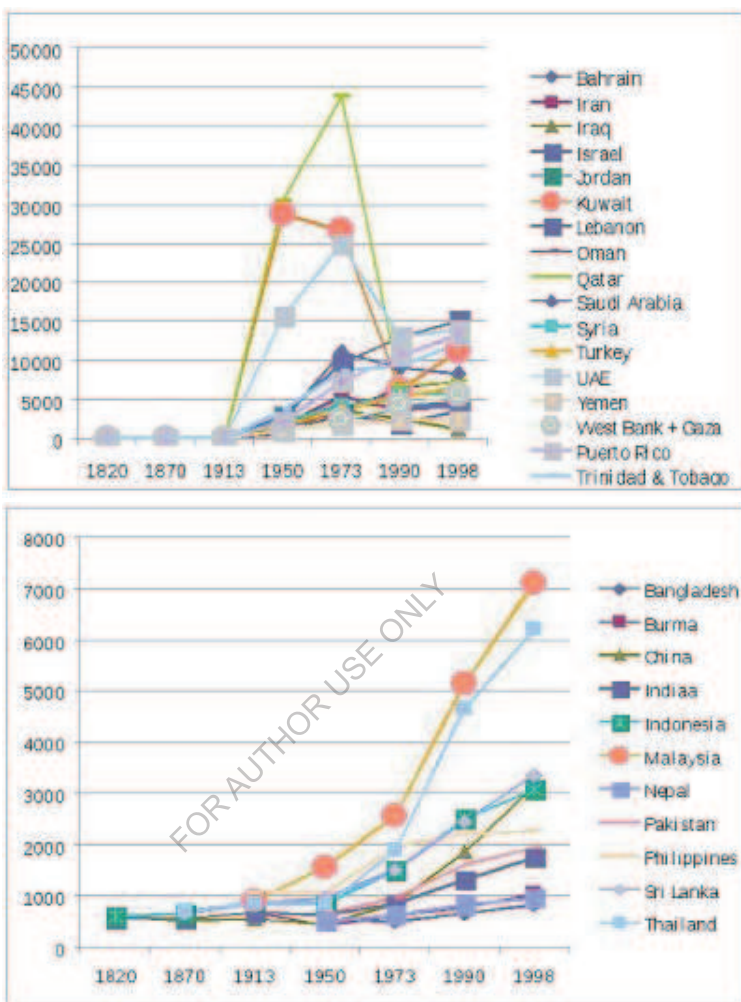


Рис. 11. Траектория В. Изменение ВВП на душу населения развивающихся стран. Графики построены экономистами МГУ на основе данных Агнуса Мэдисона.

Очевидно, что существуют какие-то культурные особенности, которые влияют на принадлежность страны к тому или иному пути развития.

Гипотеза, которая обладает хорошим объяснительным потенциалом влияния культуры на экономику, изначально к ней не относилась. В 1985 году экономист Пол Дэвид

опубликовал статью «Клио и экономическая теория QWERTY» и обнаружил странную вещь. По непонятной причине в левом углу латинской клавиатуры стоит эта комбинация. Это неудобно с точки зрения эргономики. Другой пример – ширина железнодорожной колеи. Исследования показали, что технически оптимальная ширина дорожной колеи – та, которая принята в России, а не во всем мире, но никто из-за этого не будет массово переключать шпалы. И исследуя данный феномен, Пол Дэвид показал, что при распространении технических стандартов существует вероятность попадания в подобный стандарт ошибки. Более того, будучи однажды принятым, он становится удобным и создаёт сетевые эффекты и экономию на масштабе, затрудняет его изменение и, следовательно, исправление ошибки. Относительно клавиатуры догадка состоит в том, что так называлась фирма, выпускавшая печатные машинки. Теперь нет ни машинок, ни фирмы, а стандарт есть, и его менять никто не собирается.

Так вот идея, что ошибки могут быть крайне жизнеспособны и передаваться из поколения в поколение, очень способствовала пониманию влияния культуры на то, как живут страны. На основе «феномена QWERTY» нобелевский лауреат, создатель теории институционального развития Дуглас Норт в статье «Институты и экономический рост: историческое введение» объяснил различие в траекториях развития Англии и Испании в XVII-XIX веках, которое продолжается до сих пор. В то время Испания и Англия были странами с очень близкими показателями по занятости, населению, политическим проблемам, внешней экспансии. Но через 300 лет Англия стала первой страной мира, научным лидером, промышленной мастерской, а Испания – одной из самых отсталых стран Европы. Причина? – Случайность, говорит Норт, точно так же как с QWERTY. По стечению обстоятельств вопрос о налогах в Испании попал к королю, а в Англии – в руки парламента. Потом придуманы объяснения экономистов, что лучше, когда налогоплательщики контролируют налоги, но это все по-

явилось только в XVIII веке, а не в XVI веке, когда решение было принято. Оно повлияло на развитие стран – в Англии налогоплательщики пришли к выводу, что прибыльнее инвестировать и увеличивать богатство.

Существует ли взаимосвязь между способностью страны производить разнообразные и сложные промышленные товары и уровнем её благосостояния? Ответ искали экономисты Ricardo Hausmann (Harvard University) и César A. Hidalgo (MIT). Результатом стало исследование «The Atlas of Economic Complexity. Mapping Paths to Prosperity».

Для оценки взаимосвязи был введён такой понятный термин, как объем накопленных страной производственных знаний (*productive knowledge*). Для его расчета анализируют разнообразие промышленных товаров, которые экспортирует страна (*diversity*), и степень сложности их производства. Берется во внимание также число стран, экспортирующих этот же товар (*ubiquity*). На основании расчётов составили рейтинг *economic complexity index*. В итоге, по мнению авторов, можно судить об уровне сложности («умности») экономики (*economic complexity*) государства. Как отмечают учёные-новаторы, объем производственных знаний, накопленных страной, не просто выражает уровень благосостояния того или иного государства, а является его драйвером. Говоря по-русски, движущей силой. Следите за мыслью?

По мнению авторов, показатель *economic complexity* объясняет различия в уровне жизни между странами (чем больше *productive knowledge*, тем выше уровень благосостояния страны) и, что более важно, имеет способность предсказывать рост экономики. А страны склонны приходить к уровню благополучия, соответствующему развитию их производственного знания (*productive knowledge*). То есть, беден тот, кто плохо учится.

Для наглядности предлагается сравнить экономики Сингапура и Пакистана.

Сингапур и Пакистан оба экспортируют по 133 продукта. Объем ВВП этих стран сопоставим. А ВВП на душу насе-

ления в Сингапуре в десятки раз выше, чем в Пакистане. Почему? А потому, что Пакистан экспортирует те же товары, что и 28 других стран. А то же самое, что и Сингапур, продают за рубеж только 17 стран. Те же самые товары, что и Пакистан, экспортируют слабо диверсифицированные страны. А такими же, как Сингапур, торгуют страны с экономикой высоко диверсифицированной. То есть, для благополучия важно не только сколько и что производить и продавать на мировом рынке, но и кто ещё продаёт там то же самое. А в стране с высоко диверсифицированной экономикой новые эффективные производства создаются просто и быстро. Что и помогает обеспечивать её стабильность в вечно штормящем океане мирового бизнеса.

В рейтинге *economic complexity* по итогам 2012 года среди 125 стран лидировали Япония (индекс сложности экономики +2,09), Южная Корея (+1,64), Англия (+1,503), Швейцария (+1,5), США (+1,498). Все они живут не худо, экспортируют технологически сложные товары. Скажем, Япония – автомобили, детали двигателей, электронные интегральные схемы, оборудование и механические приборы, принтеры, копировальные машины и так далее. Россия в рейтинге 47-я с индексом сложности экономики +0,36.

В рейтинге индекса сложности Россию обогнали Беларусь (30 место, индекс +0,87), Мексика (35, индекс +0,8), Украина (39, индекс +0,55), Филиппины (45, индекс +0,4), Тунис (46 место, индекс +0,37). Но вот не задача. Сразу за Россией, на 48 месте – Австралия (индекс +0,32). Но разве австралийцы живут хуже россиян? Нет. По уровню жизни в 2012 году Австралия 4-я, а Россия 66-я. Беларусь по уровню жизни 54-я, Украина – 71-я. Лидер уровня жизни Норвегия в рейтинге «умной» экономики на 15 месте с индексом +1,23. При этом сырьевая составляющая в норвежском экспорте сопоставима с российской.

Когда страна в изоляции, она вынуждена себя обеспечивать сама. Так, или приблизительно так, на Кубе (90, индекс –0,67) и в Иране (96, индекс –0,92). К самообеспече-

нию снова движется и Россия. Навряд ли это хорошо отразится на уровне жизни россиян. СССР производил все – от иголок для патефона до термоядерной бомбы. Только система оказалась неустойчивой и не очень эффективной.

Как отмечает экономический блогер Павел Рыков (spydell), ссылаясь на информацию статистического отдела ООН, технологический сегмент (машины, транспортное и электрооборудование, оптика, микроэлектроника, компьютеры и компоненты) занимал в 2013 году 67,2% в структуре японского экспорта. На втором месте – Южная Корея с 60,9 %, далее Филиппины – 58,3 %, Мексика – 56,3%. А показатель России – всего 5,5 %.

«У Филиппин сильны позиции в производстве вакуумных ламп и полупроводников. Мексика производит различную бытовую и мультимедийную технику, преимущественно для нужд США и Канады. Хорошие позиции у Чехии (56,5% в структуре экспорта) и Венгрии (57,1 %). В этих странах достаточно ровно распределён экспорт в машиностроении, транспортном оборудовании и в хай-тек производстве, не хуже, чем в Швеции (41,2 %), славящейся своей высокотехнологической продукцией», – замечает Павел Рыков.

Среди привлекательных для бизнеса отраслей немало наукоёмких сфер: биотехнологии, системы искусственного интеллекта, глобальные информационные сети, интегрированные высокоскоростные транспортные системы, компьютерное образование, формирование сетевых бизнес-сообществ. Эти отрасли во многих странах развиваются особенно быстрыми темпами – от 20 % до 100 % в год.

Универсальных для всех стран рецептов вовлечения денег в инновации ещё не изобрели. Но минимальные требования есть. Речь о создании благоприятного правового климата для:

- 1) привлечения иностранных инвестиций с целью организации прибыльных производств;
- 2) роста собственных конкурентоспособных производительных сил;

3) творческого развития передовой научной мысли, способной быть на острие новейших достижений и продвигать технологии.

Хороший пример – Ирландия, где развернулись владения компании Intel. Бизнес пришёл сюда не по команде. Ирландское правительство создало в своё время для IT-компаний исключительно благоприятный экономический и налоговый климат.

Институтом экономических стратегий РАН была проведена оценка геополитического потенциала современных цивилизаций. Согласно этой оценке, в западно-европейской цивилизации наибольший интегральный показатель мощи (ИПМ) имеет Германия (5,5 балла), а в восточно-европейской – Польша (2,8 балла). В евразийской цивилизации наибольший ИПМ имеет Россия – 5,8. США обладают самым высоким ИПМ среди стран мира – 8,3 балла, за ними следует Китай – 7,0.

Таким образом, рассматривая геополитическую мощь современных цивилизаций в составе их наиболее крупных частей, можно сделать вывод о том, что наибольшую геополитическую мощь и устойчивость демонстрируют цивилизации с моногосударственной (индийская, японская) структурой либо те, которые имеют в своём составе две-три страны (североамериканская, китайская, океаническая). Серьёзно потеснить «моноцивилизации» в общем рейтинге смогли только западноевропейская и евразийская цивилизации (20 и 12 стран соответственно). Евразийская цивилизация, несмотря на то, что в историческом плане относительно недавно она могла считаться «моноцивилизацией», находится в состоянии цивилизационного раскола и, как следствие, является полем экспансии граничащих с ней цивилизаций.

Одним из самых наглядных показателей экономического развития страны является величина ВВП на душу населения – весь произведённый страной валовой внутренний продукт, разделённый на количество жителей данной страны. Конечно, ВВП на душу населения – не единствен-

ный показатель, характеризующий уровень развития экономики страны и уровень благосостояния её граждан. Тем не менее, ВВП на душу населения – один из основных показателей, характеризующих производительность труда в отдельно взятом государстве, что в значительной мере определяется эффективностью встраивания инновационной системы в экономику страны. В таблице приведены данные Международного валютного фонда (МВФ) о ВВП на душу населения 50 стран мира с самым высоким показателем на 2017 год (показаны изменения ВВП на душу населения за 2015-2017 годы).

№	Страна	2015	2016	2017
1	Люксембург	101,994.093	104,359.321	108,004.903
2	Швейцария	80,675.308	78,179.298	79,347.758
3	Норвегия	74,822.106	69,711.988	72,046.291
4	Катар	76,576.080	66,265.176	67,269.642
5	САР Макао	69,309.416	62,521.332	61,365.288
6	Исландия	50,854.583	56,113.917	60,920.393
7	Соединённые Штаты	55,805.204	57,220.196	58,952.025
8	Ирландия	51,350.744	54,464.150	57,219.598
9	Дания	52,114.165	53,104.285	55,068.224
10	Сингапур	52,887.770	52,755.135	54,052.853
11	Швеция	49,866.266	51,136.005	52,108.708
12	Сан-Марино	49,846.896	49,990.809	51,525.591
13	Австралия	50,961.865	49,144.526	50,795.304
14	Нидерланды	43,603.115	44,827.805	46,594.048
15	Австрия	43,724.031	44,777.821	46,316.646
16	САР Гонконг	42,389.630	43,827.705	45,540.109
17	Финляндия	41,973.988	42,654.184	43,832.255
18	Великобритания	43,770.688	42,105.500	43,699.555
19	Германия	40,996.511	41,895.084	43,269.771
20	Канада	43,331.961	40,409.283	41,921.353
21	Бельгия	40,106.632	40,688.479	41,595.951
22	Франция	37,675.006	38,172.850	39,126.348
23	Новая Зеландия	37,044.891	36,253.839	37,679.186
24	Израиль	35,343.336	35,905.271	36,524.492

25	Япония	32,485.545	34,870.931	35,793.706
26	Объединённые Арабские Эмираты	36,060.015	32,988.615	35,236.802
27	Италия	29,866.581	30,231.807	30,995.478
28	Пуэрто-Рико	29,235.748	28,719.506	28,662.985
29	Испания	25,864.721	26,823.038	27,920.811
30	Кувейт	29,363.027	25,141.533	27,612.754
31	Корея	27,195.197	25,989.879	27,023.236
32	Мальта	22734.233	24045.508	25432.885
33	Багамские острова	23,902.805	24,212.522	24,691.664
34	Бахрейн	23,509.981	22,797.780	23,747.186
35	Бруней-Даруссалам	28,236.640	21,496.763	23,556.877
36	Кипр	22,587.490	22,903.310	23,502.828
37	Китайская провинция Тайвань	22,287.562	21,606.686	22,230.291
38	Словения	20,732.482	21,209.753	22,071.742
39	Португалия	19,121.592	19,684.380	20,347.961
40	Саудовская Аравия	20,812.586	19,312.927	20,201.684
41	Эстония	17,288.083	18,179.646	19,349.989
42	Греция	18,064.288	18,034.774	18,873.314
43	Тринидад и Тобаго	18,085.759	17,455.671	18,450.379
44	Чешская Республика	17,256.918	17,543.123	18,104.593
45	Palau	16,070.421	16,716.420	17,812.918
46	Словацкая Республика	15,991.736	16,574.811	17,439.162
47	Сент-Китс и Невис	16,109.707	16,793.507	17,332.009
48	Барбадос	15,773.555	16,043.629	16,566.239
49	Сейшельские острова	14,940.706	15,400.056	16,148.996
50	Уругвай	15,748.192	15,505.689	15,976.622

Локомотивом мирового экономического роста практически на десятилетия вперёд стал Азиатско-Тихоокеанский регион

Глобальная экономика вступила в относительно длительный переходный период к качественному состоянию, и уже начальная фаза этого транзита обнаружила для всех его участников необходимость адаптации к «продвинутой взаимозависимости» в его национальных составляющих. По данным ИНСОП локомотивом мирового роста практически на десятилетия вперёд стал Азиатско-Тихоокеанский регион (АТР). Для того, чтобы через 20-30 лет остаться в ТОП-10 глобального хозяйства, России предстоит добиться достойного экономического присутствия в этом макрорегионе.

В этих обстоятельствах выбирать между Востоком и Западом – посылка, хотя и навязчивая, но заведомо ложная. Но выбор иного порядка делать необходимо. Он – либо в реальном переходе к новой модели развития через многотрудные структурные реформы (а по этому путеводителю, хотя и с разной скоростью, движутся все главные экономики мира), либо в перемещении во «вторую лигу» глобального хозяйства на позицию «наблюдателя на углеводородах» за всем происходящим. Лидеры (Китай, США и Индия), судя по прогнозам, на дистанции уже ближайших 10-15 лет резко уходят в отрыв.

Рост торгово-инвестиционных соглашений на основе предпочтений – устойчивая тенденция последних лет. В настоящее время они (в основном – зоны свободной торговли) не противоречат принципам ВТО. Но на подходе их «новое поколение», уже обозначенное инициативами по созданию так называемых мегарегиональных соглашений, крупнейшими из которых могут стать Транс-Атлантическое торговое и инвестиционное партнёрство между США и ЕС (ТТИП) и Транс-Тихоокеанское торговое партнёрство 12-ти государств (ТТП). В обоих ведущая роль принадлежит США.

В условиях падения российской экономики, вызванного возникшим в 2013-2014 гг. сочетанием негативных факторов (отсутствие структурных реформ, снижение цен на сырье, санкции), руководство России пытается укреплять связи с азиатскими государствами. «Поворот к Азии» должен не только помочь развитию российского Дальнего Востока, но и компенсировать потери от сворачивания сотрудничества с ЕС, США и их союзниками. В целом появление осмысленной внешнеэкономической стратегии в Восточной Азии будет для России движением в верном направлении – рост этого региона способен быть драйвером для российской экономики в целом. Азиатские возможности России не исчерпываются доступом к новым рынкам для экспорта сырья – страны АТР могут также стать источником капитала и технологий.

Из стран Восточной Азии наиболее впечатляющие успехи Китая, но насколько Китай сможет стать источником капитала и технологий для России – ещё большой вопрос. Пока китайские инвестиции приходят в США, Европу, страны Африки и Южной Америки. Доля же инвестиций Китая в экономику России весьма низкая. Посему поворот российской экономической политики на Восток, анонсированный после присоединения Крыма и начала санкционной войны с Западом, постепенно заходит в тупик: выбранный на роль ключевого партнёра Китай не спешит вкладывать деньги в российские проекты, ограничиваясь ничем не обязывающими документами.

Пример тому – Восточный экономический форум 2017 года, который был проигнорирован первыми лицами КНР. Ни председатель Си Цзиньпин, ни премьер Ли Кэцян не приехали во Владивосток. Если японскую делегацию возглавлял премьер Синдзо Абэ, корейскую – президент Мун Чжэ Ин, российскую – Владимир Путин, то Китай представлял вице-премьер Ван Ян. И хотя Путин в ходе выступления на форуме пообещал «поддержку компаниям, которые готовы осваивать глобальные рынки», а полномочный представитель президента в ДФО Юрий Трутнев

отчитался о заключении 217 соглашений на 2,5 триллиона рублей, на деле этот инвестиционный бум является химерой, сообщил Центр макроэкономических исследований Сбербанка России.

Несмотря на заявления о привлечении на Дальний Восток РФ китайских инвестиций на 5,5 млрд. долларов, большинство договоров носило характер «меморандума о взаимопонимании», констатируют эксперты банка: это ничем не обязывающие документы, которые являются лишь декларациями, цифры в которых не отражают реальных вложений и лишь украшают статистику. Согласно статистике, суммы заключённых на ВЭФ сделок растут каждый год: 1,3 трлн. рублей в 2015-м, 1,85 трлн. рублей в 2016-м, в 2017-м ещё на треть больше. Но в предыдущие годы ситуация была аналогичной: вместо контрактов с обязательствами сторон заключались меморандумы о взаимопонимании.

На прошедшем ВЭФе такими «потёмкинскими» сделками стали, например, соглашение РЖД и китайской Huafeng о доставке энергоресурсов (ни о каких конкретных суммах этого контракта неизвестно), а также проект моста через Лену в Якутии, который заказали китайской Power China International Group, но который «с большой вероятностью останется на бумаге», считают в ЦМИ Сбербанка.

По данным ЦБ, на апрель 2017 года прямые инвестиции Китая в экономику РФ составляли всего 2,9 млрд. долларов (против 143 млрд. у Кипра). Причём по сравнению 2014 годом их объем упал в 1,5 раза. «Единственной реальной крупной сделкой купли-продажи на полях ВЭФ стало соглашение о перепродаже 14,2 % акций «Роснефти» китайской компании SEFC за 9,1 млрд. долларов», - констатирует Сбербанк.

По мнению экспертов, отсутствие интереса Китая к ВЭФу «в настоящее время вполне объяснимо». Китай принял стратегическое решение о наращивании закупок природного газа в США, при этом такое развитие событий стало настоящим шоком для России. Дело в том, что

Москва уже вложила несколько десятков миллиардов долларов в газопровод «Сила Сибири», который должен был резко увеличить поставки газа в Китай. Таким образом, принятое Пекином решение в один момент обернулось для Москвы катастрофическими потерями. Более того, поступившие данные об энергетическом балансе Китая говорят о том, что в среднесрочной перспективе Пекину российский газ и вовсе будет не нужен.

А между тем в рамках общемировой тенденции поворота к Азии налаживается реальное, а не бумажное экономическое сотрудничество Китая и Белоруссии. В 2015 году Беларусь и Китай приступили к реализации более 20 совместных научно-технических проектов, в том числе области новых материалов и энергетики, фотоэлектроники, лазерной техники, технологий сельского хозяйства и биотехнологий, информатики. Большинство из этих проектов предусматривают коммерциализацию результатов с возможным выходом на совместные производства по выпуску высокотехнологичной продукции. «Прорабатываются вопросы практической реализации научно-технических проектов на базе Белорусско-Китайского индустриального парка «Великий камень», – сообщил председатель Государственного комитета по науке и технологиям Республики Беларусь Александр Шумилин.

Белорусско-китайское сотрудничество активно развивается и по другим направлениям. Так Белорусским национальным техническим университетом (БНТУ) и промышленной корпорацией с ограниченной ответственностью «Цюань Шэн» (город Увэй) был открыт Центр по коммерции, науке, технике, образованию и культуре провинции Ганьсу для проведения совместных исследований. Научные исследования проводятся также в совместном Белорусско-китайско-российском научно-исследовательском центре плазменных технологий, созданном с участием Белорусского государственного университета (БГУ). По словам Александра Шумилина, БГУ совместно с НАН Беларуси и китайской корпорацией ZTE проводят работы по со-

зданию белорусско-китайской научно-исследовательской лаборатории технологий интернета вещей (лаборатории технологий Internet of Things), которая будет заниматься продвижением инновационных решений мониторинга товаро-транспортных потоков и реализации совместных проектов и исследований в области RFID-технологий.

В текущем году Белорусским государственным университетом информатики и радиоэлектроники заключено три новых контракта с китайскими организациями на выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в областях электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств, радиолокации и ионно-плазменного оборудования для тонкоплёночных технологий с общим объёмом финансирования 3,8 млн. долларов США.

В настоящее время, отметил Александр Шумилин, белорусскими и китайскими организациями прорабатываются вопросы реализации нескольких проектов, в том числе по созданию совместной лаборатории оптоэлектронных и лазерных технологий с участием НАН Беларуси и Института океанографического приборостроения Академии наук провинции Шаньдун, а также создания БНТУ и Северо-Восточным университетом города Шеньян Белорусско-китайского центра перспективных прикладных инженерно-технических научных исследований. На базе этого центра будет осуществляться реализация совместных научно-исследовательских проектов, разработка и содействие коммерциализации современных наукоёмких технологий и инновационной продукции. Прорабатывается также вопрос о создании совместного инженерно-образовательного центра «БГУИР-Huawei» для дополнительного образования, разработки программных продуктов, проведения научно-исследовательских работ.

В общем контексте поворота к Азии по части успешного сотрудничества в области инноваций представляется уместным привести в качестве примера сотрудничество в сфере передовых технологиях Китая и Израиля.

В начале 2015 года израильское высокотехнологическое предприятие WLCSP, принадлежащее совместному израильско-китайскому фонду прямых инвестиций «Инфинити Групп», стало первой публичной компанией, имеющей не китайских соучредителей, чьи акции будут продаваться на Шанхайской фондовой бирже. Иностранным фирмам официально запрещено продавать свои акции на китайских фондовых биржах. Тот факт, что Китай позволил фирме с израильскими соучредителями продаваться в Шанхае, представляет собой небольшой, но важный шаг, возможно, демонстрирующий высокую заинтересованность китайских властей в израильских технологиях.

Торговые отношения между Израилем и Китаем рассматриваются израильскими лидерами как одно из наиболее приоритетных направлений внешней экономики. Во время своей поездки в Китай, премьер-министр Израиля Биньямин Нетаниягу подчеркнул, что будущее за странами, способными производить интеллектуальную собственность и превращать их в инновации и технологии. «Израиль не столь велик, как Китай, – сказал премьер-министр Израиля, – восемь миллионов жителей, это примерно треть населения Шанхая. Но по сравнению с нашими размерами, мы производим больше интеллектуальной собственности, чем любая другая страна в мире. Партнёрство между изобретательской способностью Израиля и производственными мощностями Китая может стать чрезвычайно выигрышной комбинацией». Похоже, что в Китае полностью разделяют мнение израильского премьера. В последние годы экономические отношения между странами развиваются все интенсивнее.

В 2010 китайское правительство сократило некоторые ограничения на инвестиции за рубежом. Правительство стало поощрять вклады китайских инвесторов в высокие технологии, биотехнологии и агротехнологии. Во всех этих областях Израиль, завоевавший лидерские позиции, сразу привлек к себе интерес дальневосточных бизнесменов. Тогда же в 2010 году, в Шанхае состоялась всемирная вы-

ставка ЭКСПО-2010, на которой впервые у Израиля был свой павильон, позволивший еврейскому государству заявить о себе как о стране передовых технологий и инноваций. Вероятно, именно тогда и было положено начало интенсивному сотрудничеству между Китаем и Израилем.

В 2010 году состоялась первая китайская инвестиция в израильские инновации и первое приобретение китайской компанией израильской фирмы. Компания «Санхуа Чжэцзян» инвестировала 10 миллионов долларов в «Гелиофокус» - компанию, занимающуюся разработкой использования солнечной энергии. А компания «Ифанг» приобрела за 60 миллионов долларов высоко технологическую израильскую компанию «Пегас». Наконец, в том же 2010 году был решён ещё один важный вопрос, когда Израиль и Китай подписали соглашение по туризму, упростив процедуру получения визы для китайцев, посещающих Израиль. Это, в свою очередь, привело к потоку китайских бизнесменов, открывших для себя множество возможностей в еврейском государстве. Китай начал инвестировать в Израиль.

Уже в 2011 году китайская национальная химическая корпорация «ChemChina» осуществила одну из крупнейших инвестиций китайского государственного предприятия в последние пять лет, приобретя почти за два с половиной миллиарда долларов 60% израильской агрокомпании «Махтешим Аган», специализирующейся на разработке и производстве средств защиты культурных растений, превратившись в крупнейшую в мире компанию агрохимикатов.

Ещё быстрее совместные проекты и инвестиции стали развиваться после пятидневного визита израильского премьера в Китай в 2013 году, когда Нетаниягу встретившись с главой китайского правительства Ли Кэцяном, подписал торговое соглашение. К этому моменту годовой товарооборот между странами достиг 8 миллиардов долларов. Тогда же ведущая китайская компания в области здравоохранения «Fosun Pharma» инвестировала 240 миллионов

долларов в израильскую фирму «Альма Лазерс», считающуюся ведущим мировым предприятием в использовании медицинских лазеров, став обладателем более 90 % её акций.

В том же 2013 году стартовали несколько крупных академических проектов, позволивших, университетам Китая и Израиля сотрудничать в научной сфере. Проекты были представлены как инвестиции в реформы китайского образования, обеспечивающие оптимальные условия для творчества и создающие базу для взаимопонимания в бизнес-индустрии. Самым большим из них стал проект фонда, принадлежащего богатейшему бизнесмену Азии Ли Ка Шину, который пожертвовал израильскому исследовательскому университету Технион более 130 миллионов долларов. В рамках проекта Технион, входящий в десятку лучших в мире институтов и занимающийся исследованиями в области науки и техники, учёные которого за последнее десятилетие получили четыре Нобелевских премии, станет основой для создания аналогичного научного центра Технион-Гуандун в Южном Китае.

Другой выгодной инвестицией Ли Ка Шина оказался вклад в израильскую компанию «Waze». Инвестор вложил 30 миллионов долларов из 67 миллионов начального капитала в компанию, которая вскоре была приобретена Гуглом за миллиард.

В рамках ещё одного совместного проекта китайские бизнесмены и институты инвестировали 10 миллионов долларов в израильскую программу «Элеватор», помогающую фирмам стартап выйти на рынок. А Тель-Авивский университет и китайский Университет Цинхуа приняли участие в создании уникального международного центра «Ксинь» (что в переводе с китайского означает «новый»), предназначенного для научных и технических инноваций. Декларированной задачей центра стало продвижение междисциплинарных исследований, обеспечение оптимальных условия для творчества и содействие деятельно-

сти в областях, которые могут иметь влияние на общества в обеих странах и во всем мире.

При Транспортном университете в Шанхае был создан первый в своём роде Центр исследований Израиля в Китае, предоставляющий студентам информацию о китайско-израильских отношениях, включая изучение бизнес-стратегий, а также сравнительные исследования в области политики и технологий.

Осенью 2013 года министры транспорта Израиля и Китая подписали меморандум о взаимопонимании в отношении железной дороги, которая сделает возможной транспортировку грузов из Азии в Европу через Израиль. Создание новой железнодорожной линии позволит значительно сократить транспортные расходы, которые не будут зависеть от политической ситуации в Египте, владеющем Суэцким каналом, и, в то же время, не потребуют долгой транспортировки вокруг Африки. Железнодорожная трасса между портами Ашдода и Эйлата создаст прямой путь из Индийского Океана в Средиземное море. Согласно меморандуму Израиль несёт ответственность за строительство железной дороги, в то время как Промышленный банк Китая возьмёт на себя часть финансирования.

Таким образом, одна из крупнейших стран мира, обладающая второй по величине экономикой, инвестировала миллиарды долларов в Еврейское государство. Подобная тенденция показывает, что Китай намерен продолжать инвестиции, что, безусловно, является признаком перспективного и процветающего будущего для обоих государств.

Возврат в высокие технологии

Возвращаясь непосредственно к теме взаимосвязи инноваций и экономического развития, стоит обратить внимание на статью Михаила Сваричевского «Почему в России нет гражданского/коммерческого высокотехнологического производства». В этой статье автор пытается разобраться, чем отличаются «высокотехнологичные» компа-

нии от «низкотехнологичных», что нужно, чтобы высокотехнологичные компании могли рождаться и выживать, почему с софтом у нас лучше, чем с хардом, с чего начиналась кремниевая долина в США и можно ли её «скопировать», почему Китай всех рвёт, а также, что происходит в Сколково, РОСНАНО, Фонде перспективных исследований и приведут ли они к расцвету российских инноваций.

Автор подчёркивает, что самое большое широко распространённое заблуждение о высокотехнологичном производстве – это то, что там очень высокие прибыли, работа не пыльная, а грязные и трудоёмкие производства (энергетика, добыча и переработка полезных ископаемых, пищевая промышленность) – не очень важны, само физическое производство разработанных высокотехнологичных устройств лучше оставить странам 3-го мира и единственное, что якобы мешает расцвету хай-тека в России – это воровство, коррупция, не продают нужное оборудование, отсутствие своих Джобсов.

В реальности все оказывается не так: высокотехнологичный бизнес имеет высокие требования к капиталу, сроки окупаемости длинные, риски всегда есть, прибыль каплет медленно и не поражает воображение (лишь иногда бывают выдающиеся результаты, когда получили «закрывающий» патент на очень «вкусную» технологию, и есть ресурсы чтобы защищать его в суде, впрочем, такие технологии и разрабатывать дёшево не получится). На Западе инвестиции в высокие технологии пошли только потому, что в обычном, простом бизнесе делать уже было нечего, плюс государство, оплачивая работу по военным контрактам, позволяло интеллектуальную собственность оставлять у исполнителя и использовать в коммерческих целях.

Кроме того, те, кто слушают американские политические передачи для «внутреннего употребления», наверняка слышали фразу «Bringing the Jobs Back Home»: это фактически признание, что постиндустриальная экономика («мы разрабатываем, а обезьяны за морем собирают») себя не

оправдала и приводит к вымиранию целых секторов экономики.

В заключении автор делает обоснование и четкие выводы, что для того, чтобы коммерческое высокотехнологическое производство рождалось и выживало, это должно быть выгодно, должно быть много людей, у которых есть деньги на проверку и патентную защиту кучи идей, должен быть доступен дешёвый капитал для реализации, должно быть много инженеров, которые будут реализовывать идею на практике, процесс реализации не должен быть усугублён логистическими (скорость и стоимость служб доставки, цены локальных компаний-исполнителей) и бюрократическими сложностями (сертификация, криптография и прочее)

Часто приходится слышать, что доходы от добычи и переработки нефти (и других ресурсов) невозможно потратить, т. к. они неизбежно вызовут инфляцию (голландская болезнь). На самом деле, конечно же, их можно потратить без инфляции внутри страны. Для этого их нужно тратить за границей, покупая импортное оборудование для производства (если продадут), оплачивая время работы зарубежных инженеров, которых нам не хватает («инсорсинг»), покупая зарубежные высокотехнологичные компании (если продадут). Естественно, самому государству оборудование и человеко-часы инженеров особо не нужны, а следовательно, должен быть механизм, по которому частные компании в конкурсном порядке могли бы получать часть валютных доходов государства прямо в виде валюты для расходов строго за пределами страны. Впрочем, если быть реалистами, ожидать появления подобного механизма в России в обозримом будущем не приходится.

В России почти нет гражданского/коммерческого высокотехнологичного производства, потому что в процессе приватизации частный бизнес получил «простые», высокодоходные активы. В дальнейшем, этот бизнес лоббировал законы, сохраняющие доходы «выше рыночных» для простого, низкотехнологичного бизнеса. Расцвет бюрократии и

разного рода искусственных ограничений (таможня, многочисленные сертификаты, разрешения) опять же позволяют иметь лёгкую прибыль на преодолении сложностей особыми путями. Бизнес так делал не потому, что он какой-то плохой или глупый: это была наиболее прибыльная стратегия, а значит и выбора не было.

В таких условиях высокотехнологичный бизнес (который обязан конкурировать на мировом рынке для максимального увеличения серии и соответственно снижения себестоимости) совершенно не выгоден: он требует много денег, квалифицированных инженеров, имеет большие риски, длинные сроки окупаемости. Как результат, сейчас простой бизнес (строительство, розничная и оптовая торговля, добыча и переработка ресурсов, аутсорс) выигрывает борьбу за инвестиционный капитал. Естественно, привлекать инвестиции можно и за рубежом, но тогда инвестор захочет, чтобы головная компания, владеющая основными активами была в зарубежной юрисдикции. То есть все вырождается в классическую схему: в России центр разработок, а все остальное за рубежом.

Государство со своей стороны закрывает возможность «первоначального накопления капитала» для компаний, выполняющих госконтракты (как это случилось в кремниевой долине в США), оставляя у себя интеллектуальную собственность и требуя показывать при выполнении госконтрактов по бумагам скромную чистую прибыль, что не даёт даже в перспективе заработать достаточно денег для запуска своих рискованных высокотехнологичных проектов.

Если вы хотите создать свой высокотехнологичный бизнес, связанный с реальным производством, то в первую очередь нужна действительно новая идея (со старыми идеями обычно нужно слишком много денег для коммерческого результата на занятом рынке), необходимо сразу думать, как максимально нивелировать существующие Российские проблемы: отказаться от сверхкрупнобюджетных проектов (вроде своего процессора, затыкающего за

пояс Intel), делать действующий прототип своими силами, в первую очередь находить инженеров (в условиях дичайшего дефицита квалифицированной рабочей силы это фатальная проблема), использовать минимум слишком дорогого капитала (а не как Displair), минимизировать количество пересечений физическими вещами нашей таможенной границы (по возможности до их полного отсутствия).

В общем, чтобы инновации двигали экономику, а экономика принимала инновации, необходимо, чтобы в процесс было вовлечено множество людей, начиная с обычного инженера с его знаниями и умениями (воплотителя инноваций в жизнь) и кончая рядовым обывателем с его деньгами на покупку новых товаров (конечным потребителем инноваций). Все остальные, как-то менеджеры среднего звена, топ-менеджеры корпораций, чиновники всех уровней, члены правительства, банкиры, бизнесмены, бизнес-ангелы – промежуточные элементы. Впрочем от эффективности их работы существенно зависит, дойдёт ли инженерная разработка до рядового потребителя. Если эти посредники между инженерами и потребителями будут работать только на себя, то никаких отечественных инноваций обыватели не дождутся. Но обывателю, по большому счёту, и разницы нет, чьи новые разработки в его жизнь войдут, родные или зарубежные. А то, что это всем боком выходит – экономика страны не развивается, а стагнирует – это не его забота, это его беда, за которую он расплачивается проживанием в стране третьего мира со всеми сопутствующими выходными данными: низким уровнем жизни, социальной незащищённостью, высокой безработицей, некачественным образованием и плохим медицинским обслуживанием.

Если обратиться к России, то с точки зрения инноваций, инвестиций и экономики, интересной представляется дискуссия на Московском экономическом форуме (МЭФ) 2014 года, который утонул в старых лозунгах. Так, многие выступающие говорили о «реиндустриализации» (в переводе с латыни реиндустриализация означает повторный пере-

вод экономики на промышленные рельсы, увеличение доли крупного промышленного производства), но, похоже, они пытались найти способы повышения экономического роста. Станный выбор.

Рассматривая этот выбор, экономист Никита Кричевский отмечает, что патриотически настроенным медийным «властителям дум» или прогрессивным директорам заводов, очевидно, невдомёк, но многочисленные представители экономической науки должны бы знать, что экономический рост включает накопление (именно прирост, а не воскрешение) физического капитала и компетенций, повышение производительности факторов производства (ресурсов, средств производства, инфраструктуры, труда) и, конечно, качественное улучшение институциональной среды общества. Причём точное количественное определение вклада того или иного элемента в совокупный рост экономической науке пока недоступно. Например, вклад повышения производительности факторов производства в общий рост в 1990-е разнился от 3 % в Сингапуре и 16 % в Южной Корее до 27% на Тайване и 31 % в Гонконге. Ясно только, что в общем экономическом росте обязательно задействованы все звенья. Где в этом перечне реиндустриализация – бог весть.

И далее Никита Кричевский считает, что МЭФ, согласно позиционированию, площадка современная, рыночная, исповедующая экономическую свободу. Как столь уважаемое собрание могло опуститься до призывов, по сути, подражать сталинской догоняющей модернизации 1930-х, названной «индустриализацией»? Или российские экономические светочи подзабыли, что та индустриализация проводилась в кардинально иных условиях: от тоталитарного государственного управления, мобилизационной экономики, централизованного планирования, директивного ценообразования, государственной собственности на все и вся до использования неквалифицированной крестьянской рабочей силы и отсутствия массовых знаний?

На взгляд Никиты Кричевского, надо говорить о всеобщем оболванивании, депрофессионализации и просто о повальной торговле уже не только бюрократическими, но и производственными должностями. А ещё о научной деградации страны и фактическом уничтожении инженерной прослойки российской экономики (хотя, подозреваю, говорить об этом было некому – все ж небожители). А если кому-то в жилу порассуждать о «кознях» треклятого Запада, лучшего примера системной диверсии против России не найти.

Проведённые социологические исследования показали, что жизнью в России довольны две категории людей: те, кто не в курсе, и те, кто в доле. 68 % россиян с доходами выше среднего по стране хотели бы, чтобы их дети учились и работали за границей. 37 % хотят, чтобы их дети жили за границей постоянно. И это вызывает вопрос: «А кто будет создавать инновационные технологии?».

Сегодня Россия занимает меньше 2% в мировом ВВП. Основными статьями экспорта (по данным ФТС) является газ и нефть (70 %), первичные металлы (15 %), круглый лес (10 %), все остальное, включая оборудование, вооружение и технологии – менее 5 %. Сексуальные услуги стали в нынешней России чуть ли не второй занятостью, а более 60 % российских женщин вообще не видят смысла в интимных отношениях с партнёром, если не получают от них материальных выгод.

В рейтинге Doing business, определяющим удобство ведения бизнеса, за последний год Россия упала сразу на 7 позиций, заняв 123-е место из 183-х возможных. В рейтинге восприятия коррупции страна откатилась на десятилетие назад, став 154-й – примерно на уровне с Таджикистаном, Папуа Новой Гвинеей, Конго и Камбоджей. За последние 20 лет число общеобразовательных школ в России сократилось на 19 тысяч.

Россия вошла в десятку самых опасных стран мира для инвестиций. По мнению Political Risk Atlas 2011, Россия входит в число стран с чрезвычайно высокими политиче-

скими рисками и самой нестабильной бизнес-средой. 1,5 % населения РФ владеет 50 % национальных богатств. По данным ЦСИ «Росгосстраха», в России годовой доход более \$1 млн. у 160000 человек, годовой доход более \$100000 имеют 440000 семей. 92% крупной российской промышленности, банков и прочего – это иностранная собственность. Только в банках Швейцарии находится около \$25 млрд. российского происхождения. На 30000 питерских бездомных приходится менее трёхсот мест в ночлежках. Всего в России насчитывается 101 миллиардер с совокупным капиталом в \$432,7 млрд. Российские миллиардеры платят самые низкие в мире налоги (13 %), которые не снились их коллегам во Франции и Швеции (57 %), в Дании (61 %) или Италии (66%). Только в России налог на дивиденды по акциями ниже подоходного – всего 9 %.

По оценке аналитиков Массачусетского кризисного центра, контролировать нынешнюю территорию России населением менее 50 млн. человек невозможно чисто физически, т. к. расчётная плотность населения, в этом случае, составит менее 2,9 человек на квадратный километр. (Плотность населения США составляет 26,97 человек на квадратный километр). Учитывая все вышеизложенное, несложно предположить, что России может отказаться в этой ситуации уже через 5-7 лет.

По прогнозу известного эксперта-политолога Збигнева Бжезинского, Россия, как единое государство, прекратит своё существование. Причиной станет полный износ промышленного оборудования, электроэнергетики и жилищно-коммунальной сферы, массовая безработица, а также падение цен на нефть и, как следствие, неисполнение бюджета. Россия, скорее всего, распадётся в ближайшие годы на 6-8 государств. Новые государства станут зоной нестабильности и будут разделены на сферы влияния мировых лидеров, Об этом говорится в докладе ведущих аналитических центров, который размещён на сайте ЦРУ США.

Вышеприведённые данные безусловно не бесспорны, но заставляют ещё раз задуматься над вопросом, кто и как

будет осуществлять технологическую модернизацию России и кто будет разрабатывать и осваивать новейшие технологии, которые создаются в мире со всё нарастающей скоростью.

Здесь уместно вспомнить ощущения главы РОСНАНО Анатолия Чубайса от международного форума «Глобальное инновационное партнёрство – 2012». По его словам, на него сильное впечатление произвела профессиональная глубина понимания венчурными инвесторами и главами ассоциаций инвесторов из ряда стран Юго-Восточной Азии инновационного бизнеса. «По стратегии они давали советы, которые, на мой взгляд, очень разумны. Это говорит о степени зрелости инновационного бизнеса в Азии в целом, и в Китае в частности», – отметил тогда Анатолий Чубайс. Он признался, что его поразило тот факт, что в состав китайской ассоциации венчурного капитала, представители которой приехали на форум, входит около пяти тысяч венчурных фондов. Представители китайского инновационного бизнеса рассказывали о тех ошибках, которые может совершить государство, пытаясь напрямую участвовать в построении инновационной системы в стране. «В инновационной экономике прямые лобовые меры по участию правительства в её построении неэффективны – это то, что они сами говорят о своём опыте, сами говорят о своих ошибках в инновационной сфере, и то, что мне кажется, вполне актуально для нас. Меньше политики, больше бизнеса – существенно лучше», – вспоминал глава РОСНАНО.

Тут снова же на ум приходит опыт Израиля в деле сращивания инноваций с экономикой. В Израиле для ориентации исследователей на востребованные рынком разработки было активизировано взаимодействие израильских компаний в исследованиях и разработках с иностранными компаниями, в том числе, Транснациональными компаниями. Была запущена программа BIRD (Israel – US Binational Industrial Research and Development Fund), контрагентами в которой стали американские компании. Сейчас действует

несколько двунациональных фондов промышленных исследований и разработок (Binational Industrial and Development Fund) – с такими государствами, как США, Сингапур, Канада, Великобритания, Китай и Южная Корея. Фонд компенсирует до 50 % расходов израильских компаний в совместных исследовательских проектах с иностранными компаниями. Проекты позволяют израильским компаниям проводить разработки и решать задачи, актуальные для высокотехнологичных компаний – лидеров мирового рынка. Последние активно открывают международные исследовательские центры в Израиле («Интел», «Моторола», «Майкрософт» и другие), при этом только за 1984-92 годы число таких центров в Израиле увеличилось с 10 до 18. Отдельный вклад внесла программа создания технологических инкубаторов, реализуемая с 1991 года для поддержки проектов посевной стадии. Технологические инкубаторы создавались преимущественно рядом с университетами, которые являются источником технологий и основой появляющегося высокотехнологичного кластера, а также осуществляют финансовую поддержку проектов. Как результат – страна стала лидером в области разработки и внедрения высокотехнологичных проектов.

Шестой технологический уклад

В настоящее время технологии и знания играют большую роль в политике, военном деле и экономике и развиваются намного быстрее, нежели в конце прошлого века – цивилизованный мир входит в Шестой технологический уклад. Как указывает в своих работах профессор Георгий Малинецкий, Шестой технологический уклад основан на использовании нанотехнологий, биотехнологий, систем искусственного интеллекта, интегрированных высокоскоростных транспортных систем, глобальных информационных сетей.

Дальнейшее развитие получают следующие отрасли, находившиеся в фазе эмбрионального развития в Пятом технологическом укладе: космические технологии, гибкая автоматизация производства, атомная промышленность, авиационная промышленность, производство конструкционных материалов с заранее заданными свойствами. Согласно теории долгосрочного технико-экономического развития, в процессе замещения одного технологического уклада другим развивающиеся страны получают преимущество для осуществления рывка в своём развитии.

Определяющую роль в темпах вхождения в Шестой технологический уклад отдельно взятой страны играют технократы – высоко-квалифицированные специалисты в области техники и технологий, которые в первую очередь руководствуются своим рациональным мышлением и только затем собственными интересами. Их деятельность является ключевым фактором успешного вхождения передовых технологий в жизнь общества.

И тут встаёт вопрос: «Как вовлечь высококвалифицированных специалистов и талантливых технарей в работу в данное время в данной стране?».

Лучший способ – не принуждать талантливых людей силой работать на благо общества, а создать для них условия, которые будут мотивировать их остаться и работать здесь. Основные мотиваторы для талантов описал в своём исследовании теоретик менеджмента Дэн Пинк. Всего мотиваторов четыре.

Первый – материальный: комфортное место проживания, благосостояние семьи, безопасность, хорошая школа для детей, качественное медобслуживание, удобные условия для работы и т. д. Особенно важно это для многолетних проектов. Условия жизни должны быть сопоставимы с жизнью за рубежом. В такой логике делается проект «Инополис» в Татарстане, задуманный для IT-специалистов со всей России. Но с креативными людьми такая мотивация действует только до определённого уровня, пока не получены разумные базовые условия жизни. Только день-

гами и материальными благами необходимых для успеха людей заинтересовать невозможно.

Второй мотиватор – autonomy (автономность). Это самая недопонимаемая во многих странах, особенно в России, концепция, предполагающая прозрачность процесса и независимость в принятии решений. Для креативных людей это принципиально важно. У них должна быть свобода креативного выбора как минимум на достаточно большой площадке. А за её пределами право решать и судить надо давать независимым и авторитетным экспертам. К примеру, в Российском квантовом центре ключевые решения принимает совет из 14 уважаемых учёных в этой области. Он оценивает кандидатов на позиции, направления и результаты исследований. Совет независим, его члены – учёные из топ-30 отрасли, а девять человек входят в топ-100 мировых физиков. В самом центре они не работают и от него не зависят. Обычно в России научный менеджмент поставлен не так: решения принимают администраторы или учёные, получающие бенефит от реализации проектов.

Третий мотиватор – mastery: желание до бесконечности улучшать свои умения и таланты. Благодаря технологиям наша планета стала совсем маленькой, а амбициозные люди стремятся соревноваться в своём деле на мировом уровне. Талантливые люди хотят быть лучшими в своём деле в мире, а не только внутри страны. Поэтому на больших промежутках интересными могут быть только проекты, конкурирующие глобально. Например, создание компаний и продуктов, подобных Huawei, продающихся на глобальном рынке, намного интереснее для настоящих лидеров, чем что-то ориентированное только на Россию. Именно mastery – главный драйвер развития открытых технологий (Linux, Wikipedia, MySQL, PHP, Apache и др.): лучшие специалисты создают их, не получая денег.

Четвёртый мотиватор – purpose (цель, стремление). Людям важен смысл того, что они делают. Важно, чтобы проекты были глобальными, долгосрочными, значимыми и

амбициозными – заметно и существенно затрагивали много людей и организаций. Вспомните девиз Стива Джобса: «To put a ding in the Universe».

Создание системы, основанной на принципах сравнительного удобства работы и жизни, autonomy, mastery и purpose, позволит удержать в стране талантливых людей и сделать их работу эффективной. Даже такая сложная история, как импортозамещение, может оказаться полезной, если позволит запустить достаточно амбициозные, глобальные и долгосрочные проекты, в которых в перспективе могут быть заняты десятки, а то и сотни тысяч человек, создающие вокруг себя целые экосистемы.

Если несколько с другого ракурса посмотреть на поступь по миру Шестого технологического уклада, то эта промышленная революция в значительной степени будет вредить развивающемуся миру. Более эффективное, гибкое производство находится ближе к конечным пользователям, подрывая преимущества низкой стоимости рабочей силы. Интерес к большой части развивающихся стран, где низкая стоимость производства преобладает, будет уменьшаться. В странах, где это не широко распространено, например, большая часть Африки и Ближнего Востока, будет ограничен потенциал для более крупной обрабатывающей промышленности низкого уровня.

Конечно, всегда будет большой рынок для дешёвых трудовых производств, товаров промышленного назначения низкого уровня – даже если Промышленный Интернет будет широко реализован и усовершенствован – но развивающиеся страны не будут в состоянии привлечь столько же инвестиций в производство низкого уровня. Как в своё время получилось у Японии, Южной Кореи, Тайваня, Китая и послевоенной Германии, где производство низкого уровня явилось крайне важным для развития их промышленной базы ускоренными темпами, чтобы они могли догнать и превзойти опережающие их в экономическом отношении страны. В наше время на дешёвой трудовой силе и техно-

логиях вчерашнего дня вряд ли удастся добиться экономического роста.

Но влияние технологий Шестого экономического уклада на развитие страны в целом не однозначное. Это уже поняли в Китае, где одну из ветвей Шестого технологического уклада – глобальные информационные сети, где одной из составляющих является промышленный интернет вещей – принялись укорачивать.

Тут руководство Китая пытается уравновесить два конфликта интересов. С одной стороны, самый большой страх Пекина – общественные беспорядки, и управление социальными эффектами любых изменений на его многочисленной миграционной рабочей силе является высшим приоритетом Пекина.

С другой стороны, вождям Поднебесной известно, что во многих прибрежных городах страны затраты на трудовую силу становятся чрезвычайно высокими. Многие низкого уровня производственные рабочие места не могут оставаться в Китае из-за низких расходов на оплату труда в других странах, в основном в Юго-Восточной Азии.

Пекин знает, что должен приспособиться, чтобы предотвратить свою собственную версию оффшоринга, и сделал приоритетом повышение своей промышленности до того же уровня, как соседние Южная Корея, Тайвань и Япония. Один из вариантов по этой части для Китая – промышленные роботы. Китай – наиболее быстро растущий рынок в мире для промышленных роботов. Он быстро становится страной с большинством подключённых к Интернету устройств и добивается значительных успехов в принятии совокупного производства. Однако риск для Пекина состоит в том, что эти изменения происходят слишком быстро, вызывая краткосрочные трудовые нарушения, которые требуют быстрого вмешательства руководства страны.

Для Китая интеграция интернета в производственный процесс может считаться расширением недавнего быстрого развития его промышленных технологий и секторов информационно-коммуникационных технологий.

Хотя Китай отстаёт от Запада в ряде областей традиционной науки и техники, но он становится все более конкурентоспособным в передовой технике и высоких технологиях, и может очень скоро конкурировать со всеми в этих областях, включая и лидера – США. Так, Weibo, китайский сайт-блог, даже создал компьютер, который превзошёл Google и Microsoft на соревновании по искусственному интеллекту.

Конечная цель Китая – перепрыгнуть традиционные эволюционные процессы в производстве, как сделали Южная Корея и Япония, и перейти к автоматизированным комплексным и гибким производственным процессам, которые могут конкурировать с любой страной на всех стадиях производства, начиная с промышленного и кончая индивидуальным.

В эру Шестого технологического уклада целями инновационной политики ведущих стран мира являются увеличение вклада науки и техники в развитие экономики, обеспечение прогрессивных преобразований в сфере материального производства, повышение конкурентоспособности национальных продуктов на мировом рынке, укрепление национальной безопасности и обороноспособности своей страны, улучшение экологической обстановки.

Реализация инновационной политики экономически развитых государств происходит в рамках непрерывного процесса создания инноваций. Процесс создания инноваций определён как основа социально-экономического развития современного общества. Основными компонентами структуры этого процесса являются: инновация, инновационный процесс, инновационная деятельность, инновационный инжиниринг, инновационный инженер и его профессиональная подготовка.

При этом в каждой стране формируется своя инновационная модель.

В Израиле большая часть инновационной экономики заканчивается на фиксации и последующей продаже прав на новую интеллектуальную собственность, там почти нет

крупных фирм, нацеленных на производство высокотехнологичного продукта.

В Японии и Южной Корее, напротив, не очень много малых инновационных бизнесов.

В некоторых странах крайне слабы фундаментальные исследования, но есть инновационная экономика, ориентированная на новые технологии.

Выбирая цели и приоритеты инновационной политики, государство должно идти от реальности, в том числе от имеющегося задела и формируемого отечественного и мирового спроса. Роль государства в содействии подключения инновационных процессов к экономике крайне важна, но дело это чрезвычайно тонкое, здесь наряду с общемировыми закономерностями и процессами надо всегда принимать во внимание особенности традиций, обычаев и менталитета, присущих конкретной стране. Иначе из этого роя не выйдет ничего.

Прорывные технологии – основа экономики шестого технологического уклада

А что привнесут в ближайшей перспективе достижения высоких технологий в жизнь рядового обывателя, работу производственных компаний и экономику государств, рассказал основатель и президент группы компаний «Элеккард» Андрей Поздняков, чьи мыслепостроения заслуживают внимания, а потому приводятся в данной главе с рядом дополнений и обобщений от авторов этой книги.

Что такое технологический взрыв?

Технологический взрыв – это комбинация технологий, которые дают возможность предпринимателям или компаниям создавать новые продукты и сервисы, с двумя характеристиками. Первая – они создают новые рынки, вторая –

уничтожают или радикально изменяют существующие отрасли индустрии.

В случае с цифровыми камерами – они уничтожили плёночные камеры. В случае технологий мобильных приложений для поиска, вызова и оплаты такси или частных водителей типа Uber – они не уничтожили, но радикально изменили вчерашнюю индустрию такси. Тотальное уничтожение не обязательно. Возможна радикальная трансформация.

Самые умные, как правило, не могут предсказать прорывы, пока они не произошли. В 1985-м крупнейшая телекоммуникационная компания мира «AT&T» наняла фирму «Маккензи и Ко» и задала ей один вопрос: каков будет рынок мобильных телефонов в ближайшие 15 лет? В AT&T хотели знать, стоит ли вкладываться в новые рынки, и, если – «да», то насколько решительно. В Маккензи пошли думать, обсуждать, прогнозировать, в общем, готовить предсказание экспертов за круглую сумму. В результате вынесли вердикт: «Число подписчиков мобильной телефонии в Штатах в течении 15 лет составит 900 тыс. человек». В реальности оказалось 109 миллионов. Это не маленькая ошибка, они ошиблись в 120 раз. Так что AT&T не пошла на рынок мобильной связи и осталась со своим бизнесом проводной связи. А стоимость бизнеса 15 топ-компаний, которые пошли в мобильную связь составила почти 2 триллиона долларов. То есть для AT&T это была потеря потенциальных возможностей в триллионы долларов. Как обычно, именно эксперты и знатоки инсайдерской информации отрицают возможность взрыва. Эксперты всегда найдут сто тысяч объяснений, почему такого не может быть.

Вот что интересно – сам концепт, используемый уже насколько десятилетий гуру высоких технологий не объясняет несколько недавних технологических взрывов. Например, Uber. Классическая модель прорывной технологии – начинаете делать нечто более дешёвое, чем существующее предложение на рынке, ваш продукт разви-

вается быстрее, чем рынок в целом, становится качественно лучше рынка и – хоп!, прорыв пошёл. Но вот когда пришёл Uber, он был сразу и дешевле, и быстрее, и лучше, чем традиционное такси – взрыв на рынке пассажирских перевозок, необъяснимый в рамках классической теории прорывных технологий.

Технологический взрыв в 5 тезисах

1. В течение ближайших полутора десятилетий мир, в котором мы живём, необратимо изменится в результате технологического взрыва, который уже начался.

2. Технологический взрыв – это комбинация технологий, создающих новые рынки или радикально трансформирующих старые.

3. Прорывные технологии сегодня – это накопители энергии, электромобили, беспилотные автомобили, солнечная энергетика. Есть и другие.

4. Радикально изменяются также бизнес-модели. Пример – Uber.

5. В прекрасном новом мире будет проблема с людьми. Те рынки, на которых они могут что-то делать, исчезают. Людям надо будет чем-то занять. Это – проблема.

Всем хорошо известны картинки, иллюстрирующие прогресс – экспонента или даже гипербола от первых каменных скребков миллион лет назад, до айфонов и марсоходов в наши дни. Понятно, что на самом деле это не совсем экспонента, а скорее последовательность S-образных кривых – медленный рост-взрыв-затухание и опять медленный рост-взрыв. Последний взрывной рост, который мы наблюдали – это цифровые технологии: компьютеры, затем персоналки, интернет, цифровое аудио, мобильная связь, цифровое видео, соцсети, мобильный интернет, смартфоны. Эта история уже вышла на насыщение. И понятно в общих чертах, что будет следующим прорывом – робототехника и новая энергетика. Вопрос только в сроках.

Закон Мура, выполняется уже десятилетия – количество транзисторов в процессоре на один доллар удваивается каждые два года. Через двадцать лет рост в тысячу раз, через сорок — в миллион. Из-за этого роста, а вся Силиконовая долина на нем основана, вычислительная мощность становится настолько дешёвой, что меняет все вокруг. Именно по этой причине Силиконовая долина совершает прорывы в таком количестве индустрий.

Закон Мура не единственная экспоненциальная технология в последние двадцать-тридцать лет. Data storage, digital imaging, bandwidth, то есть хранение данных, цифровая обработка изображений, пропускная способность, если по-русски – все это те же типы технологий. Когда нескольких подобных технологий собираются в одном продукте, тогда может получиться смартфон — iPhone и Android, которые появились в один год. Причина – конвергенция технологий, которые сделали возможными обе истории. Далее, эти две платформы сделали возможным новые прорывы, например Uber, AirBnb и так далее.

Прорывные технологии в действии

В качестве иллюстраций вставания в экономику прорывных технологий Андрей Поздняков приводит энергетику и транспорт. Хотя можно взять, и медицину, и связь, и космос, и многое другое – важен не столько сам пример, сколько механизм его действия: собираете несколько ключевых экспоненциальных технологий и за 10-20 лет получаете прорыв независимо от типа индустрии.

Все, у кого есть ноутбук или смартфон, использует Li-ion аккумуляторы. Начиная с 1995 до 2010 года литий-ионные батареи улучшались в среднем на 14 % в год, рассчитывая в долларах на киловатт-час. В 2009 году произошло нечто весьма примечательное – началось использование Li-ion батарей в двух новых индустриях: в автопроме и энергетике. Инвестиции стали нарастать, разработки ускоряться, за 5 лет с 2009 до 2014 года удешевление квт-часа составило

уже 16 %, а за последние полтора года, уже превысило 16% в год.

Как люди умудряются снижать стоимость столь быстро – 16 % в год! Возьмём батарейку от смартфона. В электромобиле Model S установлено 7000 батареек, подобных смартфонным. Они производятся так: литий добывается в Чили/Аргентине/Австралии, отправляется в Китай, очищается до 99 %, далее отправляется в Японию или Корею, в данном случае в Корею (Самсунг), там его упаковывают в соответствующий корпус и отправляют в Калифорнию, где Тесла вставляет 7000 таких батареек в одну Model S. Только сведением цепочки поставщиков в одно место – город Рино в штате Невада – Тесла понижает стоимость производства на 30-50 % в течение трёх лет. И это ещё не включает технических инноваций. Согласно Илону Маску они дадут ещё минимум 5 % в год. Вот что будет двигать цены вниз следующие несколько лет.

Другая сторона также очень важная в прорывах – инновации в бизнес-моделях. Скажем технологии для такси Uber – это прорыв в бизнес-модели. Они используют автомобили, смартфоны, облако – инфраструктуру других людей, вырезают неэффективных посредников – и прорыв. Онлайн-площадка для размещения, поиска и краткосрочной аренды частного жилья по всему миру Airbnb – это тоже прорыв в бизнес модели.

Так что бизнес модель может быть прорывной. Как это происходит в области накопления энергии? Простой пример. В Силиконовой долине появляются компании, которые предлагают накопление электроэнергии как сервис. В магазине 7-Eleven стоят холодильники с напитками, кто-то заходит внутрь, хочет воды – открывает дверцу, при каждом открытии дверцы происходит запуск охлаждающего агрегата, что вызывает пиковое потребление энергии. Стоимость пиковых нагрузок значительна и составляет примерно 50 % того, что 7-Eleven платит за электричество. Просто взяв батарею и поместив её в такой магазин, получим экономию от 10 до 50 % электроэнергии за счёт эф-

фективного управления расчётами за электричество. При том же самом общем потреблении. Бизнес-модель – никакой предоплаты. 7-eleven не несёт ни технологического, ни финансового риска, просто начинает экономить.

Компании нового типа становятся очень успешными с помощью инноваций в бизнес-моделях, чисто благодаря разумному управлению технологическими процессами в кампании. Тот же пример с оплатой потребления электроэнергии. В Штатах к 2020 году стоимость сервиса по хранения электричества, необходимого на один день потребления – 30 киловатт-часов – будет стоить \$1,2 в день. На самом-то деле не нужно резерва на целый день, чтобы кардинально изменить счёт за электричество. В Аризоне публичные сервисы чарджат в летние пиковые часы – с трёх до семи – 50 центов, а в полночь – только пять центов. Так что если у кампании есть всего четыре часа резервирования, то можно экономить половину стоимости электричества. Потому что электроэнергия будет покупаться в полночь, а использоваться днём. Четыре часа резервирования в 2020 году будут стоить \$6 долларов в месяц.

Инновации в бизнес-моделях и инновации в технологиях, обе могут быть прорывными. Масштабные системы резервирования позволяют покупать ночью, а потреблять днём, вместо того, чтобы использовать пиковые генераторы. В Техасе планируется огромная система резервирования ценой 5 миллиардов долларов, она будет экономически оправданной при цене хранения 350 долларов за киловатт-час. Но уже сейчас цена резервирования менее чем 350 долларов за киловатт-час. Компании, работающие в этом бизнесе, заявляют, что после 2020 ни одного нового пикового генератора не будет построено.

Следующий большой технологический прорыв – электромобили. «Консьюмер репорт» в 2013 году заявил, что электромобиль Tesla Model S – лучшая из всех машин когда либо произведённых. Не самый лучший электромобиль, а лучший автомобиль вообще. В этом рейтинге Тес-

ла набрала 103 из 100 возможных. И это самый продаваемый большой люксовый автомобиль в Америке. Тесла победила BMW, Audi и прочих.

Являются ли электромобили прорывом? Это новые Феррари и Порше или это прорыв в индустрии в целом?

Эффективность двигателя внутреннего сгорания порядка 20 %. 80 % энергии, запасённой в баке, улетает просто в дым, в обогрев атмосферы. Электромотор обладает эффективностью 90-95 %. В четыре раза более эффективен. Само по себе это ещё не обеспечивает прорыва, но если добавить тот факт, что электричество ещё и значительно дешевле, то электромобиль будет расходовать на километр по стоимости в 10 раз меньше, чем автомобиль на углеводородах. В десять раз! Когда что-то изменяется в 10 раз — это потенциальный прорыв. А если вы будете заправлять его собственной энергией, то это вообще бесplatно.

Одной из составляющих прорывных технологий является обслуживание. Взять автомобиль с двигателем внутреннего сгорания. Это более 2000 движущихся частей. В Tesla Model S их всего 18! Восемнадцать движущихся частей. Менее одного процента от ДВС. Что это означает? Обслуживание! Обслуживание не стоит просто ничего. Поэтому Тесла даёт гарантию на бесконечный пробег. Нулевая стоимость обслуживания. С нулевой стоимостью невозможно конкурировать! (Оставим эмоции на совести автора этого заявления – основателя и президента группы компаний «Элекард» Андрея Позднякова – но, по сути, он прав: стоимость инновации зачастую оказывается определяющим фактором её стремительного вхождения в нашу жизнь в условиях рыночной экономики).

Электродвигатель намного мощнее, чем ДВС. Тесла сравнима с суперкарами в миллион долларов, такими как Феррари или Макларен. Машина за одну десятую их цены. Просто потому, что она на электроприводе. Вот как происходит взрыв. Сотню лет автопром говорил нам – хотите большую производительность, платите большие деньги,

хотите среднюю – платите средние. А теперь никакие бензиновые или дизельные автомобили больше не могут конкурировать. С этим невозможно конкурировать. Производительность Порше по цене Бьюика. Дальше этой точки ни Порше, ни Бьюик, не смогут конкурировать. Больше производительности за меньшие деньги.

«Знаете, что произойдёт?», – задаёт вопрос президент «Элекарда», и сам же на него отвечает. Аккумулятор – наиболее дорогая часть электромобиля. Начинаем с Теслы за 75 килобаксов в 2013 году, электромобили за 35-40 килобаксов получим в 2017-18. Минимальная дальность пробега на одной зарядке должна быть 320 километров, все что меньше — не пойдёт в мейнстрим, так что эти вычисления основываются на 320 километровом пробеге. 35-40 килобаксовая машина с пробегом 320 км к 2017-18, в 2020 такая же за 30 тысяч долларов. Это очень важная точка. Средняя новая машина в Штатах стоит 33 тысячи долларов. К 2020 году, или даже ранее, если удешевление аккумуляторов ускорится, в два раза более мощные электромобили будут дешевле при покупке, при этом они будут в десять раз дешевле по топливу и в десять раз дешевле в обслуживании. Так же цифровые камеры уничтожили плёночные. После этой точки не имеет смысла платить больше денег за менее мощный ДВС-автомобиль, который в десять раз дороже в обслуживании. Это переломный момент. Переломный момент в автопроме случится в 2020 году или даже в 2019-м. К 2022 году это произойдёт и в нижнем ценовом диапазоне. Индустрия сможет предложить 20 килобаксовые электромобили. К 2025 все новые автомобили будут электрическими. Все новые автобусы, грузовики и тракторы будут электрическими. Все, что движется на четырёх колёсах будет на электроприводе к 2025 году. Во всем мире, не только в Штатах.

GM представила Chevy Bolt с пробегом 320 км за \$37500 в начале 2017 года. Форд объявил о вложении \$4,5 миллиардов в электромобили. Они переносят туда практически все развитие. Они ещё и собираются стать компанией мо-

билити сервисов. Форд собирается не только производить электромобили, но и стать чем-то вроде Убер в своей епархии. То же самое про GM, они уже вложили 0,5 миллиарда в Lyft – конкурента Убера и только что купили за миллиард компанию-разработчика беспилотных автомобилей.

Однако, что бы ни делали автогиганты, на самом деле не имеет большого значения, потому что большинство прорывов происходит с другой стороны. Foxconn объявила о вложении миллиарда долларов в разработку электромобиля. Foxconn – та компания, что делает айпэды. Apple делает электромобиль, Убер делает электромобиль, Google. Целый ряд компьютерных компаний пошёл в этот рынок.

Почему? Да потому, что электромобили это компьютеры на колёсах. У них 20 движущихся частей и они движимы в большей степени компьютером, чем человеком. Это серьёзный прорыв новых технологий. Но вот ещё более серьёзный.

Беспилотники – это не будущее. Они уже здесь. Сегодня на дорогах общего назначения уже сотни беспилотников. У гугломобилей нет рулевого колеса и педалей, они полностью автономны, и успешно передвигаются не только по хайвеям, но и в городах. Автоконцерны, выпускающих традиционные автомобили, агрессивно инвестируют в беспилотники. Многие уже анонсировали на 2018-2020 годы автомобили уровня 4 – люди не требуются никогда. Tesla на 90 % беспилотник и станет стопроцентным в 2018 году. Ниссан готовит беспилотник на 2018 год.

Когда же произойдёт этот прорыв, и насколько он изменит окружающий мир? Тут, опять же, стоит проанализировать скорость снижения стоимости основной технологии, используемой в беспилотниках.

Беспилотный автомобиль видит окружающий мир с помощью лидара (устройства, работающего по технологии получения и обработки информации об удалённых объектах с помощью активных оптических систем, используя

щих явления поглощения, и рассеяния света в оптически прозрачных средах), который делает миллионы замеров в секунду на 360 градусов вокруг, анализирует отражённый сигнал и делает выводы, где дерево, где другой автомобиль, а где кошка. В 2012 Гугл анонсировал цену своего беспилотника в 150 килобаксов, где 70 была стоимость лидара. 2013 год – следующее поколение лидаров стоило 10 тысяч долларов. В 2014 году представлен лидар за \$1000. А следующее поколение будет стоить \$90 и будет размером с почтовую марку.

Но самое главное в беспилотнике – это бортовой компьютер. Тут для наглядности можно сравнить самый быстрый в мире суперкомпьютер 2000 года производительностью немного более одного терафлопа, занимавший целый зал и стоивший 46 миллионов долларов и современную 2-терафлопную GPU карту за 59 баксов от NVIDIA. С 50 миллионов до 50 долларов за 16 лет! Бортовой компьютер для автомобиля без водителя готов. Готов ли рынок?

Свои исследования на этот счёт, охватывающие весь цивилизованный мир, представил ведущий производитель сетевого оборудования – компания Cisco. По данным от Cisco, в Бразилии 95 % населения готовы прямо сейчас пользоваться беспилотниками, да и подавляющее число жителей других стран, представляющих более половины населения Земли, уже готовы послать подальше существующую систему транспорта. Почему? – Кто пробовал водить машину в некоторых местах нашей планеты, тот понимает — почему. Но транспорт без водителя – это лишь одна грань беспилотников.

Суть беспилотников, как одной из прорывных технологий, которые в ближайшем будущем войдут в жизнь большинства представителей нашей цивилизации и разительно изменят экономику стран мира – не столько просто доставка грузов и пассажиров, сколько сервис, инфраструктура, которая сформируется вокруг технологий передвижения без человека в качестве водителя.

Одна из сторон этого вопроса – мы тратим кучу денег на покупку автомобиля, и он простаивает 96 % времени. Паркинги в городах могут стоить даже дороже чем сам автомобиль. Средний американец тратит 12 тысяч долларов в год на все расходы, связанные с владением автомобилем, и при этом использует его только 4 % времени. Любая индустрия с 4%-й утилизацией ждёт прорыва. Этот прорыв обеспечивается всеми технологиями, которые поддерживают друг друга, а эффективность этого прорыва – использование авто не 4 %, а 60-80 % по времени. Прорыв в эффективности использования.

Не важно, кто соединит эти два концепта: беспилотный автомобиль и автомобиль как сервис – и поднимет использование автомобиля с 4-х до 60-80 %. Автомобили в личном пользовании уходят со сцены. GM вложила 500 млн. долларов в Lyft, купила за миллиард стартап Cruise Automation, разрабатывающий беспилотники. И, что более важно, начала пилотные проекты собрав все три технологии – электромобили, беспилотники и автомобиль как сервис. Когда это случится, мы получим тот же уровень сервиса за 10% цены владения собственным автомобилем.

Другая проблема нынешней цивилизации, решаемая посредством беспилотников – рациональное использование городских площадей. Средний американец тратит 12 килобаксов в год на то, чтобы проехать в среднем 12000 миль в год. Если предложить тот же сервис за 1200 долларов, то это сэкономит 11 килобаксов в год. Вместо простоя на парковке, автомобили станут ездить. 90% паркингов, особенно в центре города уйдут в прошлое, потому что автомобили будут все время в пути, вместо того чтобы стоять. Утилизация растёт, паркинги исчезают, стоимость за километр пробега падает в десять раз. Концепция частного владения автомобилем выходит из употребления. Общее количество легковых автомобилей падает на 80 %.

Три направления прорыва в индустрии автоперевозок: от двигателя внутреннего сгорания к электромобилю, от человека за рулём к компю за рулём, от автомобиля в соб-

ственности к автомобилю-сервису. Все это вместе даёт прорыв. К 2030 году все транспортные средства – автомобили, автобусы, грузовики, трактора будут электрическими, беспилотными и работать как сервис.

Последнее, но самое важное – чем все это запитать. Солнечная энергетика – это технология, а не энергетический ресурс. И, как всякая кремниевая технология, она упала в цене в 200 раз с середины 70-х годов прошлого века. Количество инсталляций, соответственно, растёт в два раза каждые два года. По крайней мере с 1990 года. Сколько удвоений потребуется, чтобы солнечная энергетика обеспечила 100% всех потребностей человечества в энергии? Ещё всего лишь семь удвоений. Это ещё 14 лет, и солнечная энергетика обеспечит 100 % потребностей человечества.

Но может ли такое быть? Сможем ли мы и в самом деле обеспечить такую скорость роста? Сравним солнце с основными источниками энергии, которые выросли с 70-х в цене в 6-16 раз. Это означает, что за сорок с гаком лет солнечная энергетика улучшила свою экономику в 2100 раз по сравнению с нефтью, или в 1300 раз по сравнению с углём. И цена её продолжает падать. Инновации в бизнес-моделях здесь также крайне важны.

В Штатах и в коммерческом, и в частном секторе развивается модель «Нулевых Вложений». К вам приходит компания, которая устанавливает панели на крышу, она за это платит, она их обслуживает, и она ими владеет. Вы не несёте никаких технологических или финансовых рисков. Благодаря этой бизнес-модели финансирования в Северной Америке рынок солнечной энергетики рванул вверх с невиданной силой.

Инновации в бизнес-моделях очень важны. В солнечной и ветроэнергетике применяются множество новых бизнес-моделей, и на протяжении множества лет повторяется мантра о Grid Parity – уравнивании цен – ценовой точке, когда цена солнечного электричества с крыши сравняется с ценой электричества из розетки. Grid Parity это очень

важно, но это ещё не переломный момент. Аккумуляторы, электромобили, беспилотники, солнечная энергетика – все это технологии. Кривая внедрения технологий это не прямая. Все технологии развиваются по S-образной кривой. Могут пройти десятилетия пока технология дорастёт до точки перелома, но когда это произойдёт, внедрение резко ускорится до тех пор, пока не насытит 80 % рынка. В течение нескольких месяцев, года – хоп, прорыв произошёл. Как Кодак исчез за два года, как лошади пропали с улиц за 13 лет – это S-образная кривая развития инноваций.

Что же является точкой перелома для солнечной энергетики? Это не Grid Parity, но God Parity – божественное уравнивание. God Parity – это точка, в которой стоимость солнечного электричества с крыши, независимо от того, где вы находитесь – в Осло с 900 часами солнца в год, в Сан Франциско с 1600, в Сантьяго с 2400, или там, где солнца вообще выше крыши – в некоторой точке стоимость электричества с крыши, становится меньше стоимости передачи. Стоимость электричества с крыши станет меньше стоимости передачи, даже если централизованная генерация не будет стоить вообще ничего. Если через 20-30 лет станет возможным приручить термоядерный синтез по нулевой цене, он не сможет конкурировать с солнечным электричеством с крыши, потому что сгенерированную энергию ещё надо доставить потребителю, и даже при комнатной сверхпроводимости потребуются прокладка магистралей для доставки электроэнергии её конечному потребителю, за что ему придётся платить. А если у него под рукой источник энергии, за который он платит только при монтаже, а дальше пошли все в баню, то все туда и пойдут со своей ежемесячной абонеткой за предоставление услуг за доставку электроэнергии.

И это случится на всех крупных мировых рынках после 2020 года, если тенденция не изменится ещё круче. Солнечная энергия плюс аккумулирование, а аккумуляторы дешевеют даже быстрее, чем солнечные панели, по стоимости станут дешевле передачи электроэнергии по кабе-

лям и проводам. Это станет точкой перелома на S-образной кривой прихода в нашу жизнь новой энергетики. Австралия уже в этой точке. Солнечное электричество с крыши у них уже дешевле стоимости доставки от централизованного генератора. Все варианты централизованной генерации электроэнергии (уголь, газ, атомные станции) уходят в прошлое, потому что не могут конкурировать с индивидуальной солнечной энергетикой, даже если стоимость их производства станет равна нулю. Из-за расходов на доставку, от которых никуда не деться, если генерация и потребление разделены десятками километров. Если, конечно, миру не явятся новые технологии, когда люди смогут обходиться без внешних источников энергии по типу «батарейки богов» – источника энергии внутри организма человека, который бы обеспечивал его жизнедеятельность без воды, пищи и кислорода. Ну, то уже даже не фантастика на сей момент, а просто научная ересь.

Возвращаясь из солнечного мира в век прагматизма, натыкаешься на вопрос: «Как насчёт крупных потребителей электроэнергии? Что происходит с ними на заре солнечной энергетике?» А происходит вот что. Уже сейчас происходит – 5 центов за киловатт-час! В Неваде — 3,9 цента за киловатт-час. Ничто, никакой источник электричества уже не сможет никогда конкурировать с этими ценами. Электричество по пять центов за квт-час эквивалентно нефти по \$10 баксов за баррель, или газу по пять. И цена солнечного электричества продолжит падать в обозримом будущем.

Ну и какой из всего этого вывод? – Мы уже здесь. Все технологии, о которых рассказывалось – аккумуляторы, электромобили, беспилотники, солнце – все сегодня занимают лишь процент или меньше. И что говорят эксперты? Они говорят: «Этого не может быть, это просто не может произойти так быстро!». Но если мы внимательно проанализируем изменение стоимости прорывных технологий, то поймём – оно происходит, прорывные технологии входят в нашу жизнь, и очень быстро входят. И очень быстро ста-

нут, такими же привычными для нас, как сейчас мобильники, про которые двадцать лет назад обыватели слыхом не слыхивали. Точка перелома наступит в течение 2-5 лет на всех этих рынках. Аккумуляторы, электромобили, беспилотники, солнечная энергетика – к 2030 году все уже кончится, станет не прорывом, а обыденностью. Это, в общем-то, уже и не будущее, это то, что происходит прямо здесь и сейчас.

Обратная сторона прорывных технологий

Эксперты прогнозируют, что в результате пришествия в экономику высоких технологий на рынке труда останется масса невостребованных людей. Те рабочие места, на которых они могут что-то делать, исчезают. При этом все говорят, что у людей должен сохраниться гарантированный безусловный доход. Всем людям надо будет иметь деньги, чтобы хватало на еду, на жилье, на одежду. Но вопрос не только в деньгах, которые нужно выплачивать. Вопрос в том, чем этих людей занять. В общественное сознание внедряются всякие идеи, типа как хорош хэндмэйд – то, что сделано руками. Это специальная целенаправленная работа, чтобы у людей был какой-то мелкий бизнес, какое-то занятие.

Было проведено специальное исследование, чем занимаются разные богатые бездельники, что они делают после того, как получили большое наследство? Выяснилось, что многие любят сажать лучок, картошечку на маленьких огородах, вино делать своё. Домашнее сельское хозяйство, в общем. В этом направлении, как занять людей, ведётся уже серьёзная целенаправленная работа.

Но наряду с тем нет-нет, да и мелькнёт в СМИ статья, интервью или телереплика об искусственном интеллекте, как одном из продуктов прорывных технологий. И направленность материалов носит, по большей части, негативный характер. Страшилки больше идут, а не восторженное изумление перед мощью человеческого разума или спо-

койный и непредвзятый анализ перспектив создания искусственного интеллекта.

Что и кто стоит за причитаниями об угрозе создания искусственного интеллекта? Ведь никто не убивается по поводу того, что подъёмный кран поднимает больше, автомобиль бежит быстрее, калькулятор считает лучше. Почему начинается такая возня вокруг искусственного интеллекта? Что за этим стоит? Обострившийся комплекс неполноценности отдельных представителей рода человеческого? Экономические интересы определённых группировок? Стремление затормозить процесс, а самим тихой сапой выйти в мир с технологиями, дающими в руки рычаги управления всем мировым сообществом? И кто за этим стоит? Интеллектуалы, радеющие за судьбы мира? Воротины бизнеса, почуявшие запах большой наживы? Младые политики, рвущиеся к мировому господству? Или кто-то ещё, о ком и помыслить страшно?

На сегодня бояться надо не искусственного интеллекта, а естественного. Чего стоят такие возможности современных коммуникационных технологий, как дистанционная работа над проектами. Люди друг друга в глаза не видят, чёрт знает, кто, чем занимается и что в конечном итоге получится. Злой гений может втянуть ничего не подозревающих бедолаг в такой проект, что всем тошно станет после его реализации, а никто из участников проекта так никогда и не узнает, что участвовал в бесовском деле.

А потому, может, и правильно, что пугают нас нашими же возможностями? А то ведь одно из самых знаменательных событий XX века – познание механизма синтеза вещества – привело не к зажиганию нового светила над нашей планетой во благо всего человечества, а породило водородную бомбу, что недвусмысленно продемонстрировало: человечеству ещё рановато называться цивилизованным сообществом, поскольку любое своё достижение оно в первую очередь пытается опробовать на черепе ближнего своего. И, упаси боже, какому-нибудь умнику изобрести сейчас Машину Времени. Достанется тогда от

нас и предкам и потомкам. Нашествие варваров покажется древним римлянам игрой в «Зарницу».

Но это уже больше относится к вопросам порядка «Инновации и политика», которые будут рассмотрены в соответствующей главе данной книги. А подытоживая тему «Инновации и экономика» стоит напомнить утверждения, приведённые в начале данной главы: «Мы живём в эпоху неограниченных возможностей. Мы меняем нашу экономическую систему в глобальных масштабах. Грядёт могущественная сила, способная смести большую часть существующего бизнес-мира». С этим можно не соглашаться напрочь, с этим можно спорить до бесконечности, это можно просто принять на веру. Но с чем стоит согласиться безоговорочно – без инноваций, технического прогресса людское сообщество не стало бы человеческой цивилизацией, и мы бы тут про экономику с высокими технологиями не рассуждали – сидели бы на пальмах, животной жизнью наслаждаясь.

FOR AUTHOR USE ONLY

3.2 Инновации и общество

Перед тем, как углубиться в тему «Инновации и общество» обратимся к суждениям на эту тему редактора одного из популярных и авторитетных в сети сайтов про инновации Geektimes Ивана Сычёва.

Иван Сычёв пишет: «В общепринятом представлении инновации – это технологии, появляющиеся из ниоткуда и переворачивающие мир с ног на голову, как это было с домашними компьютерами и смартфонами. На самом деле для любой страны они случаются благодаря выстроенной национальной инновационной системе. Инновации – нечто большее, чем наука и технологии. Так и инновационная система – это не только элементы инфраструктуры, непосредственно связанные с продвижением науки и технологии.

Национальная инновационная система включает в себя экономические, политические и другие социальные институты, влияющие на инновации – национальную финансовую систему, законодательство о регистрации предприятий и защите интеллектуальной собственности, довузовскую систему образования, рынки труда, культуру и специально созданные институты развития.

Английский экономист Кристофер Фримэн определил национальную инновационную систему как «сеть учреждений в государственном и частном секторах, деятельность и взаимодействие которых инициируют, импортируют, модифицируют и распространяют новые технологии». От развитости инновационной системы зависит успех страны в различных сферах, её конкурентоспособность на внутреннем и внешних рынках. Понимание происхождения, развития и функционирования национальной инновационной системы помогают законодателям и экспертам выявлять сильные и слабые стороны системы и вносить изменения, повышающие эффективность создания инноваций.

Из-за множества факторов ни одна инновационная система страны не похожа на другие. Каждая система уникальна. Этих факторов несколько:

- Бизнес-среда.
- Регулятивная среда, то есть законодательство в области торговли, налогов и предпринимательства.
- Политика, применяемая для развития инновационной среды.

Для успеха необходима правильная и сбалансированная работа с этими тремя составляющими «треугольника успеха инноваций». Бизнес-среда включает в себя институты, деятельность и возможности бизнес-сообщества страны, а также более широкие общественные отношения и практики, которые позволяют внедрять инновации.

К числу факторов, определяющих эффективность бизнес-среды, относятся:

- Уровень управленческих навыков.
- Эффективность использования информационно-коммуникационных технологий.
- Уровень развития частного предпринимательства.
- Наличие рынков капитала для привлечения инвестиций, готовность инвесторов к рискам.
- Принятие инноваций обществом.
- Культурная составляющая: стремление к сотрудничеству и терпимость к неудачам.
- Политика государства по защите отечественного бизнеса от иностранных конкурентов, как внутри страны, так и вне её.

Мировой финансовый кризис 2008 года показал, к чему приводит недостаток регулирования в определённых отраслях. Поэтому недостаточно просто отменить все запреты для предпринимателей и избавить их от налогового бремени. Регуляторы должны сбалансировать ограничения, льготы, возможности для бизнеса. Нормативную среду определяют множество факторов, среди которых одними из важнейших для национальной инновационной системы можно назвать:

- Патентная система, защита интеллектуальной собственности.

- Требования к предприятиям, их открытию и деятельности.

- Конкуренция в государственных закупках.

- Система налогообложения.

Новые участники, внедряющие свои разработки и технологии, должны иметь возможность привлечь средства, запустить предприятие и выйти на рынок. Развитие инновационной среды зависит от политики центрального правительства:

- Поддержка разработок в определённых отраслях.

- Гранты и инвестиции от Российского правительства.

- Оптимизация процесса запуска высокотехнологичных предприятий.

- Развитие научного сообщества, сети университетов, акселераторов».

Если перейти от общих суждений взаимодействия инноваций с общественной жизнью к теоретическим основам этого процесса, то одним из наиболее успешных и активно развивающихся междисциплинарных подходов является теория самоорганизации или синергетика. Одна из парадигм синергетики – это парадигма динамического хаоса. В своей статье «Россию спасёт хаос» профессор математики Георгий Малинецкий отмечает, что наиболее революционными стали в настоящее время междисциплинарные подходы и то, что математики нашли математический образ невезения. Выяснилось, что есть два сорта катастроф, два сорта сложных систем. Один сорт катастроф, который называют гауссовыми, это катастрофы, максимальный ущерб от которых легко предвидеть. К ним относятся, скажем, автомобильные аварии, естественная смерть человека. Ничего страшного, можно оценить вероятность и ожидаемый ущерб.

Поясним на пальцах, что такое гауссово событие. Наш рост распределён по закону Гаусса. Это означает, что мы можем пренебречь вероятностью встречи с трёхметровым

гигантом. И с лёгким сердцем считать, что мы никогда его не увидим. Но сегодня мы живём в несколько ином мире. И вот учёные, математики, специалисты в междисциплинарных исследованиях, специалисты по теории самоорганизованной критичности поняли, что мы живём совсем в другом, негауссовом, мире.

Вспомните в сказках «Тысяча и одной ночи», там есть джины, дэвы, ифриты, одни по 30 метров высотой, другие по 50, третьи – по сотне. У человека очень мала вероятность, что он кого-то из них встретит, но уж если он встречает такое существо, то это меняет всё. И вот оказалось, что таким образом устроены аварии на ядерных станциях, торнадо, тайфуны, финансовые кризисы, ущерб от утечки конфиденциальной информации, политические ошибки и масса других существенных и важных вещей.

Мы очень любим считать средние значения. Например, среднее число погибших от землетрясений – 60 тысяч в год. Но, вместе с тем, в XX веке была катастрофа – Тяньшаньское землетрясение, при котором погибло более миллиона человека. Мы можем посчитать средний ущерб от ядерной аварии, но один Чернобыль даёт больший ущерб, чем все аварии, кроме этой. То есть, происходит именно то, что характерно для восточных сказок. И оказалось, что масса сложных систем, в том числе, социальных, устроена именно таким образом.

Теперь о простом. О том, как это использовать. «Я могу откровенно и честно доложить: в мире это сейчас используется толково, активно и профессионально»,- заявляет профессор Георгий Малинецкий, отмечая, что для анализа этих вещей очень активно используются междисциплинарные подходы и, в частности, парадигма хаоса, которая даёт удивительные возможности. Например, если мы знаем, что система находится в точке перелома или, как математики говорят, в точке бифуркации, то малые воздействия на неё могут иметь очень большие последствия. В точке бифуркации у системы есть несколько путей развития. Си-

стема «выбирает», куда идти дальше. И вот здесь наши малые воздействия могут сыграть ключевую роль.

Сейчас, по-видимому, мир переживает этот самый момент бифуркации. Почему он переживает момент бифуркации? Ну, казалось бы, 500 лет существует капитализм, и все как-то было нормально.

Как пример, рассмотрим ситуацию в Израиле, где за последние 20 лет под воздействием глобализации в израильской экономике произошли, как пишут исследователи, «тектонические сдвиги», изменившие социальный облик страны. Исходным моментом стало принятие ещё в 1985 году «Стабилизационного плана», снявшего ограничения на валютные операции, создавшего благоприятные условия для иностранных инвестиций и открывшего возможность для израильского бизнеса вкладывать средства за рубежом. Воистину революционными стали 90-е годы, названные эпохой «Больших Денег», которая положила начало крупным израильским состояниям, возникавшим в результате вполне определённых процессов.

Как отмечает в своей статье Исриэль Рискин, это стало следствием:

- во-первых, приватизации, тотальной распродажи по дешёвке израильским и иностранным инвесторам господствовавших до этого в экономике профсоюзных и государственных концернов и банков, распространившейся даже на кибуцы, служившие моделью равенства и солидарности;

- во-вторых, массовой репатриации из СССР (400 тысяч человек), способствовавшей появлению дешёвой рабочей силы, экстенсивному экономическому росту и повышению прибыльности любого бизнеса, появлению бума в сфере недвижимости и росту цен и на недвижимость, и на землю. Впрочем сами репатрианты в итоге не смогли воспользоваться плодами экономического подъёма;

- в-третьих, скачка в развитии наукоёмких отраслей (хайтек), инвестиционный ажиотаж в которых напоминал обстановку эпохи золотой лихорадки на Аляске. Большие со-

стояния стали возникать буквально из ничего. В эпоху расцвета пузыря NASDAQ и выкачивания ресурсов из соцстран, зарубежные и израильские компании приобрели или присоединили 150 компаний в сфере хай-тек в Израиле, а общая сумма сделок составила около 25 млрд. долларов.

Одним из результатов этого стало интенсивное проникновение в Израиль иностранного капитала, особенно благоприятные условия для которого были созданы после подписания соглашений в Осло в 1993 году. ТНК и ТНБ буквально открыли для себя израильский рынок. Свои филиалы здесь стали создавать компании Kimberly Clark, Nestlé, Unilever, Procter & Gamble, McDonald, Burger King, British Gas, Volkswagen, банки Citigroup, Lehman Brothers, HSBC, Bank of America, Chase Manhattan. Особенно заметно присутствие американских ТНК в сфере высоких технологий, где общая сумма потраченных ими средств на покупку израильских предприятий составила 42 млрд. долларов.

Поддержка оказывалась в первую очередь со стороны американских компаний: Intel, Microsoft, SAP, IBM Cisco Systems и Motorola именно в Израиле создали свои первые иностранные центры исследований и разработок. А в 2007 году финансовый холдинг американского миллиардера Уоррена Баффета купил израильскую компанию Iscar Metalworking за 4 млрд. долларов, что стало его первым приобретением за пределами США.

В свою очередь израильский капитал стал активно вкладываться за рубежом в сферы недвижимости, строительства, энергетики, сельского хозяйства, новых технологий. Только в первом квартале 2011 году объем иностранных инвестиций израильтян увеличился на 5%, составив 11,7 млрд. долларов. Всего же, по данным Банка Израиля, объем их иностранных вложений достиг 262 млрд. долларов, что позволило Израилю выйти в лидеры мировой инновационной экономики.

Вот вроде бы простой рецепт эффективного взаимодействия инновационной системы с общественными ожиданиями и устремлениями, результатом которого стал общественно-экономический рывок, продемонстрированный Израилем: открытость общества для инноваций, потворствование инновациям со стороны государства, вывод «местных» инноваций на международный уровень, высокий уровень общественной культуры. На последнем стоит остановиться особо.

Профессор Александр Аузан высказывает интересное мнение о роли культуры для общественного развития. Он отмечает: «Культура имеет значение» – давняя и популярная фраза за 20 лет, прошедшие с тех пор, как она была сказана, обросла многочисленными вопросами. «Значение имеет» – какое? Положительное или отрицательное? Большое или малое? Можно ли его измерить? Когда имеет значение? В этот момент или в какие-то промежутки времени?

Сейчас количественные социометрические методики (например, данные World Values Survey – Всемирного исследования ценностей) позволяют измерять динамику по определённым показателям, по ценностям и поведенческим установкам. Это даёт возможность сопоставлять макроэкономические ряды, институциональные изменения и изменения ценностей. Конечно, культура гораздо шире: можно говорить о смыслах, идеологиях, новационных постановках – и это правильно. Но мне экономистам представляется, что вся такого рода чрезвычайно важная начинка культуры так или иначе проявляется в установках и ценностях, которые ограничивают или подталкивают поведение, а поведение, в свою очередь, становится чрезвычайно важным фактором давления как в экономике, так и в политике. Поэтому мы рассматриваем то, что можно измерить, сопоставить, проанализировать, в том числе на предмет корреляционных, а возможно, и причинно-следственных связей.

На этой основе становится возможным ответить на вопросы. Когда, почему, насколько культура имеет значение? Может ли она использоваться в положительном ключе, а не в качестве тормоза, границы, которую ни в коем случае нельзя переходить? Представляется, что вообще любые социокультурные характеристики из тех, которые измеряются с помощью показателей Рональда Инглхарта или Гирта Хофстеде, могут иметь как положительное, так и отрицательное значение. Это зависит от того, в какой степени мы можем использовать эти характеристики. Примерно то же самое можно было бы сказать про климат, ландшафт или какие-то иные медленно меняющиеся характеристики, хотя культура, к счастью, меняется гораздо быстрее, чем ландшафт. Известное положение консерваторов, что «новое – это хорошо забытое старое» применительно к истории модернизаций звучит как «новое – это неожиданно применённое старое». Южная Корея, которая сумела в начале своего роста использовать клановые связи для снижения транзакционных издержек в больших промышленных организациях (чеболях) – это пример такого рода положительного применения того, что считалось чистой архаикой и абсолютным тормозом в процессе модернизации.

В разных странах при модернизациях приходится находить разные ключи к тому, как применить традиционное для движения вперёд.

Во-первых, снять блокирующие эффекты, которые как раз находятся на уровне невидимых институтов. С точки зрения теории Норта, который сформулировал *path dependence problem* для больших периодов исторического и экономического развития, случайные ошибки институционального выбора в давние времена закрепляются затем в неформальных практиках, и образуется некий резонанс институтов видимых и невидимых. Попытка изменения одной стороны без изменения другой вызывает постоянный возврат в начальную точку (возвратно-поступательное движение, создающее явное ощущение дежавю). Но сня-

тие блокировок, чего можно добиться с помощью промежуточных институтов, не является достаточным условием преодоления «эффекта колеи». Промежуточные институты могут быть задействованы ещё в одном долгосрочном аспекте развития – чтобы выйти на то, что в статистике Мэддисона называется «траектория А», а в теории Норта, Уоллиса, Вайнгаста – «порядок открытого доступа». То есть, чтобы перейти на эту «высокую траекторию» экономического (и не только экономического) развития, нужно достичь трёх пороговых условий. И далее, добиться, чтобы элиты писали законы для себя, а потом распространяли на других, а не писали бы для себя исключения, а для других законы.

Во-вторых, чтобы организации не создавались под одну персону, причём организации любого уровня и любого сорта, а после не болели и не умирали вместе с этими персонами.

И в-третьих, не делить контроль над инструментами насилия между разными группами элит, а контролировать и консолидировать их совместно.

Конечно, хотелось бы не только достичь всех этих условий, но и сделать это сразу, одновременно. И по теории, разумеется, должна существовать синергия между этими тремя характеристиками. Но, к сожалению, в реальной истории так не бывает.

А как бывает? Давайте посмотрим на страну, которую мы неплохо знаем – Союз Советских Социалистических Республик. Скажем, деперсонализация организаций была совершена довольно быстро: Ленин умер – партия живёт; Сталин умер – партия живёт. То же касалось и ВЛКСМ, и ВЦСПС, и прочих партийных и околопартийных структур. Консолидированный контроль над насилием был достигнут позже, в послесталинское время, когда Политбюро, останавливая репрессивный маховик, перешло к практике коллективного контроля, и жертвой этого стал маршал победы Жуков (потому что не может один человек распоряжаться

вооружёнными силами). Третье условие пытались достичь в перестройку, но сделать этого уже не удалось.

Сейчас в нынешней России мы не имеем ни первого, ни второго, ни третьего условия. Какое из них должно достигаться в первую очередь? Представляется, что начинать надо с контроля над насилием, с установления коллективного контроля элит над инструментами насилия. Почему? Потому что без этого условия мы рискуем попасть даже не в революцию, а в катастрофу. Возможность распространения нелегитимного насилия, распада государства вряд ли может устраивать как его сторонников, так и его противников. Поэтому контроль над насилием есть первая задача, которая решается для того, чтобы можно было решать все остальные задачи при любой постановке цели и направления развития. Означает ли это, что другие два граничных условия не должны быть при этом заботой сегодня? Нет, не означает. Но вряд ли нам удастся обойти закономерность, сформулированную Михаилом Жванецким ещё во времена перестройки: «Тот, кто хочет получить все и сразу, получает ничего и постепенно», – заключает профессор Александр Аузан.

Что тут можно добавить... Проходя по кампусу любого университета Израиля, можно видеть многочисленные таблички, что здание факультета или дорогостоящая научная лаборатория основаны на деньги богатейших людей бизнеса, которых в России принято называть олигархами.

Крупнейшие университеты США основаны миллиардерами. Джон Рокфеллер, самый богатый человек в истории, основал Чикагский университет. Принстон был основан благодаря четырём богатым землевладельцам, которые предоставили университету землю и деньги. Есть и современные примеры. Майкл Блумберг, экс-мэр Нью-Йорка, миллиардер, пожертвовал 300 млн. долл. Университету Джона Хопкинса. Билл Гейтс, глава «Майкрософт», основал крупнейший частный благотворительный Фонд Мира. Фонд потратил 1,5 млрд. долл. стипендий для талантлив-

вых студентов из нацменьшинств и 250 млн. долл. на развитие школ в США.

А вкладывают ли российские олигархи в науку и образование? Практически нет. Роман Абрамович купил футбольный клуб «Челси». Алишер Усманов купил футбольный клуб «Арсенал». Сулейман Керимов купил футбольный клуб «Анжи». Леонид Федун купил футбольный клуб «Спартак». Список, как вы понимаете, можно продолжать... Вот и вся культура в денежном выражении со стороны так называемой элиты на примере России. Можно, конечно, вспомнить про вложения российских олигархов, которых, как заявил пресс-секретарь президента России, в России нет, в создание инфраструктуры под саммит АТЭС-2012, стройки Сочинской Олимпиады-2014, сооружения Мундиала-2018, но это скорее для книги рекордов книги Гиннеса в разделе «самые грандиозные махинации с госбюджетом», но история про то пока умалчивает.

Рано или поздно история приоткроет свои тайны, но то будет потом, а сейчас очевидно, что в России идёт ползучая клерилизация науки и образования. Небезынтересно в этом разрезе мнение Валентина Катасонова, доктора экономических наук, профессора кафедры международных финансов МГИМО, который реально считает, что дьявол управляет научно техническим прогрессом.

Ибо, во-первых, он подбирает для занятий наукой и техникой свои «кадры». Это люди, по натуре честолюбивые. А если учёный недостаточно честолюбив, то дьявол с ним «работает», всячески культивируя в нем стремление к славе. А ради славы «учёный» готов пожертвовать Истиной и согласиться на ту истину (с маленькой буквы, т.е. ложную истину), которую от тебя ждёт враг рода человеческого. Например, согласиться с тем, что человек произошёл от обезьяны. Зная, что за это будешь удостоен учёных степеней и званий и получишь славу. Недаром святитель Игнатий Брянчанинов к седьмому главному человеческому пороку (их всего восемь), греху тщеславия, причислил «расположение к наукам и искусствам гибнущего сего

века, искание успеть в них для приобретения временной, земной славы». А ведь святитель знал, что говорил, поскольку был весьма образованным человеком, сведущим в математике и механике.

Во-вторых, бесы не хуже, а, скорее всего, лучше человека, даже самого учёного, знают, как устроен материальный мир, знают его законы. Вот что пишет о «научных» способностях обитателей inferнального мира диакон Георгий Максимов: «Бесы разумны, чрезвычайно изобретательны и остроумны, обладают колоссальными познаниями. Надо учесть, что живут они долго, не отвлекаются на еду, сон и т.п., по своим интеллектуальным и физическим возможностям принципиально превосходят человека, могут перемещаться в пространстве почти мгновенно на любые расстояния, проникать сквозь стены, невидимо присутствовать при разговорах и делах, передавать друг другу информацию на расстоянии и т.д.».

Примерно эту же мысль высказывает протоиерей Георгий Городенцев: «Как говорят святые отцы, бесы познают не Бога, а тварь, они упражняются в изучении земной природы. Поскольку же законы оной, как и законы мышления, универсальны, что для людей, что для ангелов и бесов, можно сказать, что последние занимаются научной деятельностью». Так вот, обитатели inferнального мира могут «делиться» с людьми своими знаниями на тех направлениях развития науки и техники, которые им (бесам) нужны для реализации своих планов.

Мир, в котором нам выпало, кому счастье, кому наказание, обретаться, гораздо более многомерен, многогранен и многообразен, ибо, как гласит Закон Хелдейна из всем известной Мэрфологии: «Вселенная не только необычнее, чем мы воображаем, она необычнее, чем мы можем вообразить».

Ежели спуститься с горних вышей на нашу грешную землю, то следует выделить из нынешних достижений по части приложения научных достижений на грани гениальных прозрений к жизни рядовых обывателей такую ветвь,

отпочковавшуюся от древа наших знаний, как НБИКС-технологии. Оно это как бы частный случай более общего процесса общественного развития на волне инноваций, в который мы вступили, ещё не осознав того, но НБИКС-технологии сами по себе заслуживает отдельного рассмотрения в контексте приложения инноваций к дальнейшему развитию общества.

Как представляется, на сегодняшний день в том конгломерате знаний, который сформировался под аббревиатурой «НБИКС», не совсем чётко, а, точнее, весьма расплывчато обозначена социальная составляющая НБИКС-технологий. Более того, инициатива по части социальной направленности науки, составной частью которой являются НБИКС-технологии, и у нас в стране, и во всем остальном цивилизованном мире перехвачена всякого рода дельцами, делающими деньги на науке, вернее, на научных достижениях, палец о палец не ударив, чтобы сделать науку достоянием всех живущих на нашей планете.

Ну, оно и раньше так было: мастерской люд секреты своего мастерства за семью печатями хранил, чтобы, не дай бог, кто-то про них выведал, и мастера без куса хлеба оставил, одарив всех новыми технологиями. Потом придумали патентную систему, которая, в общем-то, по здравому размышлению, тормоз инноваций, а никакой не ускоритель. Китай так вперёд двинул свою экономику на перехвате производства чужих новинок, что никто особо и не пикнул: супротив прогресса не пойдёшь, в эту струю можно только встать, передав, как есть, производство тем, кто может и делает. Что китайцы и демонстрируют, «сделав» всех, кто во время не понял, что на рынке не важно, кто придумал, главное – кто сделал и продал. Инновации сейчас внедряются по принципу «попробуй догони», а не по законам патентования.

Другая социальная сторона встраивания инноваций в экономику – мифы и пророчества. Сейчас, в формате «горе от ума» усиленно продвигаются (оно как бы и не мифы, но технология мифотворчества просматривается) проро-

чества о рисках для человечества вхождения в нашу жизнь достижений наиболеемышлённых представителей нашего рода-племени. И не сказать, что здравый смысл тут напрочь отсутствует. Он есть. Посади обезьяну на бочку с порохом и дай ей спички... Но не факт, что обезьяна поймёт, как спичку зажечь, она её скорее на зуб попробует, и не обязательно, что она себе зажжённую спичку под зад сунет. Но риск есть. И все это дело проецируется на все человечество.

Риски появляются от незнания применения знаний. На том и играют игроки на большие деньги от науки: сначала делают «бомбу» за счёт бюджета цивилизованных стран, отпущенных на науку, потом делают деньги на разруливании ситуации. Ну, это как сейчас с глобальным потеплением, к примеру. Или с падением уровня Каспийского моря, кто помнит. Под эту лавочку в Советском Союзе разворачивался проект поворота северных рек на юг державы. Слава богу, пронесло, копать начали, но деньги быстро закончились. А Каспий этой суеты и не заметил, сейчас с ним другая беда – наступление моря на прибрежные поселения. Науке про то понятно: Каспийское море – это большое озеро в сейсмически нестабильном регионе. Дно опускается – море отступает, дно поднимается – вода наступает. Но поди объясни это повелителям мира сего – не поймут. Их не учили тому, что наши представления о мире, в котором мы живём, во-первых, не совершенны, во-вторых, изменчивы по мере накопления новых знаний, в-третьих, не все доступно нашему пониманию, построенному на жёстких научных постулатах – принимается то, что научно доказано, то есть то, что можно повторить в эксперименте. Остальное от лукавого.

И тут на авансцену выходит религия. Если сверху и сбоку на всех нас посмотреть, то наука и религия – это два подхода к познанию таинств мира, в котором нам выпало счастье обретаться. Разница в постулатах.

Наука постулирует, что истинно лишь то, что мы ощущаем и понимаем. Новое знание должно быть подтверждено

экспериментально. Если теория не подтверждена экспериментом, то это гипотеза – проблеск чьего-то ума, к реальной жизни отношение не умеющий, покуда на его основе не свершится какое-то материальное деяние (поставлен эксперимент).

Религия проповедует, что все от бога, человек слаб душой и немощен разумом, чтобы через своё знание постичь таинства мира. На то есть бог, чтобы открыть знание неразумным. Только эти знания должны приниматься на веру, ибо неверие делает их ересью – блужданием в потёмках истины.

Вера в процессе познания мира во все времена, и наше не исключение, всю эксплуатируется всякого рода мздоимцами и проходимцами, которые извлекают материальную выгоду из духовных устремлений отдельного индивидуума к приобщению к знаниям. Но их нечестивые деяния, так – плесень на чёрствой горбушке знаний. Гораздо большую беду несёт мракобесие.

Оно как бы разгул мракобесия в нашем царстве-государстве ещё не просматривается во всей его убойной силе времён Средневековья, когда чрезмерное знание каралось по всей строгости законов инквизиции, но все предпосылки к тому имеются. Одним из таких настораживающих факторов является скрытое нежелание открыто обсуждать эту тему в научных кругах: можно выносить на публичное обсуждение любые проблемы отечественной науки и общества, но на клерикализм наложено табу.

С одной стороны понятна позиция подавляющего числа членов научного сообщества – лучше это осиное гнездо не ворошить, только неприятности наживёшь. С другой стороны вспоминаются слова человека огромного личного мужества, чудом выжившего в нацистском концлагере, пастора Мартина Нимёллера: «Когда нацисты пришли за коммунистами, я молчал – я же не коммунист. Потом они пришли за социал-демократами, я молчал – я же не социал-демократ. Потом они пришли за профсоюзными деятелями, я молчал – я же не член профсоюза. Потом они

пришли за евреями, я молчал – я же не еврей. А потом они пришли за мной, и уже не было никого, кто бы мог протестовать».

Бороться с мракобесием невероятно сложно, оно зиждется на людском невежестве, забирается в самые сокровенные уголки человеческого сознания, опирается на многовековой опыт порабощения душ. Универсального безотказного оружия в битве с ним нет. Но есть отдельные проверенные временем инструменты, методы, приёмы, способы противостояния мракобесию. Один из них – популяризация, проповедование научных знаний.

На сей момент наша широкая общественность и узкое научное сообщество несколько охладели к одному из порождений высоких технологий – нанотехнологиям. Все и сразу у нас не получилось: нанопродукция покрылась пылью в отчётах о модернизации, нанороботы потеряли интерес для редакторов популярных изданий, наноэликсир бессмертия усоп в лабораториях, наноружие застряло в воспалённых мозгах производителей смерти, мегаденьги под нанопроекты разошлись по рукам и фондам – и все вернулось на круги своя. Очередной оборот российской экономики вокруг светлого будущего упёрся в отсутствие интереса отечественного бизнеса к высоким нано-, мега- и просто технологиям.

А между тем, когда поглубже вникнешь в нанотехнологию, приходит осознание, что это не досужая выдумка журналистов, не мелкая прихоть учёных, и даже не хитроумный инструмент пиления бюджета продвинутыми чиновниками, а новый этап развития цивилизации. Ведь нанотехнологии – это не просто размерность, а целый пласт явлений, которые проявляются именно на уровне этой размерности, мимо которых человечество пробежало в погоне за все более мелкими кирпичиками мироздания. И очень похоже, что в этих самых нанотехнологиях где-то спрятан ключ к хитроумностям природы, когда запускаются программы построения живого из неживого. Уже понятно, что на уровне нано проходит граница между живым и нежи-

вым, когда простое скопление атомов и молекул начинает работать по законам, отличающим живое от неживого. И проявляется это не только в биологических объектах, которые природа создала, а и в рукотворных продуктах нанотехнологий. Отсюда и технические аллегории – интеллектуальная краска, умная пыль, нанороботы всякие – то есть материальные объекты, «поведение» которых (функционирование во времени) существенно отличается от функционирования продуктов «традиционных» технологий.

Разумеется, рядовому обывателю по большому счёту без разницы, нано или не нанотехнологии его жизнь лучше делают. И если через СМИ увязать улучшение его благосостояния, быта и здоровья с нанотехнологиями, то он обеими руками и всеми своими денежными средствами будет ЗА нанотехнологии, и товары с наклейкой «Сделано с применением нанотехнологий» или того проще – «Нанопродукт» – на ура пойдут. А за обывателем, точнее, за его деньгами, и инвесторы в нанотехнологии потянутся. А если пугать обывателя с экранов телевизоров, новостных лент сайтов, страниц газет и журналов новыми неизведанными свойствами нанопродуктов, с многозначительным видом рассуждая, есть опасность для жизни от нанотехнологий, нет ли опасности для жизни от нанотехнологий – науке про то пока неизвестно, то он от них шарахаться будет, как чёрт от ладана. И что считать, а что не считать нанотехнологиями рядовому обывателю тоже фиолетово. Он надписям на упаковке больше верит, чем заключениям экспертов.

К тому все это, что жёстче надо тему «нано» эксплуатировать. Во всех видах и ракурсах её подавать. Положительных, разумеется. А разговоры, что «нано», что не «нано», что на пользу, а что во вред, оставить для дискуссий на специализированных конференциях и заседаниях в узком кругу специалистов, а не на всеобщее обозрение выносить. Не ясно, как насчёт парламента, но рынок, точно, не место для дискуссий. Это место, где все и вся продают.

И чем громче о себе и своём товаре продавец заявит, тем больше к нему покупателей набегит. А если он будет, на рыночный сленг переходя, репу чесать, покупателей смущая своими рассуждениями вслух, «а кто его знает, чего я тут вам продаю», то все покупатели от него к другому продавцу уйдут. Тому, кто свой товар нахваливает, каким бы убогим он ни был.

В переводе в плоскость научных изысканий это означает, что дискуссии за нанотехнологии вести, конечно, надо, но не след слишком сильно ими увлекаться, идя на поводу своих зарубежных коллег, которые под шумок теми же нанохлебами кормятся, если не сам товар производя, то технологии его производства создавая, чтобы продать тем же ушлым товарищам из Поднебесной, которые дело на поток поставят, и весь мир своей продукцией завалят. В том числе и нас, пока мы промеж себя решаем «нано-не нано», и на смех своих нанопроизводителей. поднимаем за то, что не то «нано» производят. Да ещё в пылу борьбы за чистоту науки к таким технологиям обращаемся, которые в просторечии «черным пиаром» именуются. А то ведь можно камня на камне от своих нанотехнологий не оставить, уйдя в такие высокие технологии, что рядовой обыватель до них не дотянется. И деньги ребятам попроще отдаст. За тот же самый товар, а то и хуже, что мы и сами производить можем. Если вместе с нановодой не выплеснем и своё едва нарождающееся производство нанопроизводства.

Ну, то так, лирическое отступление, далее речь пойдет о популяризации науки, то бишь, процессе распространения научных знаний в современной и доступной форме для широкого круга людей. Точнее, не о популяризации науки вообще, а о популяризации инноваций, как первого шага по дороге в высокие технологии.

По общепринятой сейчас во всем цивилизованном мире схеме работы с инновациями, одним из краеугольных камней системы являются бизнес-ангелы, взваливающие на себя самый тяжёлый этап работы – первичную материали-

защиту идей, их отрыв от земли и доведение до понятных всему бизнес-сообществу коммерческих проектов.

Но в представлении обывателей бизнес-ангел – сумасброд, не знающий, куда деньги девать, а изобретатель – чудак, занимающийся ерундой. Все бы ничего. Пусть бы себе тешились этой детской наивью, да вот беда – обыватели-то они везде прижились, в том числе и в структурах, от которых в значительной мере зависит судьба изобретений. И сидит такое вот, как выразился в своё время Владимир Владимирович (но не Путин), мурло на принятии решений, и бизнес-ангелы с изобретателями для него – скукожища смертная.

То ли дело бандиты или бандитствующие супермены! Во, жизнь! Роскошные виллы, доступные красотки, шикарные автомобили. Стрельба-пальба для повышения адреналина. Мордобой в качестве самого весомого аргумента в споре хозяйствующих по этой жизни субъектов. Вот с кого жизнь-то надо делать! Вот с кем не соскучишься и прелести рая в земной юдоли вкусишь! И все мы благодаря обывательской политике чинуш и воротил от теле- и кинобизнеса стали, как рыбки в том анекдоте: «Какая красивая смерть», – судачили меж собой рыбки в аквариуме ресторана, с завистью глядя на осетра, картинно застывшего в янтарной глади заливного.

А все почему? Потому что – кино! Дело добровольное: хочешь – смотри, не хочешь – тоже смотри, потому что другого не дадут. А то, что жизнь бандита пуста, бестолкова и бессмысленна, а супермен по жизни мышей боится и в самолёте писается, так это за кадром остаётся. Важнейшее из искусств делает наш мир таким, каким мы видим его на экране.

К чему все это? К тому, что кино и телевидение – мощнейший инструмент для формирования общественного мнения. И грех бизнес-ангелам и изобретателям этим инструментом не попользоваться себе на пользу, обывателям во благо. Создать образ успешного бизнеса, процветающего на ниве инноваций, благодаря таланту изобрета-

телей и предприимчивости бизнес-ангелов, чтоб детишки с гордостью говорили: «А мой папа – изобретатель!», а бизнесмены и чиновники за спиной бизнес-ангела не пальцем у виска крутили, а вздыхали с завистью.

Самыми захватывающими действиями на телевидении являются сериалы – нужно запускать сериалы об изобретателях и их покровителях. Сюжеты на основе наиболее ярких бытовых событий из их жизни (это привлечёт внимания обывателей, материала в истории предостаточно, надо лишь ярко подать). В конце каждой серии – закадровый текст с описанием наиболее значимого достижения героев в период жизни, отображённый в серии.

Самыми захватывающими фильмами являются фильмы-катастрофы – нужно ставить фильмы на эту тематику, в которых героями будут не супермены, а изобретатели и инвесторы, и кульминационным моментом явится не катастрофа, а её предотвращение или предотвращение её губительных последствий. Не падение астероида, а его уничтожение. Не наводнение, а укрощение водной стихии. Не землетрясения и цунами, а их предупреждение и спасение людей. И все это силой изобретательской мысли, преумноженной материальными возможностями бизнес-ангелов. Во всех фильмах – красной нитью: мир спасают не супермены, а изобретатели, потому как для этого мозги нужны. Безмозглые порождают катастрофы, умные их предотвращают. Сейчас, если судить по продукции Голливуда, все наоборот.

И надо всеми средствами привлекать в науку молодых. Привлечь в науку талантливых и энергичных молодых людей можно через развитие инновационной деятельности. В основе всех инноваций – наука. Наука – это идеи, многие из которых уже сейчас можно трансформировать в товары. Товары – это материальное благополучие. Хотим мы того или нет, материальное благополучие – сильный стимул для многих людей, в том числе и молодых. Через инновации вполне можно сделать так, чтобы бизнесмены стояли в очередь к молодым учёным, на лету ловили их идеи и

всеми средствами заманивали к себе на работу выпускников вузов, предлагая им самые выгодные условия для занятий наукой. Здесь проблема – дистанцироваться от обертонки, уйти от практики: чем у нас в науке не занимайся, все равно ружье получается. Если оставить, как есть – все будет секретиться и гинуть в пыльных архивах. Это беда даже не научных работников, а всей цивилизации.

Если вернуться к телевидению, как средству привлечения общественного внимания, то нельзя игнорировать ток-шоу. Надо организовывать ток-шоу на научную тематику, но не в виде степенной беседы двух академиков о таинствах Вселенной, а в формате прилюдной разборки или, по научному, дискуссии, благо разборок в научной среде хватает. Если нет возможности организовать своё, работать через уже закрепившиеся на экране шоу. Не брезговать ничем. Форма определяет содержание, но талантливое содержание может трансформировать и видоизменить саму форму.

Про документалистику, ныне у нас забытую, и говорить не стоит. Этот мощный инструмент популяризации необходимо восстанавливать. Не смотря на вроде бы полное отсутствие в документалистике коммерческой составляющей. Но это если тупо под ноги смотреть. Ведь даже десяток способных ребят, пришедших в науку благодаря профессионально поставленному научно-популярному фильму, который у них интерес вызовет и тягу к знаниям пробудит, могут дать экономический эффект, который никакими деньгами не измеришь.

Самое сложное – привлечь внимание власти. Логических доводов здесь будет явно недостаточно. Гром не грянет – власть не вздрогнет. Отдалённые раскаты уже слышны: землетрясения, наводнения, цунами, новые эпидемии, нефтяной кризис, пролёты астероидов (комету Шумейкера-Леви забыли, а надо бы всем и не один раз показать, что она натворила с Юпитером) и т. п. Надо развернуть политиков лицом к этим проблемам. Терроризм – это, конечно, неприятно, но есть вещи посерьёзнее. Лидеров надо су-

нуть носом в эти вещи. Играть на отеческих чувствах, амбициях, корысти, прочих низменных чувствах и страхах, пусть они послужат во благо человечества. Если ума не хватает, надо пугать.

Ну и, конечно, работать, работать и работать. Даже при полном равнодушии общества и власти. Ведь мировоззренческую основу современного общества составляют базовые научные принципы, а они изучены ещё не в полной мере, да и открыты далеко не все. А возможностей для плодотворной работы предостаточно. Компьютерное моделирование плюс современная наука, плюс талантливый теоретик, и рождается, если ещё и не Бог, то уже полноценный Творец, элегантным движением мысли возвращающий мирозданию его первоизданную красоту.

Но этому Творцу не обойтись без бизнес-ангела, поскольку так уж устроен наш мир, что немаловажную роль в нем деньги играют. А их Творцу бизнес-ангел приносит. В идеале бизнес-ангел – это все мы в образе государства, аккумулирующего денежные средства и перераспределяющего денежные потоки в наиболее социально значимые русла. Чтоб росло и крепло благосостояние простых граждан. Но на деле несколько иначе выходит, и так уж получилось, что большое число государств даже из тех, кого мы относим к цивилизованным, фактически самоустраиваются от поддержки инноваций.

Но, устранившись от инновационной деятельности, правительства сих государств предоставляют своим мудрым и состоятельным соотечественникам уникальную возможность золотыми буквами вписать свои имена в историю человечества. Эта возможность – поддержка изобретателей.

Поддержка изобретателей – это не просто финансовое участие в материализации чьих-то идей. Финансовая поддержка – важная, но не единственная составляющая такого рода деятельности.

Поддержка изобретателей аналогична банковским вложениям. Здесь также требуется и расчётливость, и прони-

цательность, и холодный ум. Но если прирост банковских вложений ограничен процентной ставкой, то поддержка изобретателей при разумном и грамотном подходе приносит баснословно высокие прибыли. Ведь материализация одной дельной идеи порождает тысячи и тысячи овеществлённых её воплощений, доход от реализации которых с лихвой окупает все предыдущие затраты.

Поддержка изобретателей сродни спонсорству строительства храма. Здесь также требуется и добропорядочность, и человеколюбие, и безграничная вера в создателя, способного совершить чудо. Но если участие в строительстве храма – веление души, которое зачастую диктуется страхом ответственности перед богом за земные прегрешения и, положив руку на сердце, возможностью заручиться поддержкой сильных мира сего, которые благосклонно воспринимают подобные деяния, обладая некоторыми полномочиями на предоставление ряда земных благ, то поддержка изобретателей – проявление мудрости. Ведь подобный шаг является благим деянием для всех ныне и последующе живущих, награда за которое – благодарная память человечества в этом мире и всемилостивая благодать в мире ином для тех, кто туда собирается.

Поддержка изобретателей подобна раскрутке эстрадных звёзд. Здесь также требуется и коммуникабельность, и напористость, и твёрдая вера в удачу. Но если раскрутка звёзд превратилась в ремесло, доступное любому, мало-мальски разбирающемуся в психологии толпы, то раскрутка изобретателей – это стезя мастера, работающего не на потребу дня, а творящего для вечности. Ведь память об изобретениях не стирается через десяток лет, подобно эстраднему сиюминутному успеху, а материализуется в достижениях земной цивилизации и увековечивается в виде реальных, повсеместно используемых творениях разума и рук человека. Память эта проносится через столетия, вместе с памятью об их создателях и тех, кто не позволил кануть им в Небытие под напором неумолимого потока времени и безграничного невежества обывателей. Ради этого

стоит жить, с гордостью ощущая себя не просто крутым парнем, а человеком разумным. Это не суета вокруг дохода, а путёвка в бессмертие.

Да только что-то не очень-то и спешат мудрые и состоятельные приобрести эти самые уникальные путёвки. Их, почему-то, больше тёплые страны и обустроенные берега привлекают. А, может, их и нет? Не путёвок. Путёвки-то пока имеются: готовых к внедрению инновационных проектов предостаточно пор всему миру. Мудрых и состоятельных. Мудрые есть. Состоятельные есть. А вот мудрых и состоятельных... Не срослось ещё.

Поэтому в инновациях с инвестициями незадача пока выходит. Взять ту же Россию. Среди российского чиновничества, по долгу службы этим делом занимающимся, инновационное рукоблудие процветает – масса удовольствия от самого себя при занятии инновациями, а плодов их реализации не наблюдается. Одни только томные вздохи, о том, что изобретатели не то изобретают, инвесторы не туда инвестируют, производители не то производят. Под эти страстные причитания бюджетные деньги прячутся в карман и растворяются в массе земных удовольствий, ничего общего с инвестициями в инновации не имеющих.

Да и инвесторы сильно на дикарей в магазине электроники смахивают. Глаза от жадности горят, а платить за товар не хочется. Проще и привычнее украсть. Только изобретение – не банан, который сразу в рот засунуть можно. Механизм сложный. Как телевизор для дикаря. Украсть-то, конечно, не проблема. Проблема, что с ним дальше делать. Тащить тяжело, а использовать по назначению мозгов не хватает. Разве что на бусы разобрать. Да на шею повесить, чтоб все видели – человек техническими новинками интересуется и не прочь к ним руку приложить. Инвестор в инновации, значит, получается.

Все это к тому, что нет, к примеру, сейчас в России инфраструктуры, жадно впитывающей все новое, как нет и эффективных механизмов выведения новинок на рынок.

Потому и процветает, то, что выше описано – дикость и непотребство.

Пример тому, ответ одного из российских бизнес-ангелов (эвфемизм ещё тот, там порой рога обламывать надо да хвосты отрывать, чтоб хотя бы подобие ангела получилось) на вопрос, что делать с мелкими проектами: «Безжалостно топтать, топтать и ещё раз топтать! Чтоб духу их в моем инвестиционном портфеле не было!»

А потому по здравому разумению, вообще то, к крамоле приходишь, что на Руси сейчас нужны не бизнес-ангелы, а бизнес-черти. Не ангельское это дело – с изобретениями возиться.

Разве сможет бизнес-ангел загореться идеей и вытащить проект, который поначалу абсолютно никому не нужен? В который верит только сам автор, а все эксперты в один голос утверждают, что из этого ничего не выйдет, потому что такого в природе не существует.

Разве сможет бизнес-ангел орать на эксперта: «Не выйдет, говоришь! А я говорю – выйдет! Потому что я так хочу! А раз я хочу – выйдет! И Васька, говорит, что выйдет, а я ему верю, а не тебе, мокрица очкастая!»?

Разве сможет бизнес-ангел, плюнув на все свои дела, помчаться за сотню вёрст, смотреть, как работает васькин воздухокат, а потом, цыкнув на главбуха, отвалить Ваське в два раза больше, чем тот просит, и вместе с ним днями и ночами ковыряться в диковинной машине?

Разве сможет бизнес-ангел взять Ваську за грудки, когда тот уйдёт в запой после очередной аварии своего воздухоката и рявкнуть: «Ты что ж, сукин сын, делаешь! Я в тебя все деньги вбухал, а ты, поганец, сопли распустил! Что б завтра ж твой воздухокат работал, а не то башку оторву!»?

Разве сможет бизнес-ангел, запыхавшись от бега вслед за летящим воздухокатом с радостным ором: «Можем ведь, Васька! Сделали! Катит! Глянь, как катит-то!», вдруг остановиться и буркнуть: «Ну, все, Васька, надоело. Вот тебе деньги, что остались, а я домой. Заводишко там без

меня совсем растащили. А ты уж сам тут как-нибудь. Некогда мне. Дела...»?

Нет, конечно. Никакой бизнес-ангел этого не сможет. Это только бизнес-чёрту по плечу. Да и то не всякому.

Бизнес-ангел сможет, разве что тихо подлететь и взять за бесценок у закручивившегося Васьки чертежи вместе с запылившимся воздухокатом и наладить в Австралии выпуск карэйров по 15000 \$ за штуку.

Но эти мелочи бизнес-чёрта уже не интересуют. Он занят вытягиванием своего заводика, чтобы сделать деньги, чтобы через год снова превратиться из рядового хозяина на хлебозавода в бизнес-чёрта, без которого ни один бизнес-ангел у нас не приживётся.

Ангелы порхают там, где все чинно и пристойно. Законодатели их интересы защищают, правительства об их благе пекутся, обыватели на них молятся. А у нас климат не тот. Инновационный. У нас только бизнес-черти выжить могут. Которые плюют на законы, потому как они фактически не работают в сфере инноваций. Которые чихают на правительство, потому что никакой внятной инновационной политики у того нет. Которые на себе вытаскивают проекты, от которых бизнес-ангелы шарахаются поначалу, как черти от ладана.

Но чтобы бизнес-черти погоду в инновационном климате делали, и звезда их радужно засияла на инновационном небосклоне в пример всем прочим инноваторам, им самой мощной поддержкой нужна. Success story в описанном в самом начале этой статьи формате – кино про них, СМИ о них, сайты для них. Причём, при работе с success story грех не попользоваться прорехами в нашем мировосприятии, когда чья-то выдумка становится иногда реальнее самой жизни.

Примером может служить цитата о политике в отношении Советского Союза, якобы принадлежавшая Алену Даллесу и приведённая Андреем Карауловым в одном из выпусков «Момент истины». Вот образец высокопрофессиональной подачи идеи – некоего эфирного образования,

в природе не существующего! Думы народные, озвучка Караулова. И не важно, что все было малость за уши притянуто, в том плане, что текстовка совсем другое авторство имеет. Главное – резонанс. Зацепило. Заволновалось общество.

А если б материал был подан без легенды разведчика – прошёл бы не замеченным, затерявшись в мутном потоке постперестроечных прозрений. Что, собственно говоря, и произошло при первом явлении этой текстовки в мир.

На ошибках учатся, гласит народная мудрость. Умные – на чужих, все остальные – на своих. Но ошибка – пример, как не надо делать. Как не надо делать, знают все. А посему многие ничего и не делают. Чтобы ошибок не совершать. В результате ни ошибок, ни дел. По нулям. Чист перед богом и людьми, аки лист пустой бумаги.

Архангел Пётр при неизбежном свидании в недоумении: «Сыне, кой чёрт тебя в мир пускали? Что там после тебя с места сдвинулось? Иди-ка ты с богом к чертям. Пусть они с тобой разбираются, пошто ты жизнь, богом дарованную, по-пустому растратил». Черти тоже врата не открывают: «Нам такой не нужен. Никакого навара. Только дрова перевозить. Проваливай, пока не наваляли». Так и слоняются души неприкаянные, покоя вечного не обретая за отсутствием состава преступления или благодеяния.

Для учёного не зазорно заблуждаться. В мире случайностей мы ищем закономерности и, как ни странно, иногда их находим. Поиск этот называется наукой. Из великих заблуждений порой прорастают целые научные направления, поднимающие человечество ещё на одну ступень познания мира. Скверно, наоборот, когда для учёного все ясно и понятно. Тут уж не до поиска истины. Все силы отдаются на борьбу школ и амбиций, уйма энергии уходит на доказательство того, что это учение единственно верное, хотя только время способно доказать истинность знания.

Природа каждого из нас наделила необычайной, удивительной способностью – мыслить. Посредством мышления человек способен взаимодействовать не только с тем, что

его окружает в данный момент, но и выходить далеко за пределы так называемого реального мира. Мысль человеческая свободна, и если под гениальностью понимать свободу мышления, то каждый из нас гениален от рождения. Вся беда в том, что с первых секунд прихода в этот мир общение с себе подобными, без которого человек не может стать Человеком, ограничивает свободу мышления сложившимися общественными стереотипами, и лишь единицы находят в себе силы мыслить и творить за пределами навязываемых обществом рамок. И лишь единицы из этих единиц находят возможным вернуться в общепринятые рамки, чтобы ясным и понятным языком донести до других открывшееся им таинство. И лишь единицам из единиц этих единиц выпадает счастье быть услышанными и принятыми человечеством. И тогда человечество осознает, что мир посетил Гений.

Одной из задач, при поиске решения которой без гения не обойтись, является доказательство математических гипотез из программы Роберта Ленглендса, который в 60-х годах прошлого века предложил программу построения математики будущего. В результате реализации этой программы любую неразрешимую в одной области математики проблему можно было бы трансформировать в аналогичную проблему из другой области, где для её решения имелся бы новый обширный арсенал методов. В случае неудачи эту проблему можно было бы перенести в следующую область математики, и так далее – до тех пор, пока она, наконец, не будет решена. Можно было бы даже построить алгоритм переходов из одной области математики в другую при доказательстве ещё не доказанных гипотез и решении ещё не решённых задач на основе анализа инструментария, необходимого для разрешения проблемы, и методов, имеющихся в наличии в той или иной области математики.

Успех программы Ленглендса оказал бы огромное влияние на развитие естествознания, прикладных наук, техники, где, зачастую, ключ к решению проблемы представляет

из себя выполнение громоздких математических расчётов. В некоторых разделах физики и техники сложность вычислений столь высока, что служит серьёзнейшим препятствием на пути к прогрессу. Если бы математики смогли доказать гипотезы из программы Ленглендса, то были бы получены ответы не только на абстрактные математические вопросы, но и высветились бы пути решения практических проблем реального мира: неподъёмные и громоздкие на сегодняшний день математические выкладки обрели бы изящную и удобную форму, позаимствованную из других математических дисциплин.

А слова, якобы сказанные Аленом Даллесом в самом конце Второй мировой войны, заслуживают того, чтобы их ещё раз вспомнить. В отношении тех же success story – это учебное пособие: «Делай наоборот то, что тебе соперник навязывает, и все у тебя получится».

«Окончится война, все утрясётся и устроится. И мы бросим все, что имеем: все золото, всю материальную мощь на оболванивание и одурачивание людей! Человеческий мозг, сознание людей способны к изменению. Посеяв там хаос, мы незаметно подменим их ценности на фальшивые и заставим их в эти фальшивые ценности верить. Как? Мы найдём своих единомышленников, своих союзников в самой России. Эпизод за эпизодом будет разыгрываться грандиозная по своему масштабу трагедия гибели самого непокорного на земле народа, окончательного и необратимого угасания его самосознания. Например, из искусства и литературы мы постепенно вытравим его социальную сущность; отучим художников и писателей – отобьём у них охоту заниматься изображением и исследованием тех процессов, которые происходят в глубинах народных масс. Литература, театры, кино – все будет изображать и прославлять самые низменные человеческие чувства. Мы будем всячески поддерживать и поднимать так называемых художников, которые станут насаждать и вдальбивать в человеческое сознание культ секса, насилия, садизма, предательства – словом, всякой безнравственности. В

управлении государством мы создадим хаос и неразбериху. Мы будем незаметно, но активно и постоянно способствовать самодурству чиновников, процветанию взяточников и беспринципности. Бюрократизм и волокита будут возводиться в добродетель. Честность и порядочность будут осмеиваться и никому не станут нужны, превратятся в пережиток прошлого. Хамство и наглость, ложь и обман, пьянство и наркоманию, животный страх друг перед другом и беззастенчивость, предательство, национализм и вражду народов – прежде всего вражду и ненависть к русскому народу – все это мы будем ловко и незаметно культивировать, все это расцветёт махровым цветом. И лишь немногие, очень немногие будут догадываться или даже понимать, что происходит. Но таких людей мы поставим в беспомощное положение, превратим в посмешище, найдём способ их оболгать и объявить отбросами общества. Будем вырывать духовные корни, опошлять и уничтожать основы народной нравственности. Мы будем расшатывать таким образом поколение за поколением. Будем браться за людей с детских, юношеских лет и главную ставку всегда будем делать на молодёжь – станем разлагать, развращать и растлевать её. Мы сделаем из неё циников, пошляков и космополитов. Вот так мы это сделаем!»

В приложении к инновациям в части их популяризации из этого якобы откровения главы американской разведки следует – чтобы преуспеть в технологическом развитии, необходимо выкинуть из голов участников процесса блажь, что за граница кому-то поможет. Никто ни с кем за здорово живёшь не собирается своими секретами делиться и передовые технологии кому-то предлагать. Все самим придётся делать. Более того, делать в условиях жёсткого сопротивления многому полезному со стороны своих же ответственных товарищей. И не потому, что они сплошь ретрограды, хотя и не без этого. А потому, что мозги у них плотно забиты высококачественным искажением действительности. И одна из основных задач популяризации инно-

ваций не столько просветительская, в смысле ознакомления широкой общественности с техническими новинками, сколько публицистическая, в плане формирования в обществе благовосприимчивой к инновациям атмосферы. Ко всему прочему, конечно, необходимо формировать ещё и благовосприимчивое к инновациям законодательство. Но это уже несколько другая история, в которой популяризации отводится роль посредника, а не активного участника процесса.

Обращаясь к вопросу о популяризации научных знаний среди представителей бизнеса, стоит заметить, что неумение или нежелание работать с новейшими теоретическими разработками, хоть в физике, хоть в любой другой области естествознания – это упущенная предпринимателями выгода от опережающего старта в новых сферах бизнеса. Пренебрежительное отношение к собственным молодым и талантливым учёным – это упущенная бизнесменами выгода от привлечения в свой бизнес свежих сил. Многие молодые таланты проявляют себя отнюдь не в своей стране, а далеко за её пределами. И это беда не отдельного одарённого индивидуума. Это беда всего общества, которое упускает шанс подняться ещё на одну ступень своего развития, опираясь на своих самородков.

И беда эта не пройдёт, если мы не уделять должного внимания вопросам популяризации науки. Популяризации профессиональной, броской, зажигательной. Людей – обывателей, бизнесменов, чиновников – надо зажигать. Чудо им явить. А отчётами, над которыми сами авторы насыпают, никого не зажжёшь. Обращаться надо не к разуму, а к чувствам. Бить не на цифры, а на эмоции. Цифры потом потребуются. Для отчётности. От которой все чертыхаются, но которая всем нужна. Зачем? – мало кто знает. Так положено. В природе не существует ни одного проекта, осуществлённого в полном соответствии с предшествовавшим ему бизнес-планом. В проекте каждый должен увидеть или интерес, когда удовольствие получаешь от самого процесса, или цель, когда получаешь удовольствие

от достигнутого результата. А это уже задача популяризации науки среди будущих учёных – пробудить интерес к научному поиску у наших молодых современников во всех странах мира.

А чем это может обернуться – слияние в едином порыве потребностей общества и возможностей человека... Слово авторитетам.

Известный футуролог и инженер Google Рэй Курцвейл в очередной раз подтвердил своё смелое предсказание, согласно которому машины обзаведутся сопоставимым с человеческим разумом к 2029 году. Ранее он говорил, что это случится к 2045 году, но с тех пор изменил своё мнение. На фестивале SXSW Курцвейл заявил, что «на самом деле машины питают всех нас. Они делают нас умнее. Возможно, они пока не оказались внутри наших тел, но к 2030-м годам мы подключим наш неокортекс, ту часть мозга, где происходит наше мышление, к облаку».

Это слияние человека и машины, которое иногда называют трансгуманизмом, та же концепция, о которой основатель CEO Tesla и SpaceX Илон Маск говорил, обсуждая развитие нейронных сетей. Для Маска, впрочем, интерфейс между человеческим мозгом и компьютерами жизненно необходим, чтобы не дать нашему виду устареть, когда наступит сингулярность.

Илон Маск также занимается Open AI, некоммерческой организацией с миллиардным вложением, предназначенной для обеспечения развития общего искусственного интеллекта (ОИИ). ОИИ – ещё один термин интеллекта человеческого уровня. Сегодня большинство людей именуют ИИ слабым или узконаправленным искусственным интеллектом – машиной, способной «мыслить» в очень узком диапазоне понятий или задач.

Футуролог Бен Герцель, который среди прочих его многочисленных ролей является ведущим учёным в компании по финансовому прогнозированию Aidya Holdings и робототехнической компании Hanson Robotics, считает, что ОИИ вполне может объявиться во временных рамках

Курцвейла. Сингулярность же спрогнозировать сложнее. Бен Герцель оценивает сроки её наступления где-то между 2020 и 2100 годами. «Имейте в виду, что мы могли бы достичь ОИИ человеческого уровня, радикального расширения сферы здравоохранения и других интересных вещей задолго до сингулярности. Особенно если мы хотим временно замедлить развитие ОИИ, чтобы увеличить шансы на благоприятную сингулярность», - пишет он.

Курцвейл, Герцель и другие всего лишь входят в новейшее поколение футурологов, которые решили, что человечество устремилось к новой парадигме существования, во многом благодаря технологическим инновациям. Были некоторые намёки, что философы ещё в XIX веке, благодаря промышленной революции, поняли, что человеческая раса начала двигаться в странном направлении с постепенно нарастающей скоростью. И только в 1950-х годах выкристаллизовалось современное понимание сингулярности.

Математик Джон фон Нейман отмечал, что ускоряющийся прогресс технологии намекает на приближение к некоей существенной сингулярности в истории человеческой расы, после которой наш вид уже не будет существовать в известной нам форме.

В 1960-х годах, после работы с Аланом Тьюрингом по расшифровке нацистских сообщений, британский математик И. Д. Гуд ссылаясь на сингулярность, не называя её как таковую. Он писал: «Пусть сверхразумная машина будет определена как машина, которая может намного превзойти все интеллектуальные действия любого умного человека. Поскольку проектирование машин будет одним из таких интеллектуальных видов деятельности, сверхразумная машина может проектировать ещё более совершенные машины. И тогда случится «взрыв интеллекта», и разум человека окажется далеко позади».

Писатель-фантаст и профессор математики Вернор Виндж считается создателем термина «технологическая сингулярность». В своём эссе 1993 года «Приближающаяся технологическая сингулярность: как выжить в эпоху

постчеловека» он предсказал, что технологическая трансценденция наступит в течение 30 лет. Винддж объяснил в своём эссе, почему он думает, что сингулярность – в космологии это событие, когда пространство-время рушится и формируется чёрная дыра – уже на подходе и нашему обществу, как человеческой цивилизации, и надо к тому готовиться. «Это точка, за которой наши модели придётся отбросить, и образуется новая реальность. По мере того как мы приближаемся к этой точке, она будет становиться все более и более применимой ко всем человеческим сферам деятельности. И все же, когда сингулярность наступит, она может быть большим сюрпризом и ещё большей неизвестностью», – поясняет писатель-фантаст и профессор математики.

База данных, собранная НИИ машинного интеллекта (MIRI), некоммерческой организацией, посвящённой социальным проблемам, связанным с ОИИ, показала, что было сделано 257 предсказаний появления ИИ с 1950 по 2012 год в научной литературе. Из них 95 содержали прогнозы, дающие график развития ИИ. «Прогнозы появления ИИ в базе данных кажутся лишь немного лучше, чем случайные догадки», – пишут авторы. Например, учёные обнаружили, что «нет доказательств того, что экспертные прогнозы отличаются от оценок неспециалистов». Они также выяснили, что большинство прогнозов на тему ИИ попадают в определённое пятно – от 15 до 25 лет с момента прогноза.

И здесь, возвращаясь к теме «Инновации и общество» пора ещё раз обратиться к опыту Израиля, который является исключительно страной иммигрантов, называемых в этой стране олимами. Его территория составляет менее 1% площади России, лишена сырьевых ресурсов и находится под постоянной угрозой войны. За несколько десятков лет Израиль стал инновационной супердержавой, превратился в мировой центр науки и высоких технологий. Страна лидирует в мире по числу учёных (145 на 10 тысяч населения), по затратам на научные исследования (4,5 % ВВП), по количеству научных публикаций и зарегистриро-

ванных патентов. А по количеству высокотехнологичных компаний Израиль уступает только США, его называют второй Силиконовой долиной. На крупнейшей в мире фондовой бирже NASDAQ, специализирующейся на высоких технологиях, Израиль занимает 2-е место после США по количеству котирующихся компаний. Если 60 лет назад Израиль экспортировал в основном цитрусы, то сегодня на высокотехнологичную продукцию приходится 11 % его ВВП и более 50% экспорта. У Израиля нет нефти и плодородных чернозёмов, нет сухопутных границ, через которые можно вести внешнюю торговлю. Все материальные ценности Израиля создаёт хорошо мотивированная армия предпринимателей. Мотив поощряет их развивать бизнес и брать на себя риски. Мотивом является выживание, которое не считается само собой разумеющимся в этом регионе, склонном к войнам. С самого основания своего государства израильтяне осознавали, что будущее – и ближайшее, и отдалённое – всегда под вопросом. Поэтому надо ценить настоящее и жить настолько полно, насколько это возможно. У израильтян есть понятие «давка» – наперекор, специально, как раз, именно потому. Они говорят: «Чем больше нас атакуют, тем большего успеха мы достигаем». Иными словами, выживание через успех. Стремление к выживанию выработало привычку «двигаться только вперёд», постоянно развиваться.

В израильском обществе импульс быть первыми и импульс к созданию инновативного подхода сливаются в один. В центре этого импульса находится инстинктивное понимание того, что в XXI веке любая развитая страна обязана стремиться стать «фабрикой идей» – сама генерировать идеи внутри и заимствовать лучшее, созданное в других государствах. Израиль превратился в одну из самых больших в мире «фабрик идей».

«Всегда готов к действию», «я действую», «я могу» – так можно охарактеризовать предпринимательский дух израильтян. И это – тоже производная от их неуверенности в завтрашнем дне. Когда у израильского предпринимателя

появляется деловая идея, он начинает работать над её воплощением уже на «этой неделе», не теряя времени на бесконечное обдумывание и сомнения. Это продуктивно, хотя не исключены неудачи.

Неудовлетворенность, неизбывная потребность изменять, совершенствовать, изобретать. Израильский президент Шимон Перес: «Каждая технология, которая приходит в Израиль из США, появляется в армии, и через пять минут они её уже изменяют». То же происходит и вне армии. Израильцы на практике подтверждают утверждение о том, что «бедствия в силу необходимости порождают изобретательность».

«Культура несогласия», стремление ставить под сомнение даже очевидное, спорить обо всем и по поводу всего. Иудаизм и Израиль всегда взращивали культуру сомнений и споров, «игру с открытыми вопросами, которая состоит из интерпретаций одного человека, интерпретаций, высказанных в ответ, повторных интерпретаций, а также противоположных интерпретаций». Эти черты присущи всему обществу и, как ни парадоксально, израильским военным. Известна поговорка «два еврея – три мнения». Сомневаться в привычном, задавать вопросы, спорить, формировать собственное мнение и не идти бездумно у большинства на поводу детей учат с малых лет. «Культура несогласия» способна воспитывать людей, для которого инновации – неотъемлемая часть жизни. Опять же самые оригинальные решения труднейших задач скорее рождаются в среде, где каждый участник команды является лидером. Председатель совета директоров Google, основатель венчурного фонда Innovation Endeavors Эрик Шмидт: «Израиль процветает в сфере инноваций, потому что культура израильтян позволяет подвергать сомнению авторитеты и бросать вызов всему – они не следуют правилам. Влияние, которое израильтяне оказывают на науку и технологии, огромно. Вот почему я инвестирую в Израиле».

Поэтому не удивительно, что **для израильской культуры не характерны чиновничество и иерархическая дисциплина**. Сотрудники израильских компаний готовы бросить вызов высшему руководству, а не просто следуют директивам, спускаемым сверху. Они отстаивают свою правоту в дебатах, которые считают наилучшим способом разобраться в проблеме. Сотрудники никогда не говорят о человеке у него за спиной. Всегда известно, в каких отношениях они находятся. Такое поведение превалирует не только в гражданских компаниях, но и в армии, как, впрочем, и свобода в принятии решений. Говорят, что «значительно сложнее управлять 5 израильтянами, чем 50 американцами, потому что израильтяне постоянно задаются вопросом: почему вы – мой начальник, а не я – ваш начальник?»

И в обществе, и в армии также преобладают **мышление и поведение в стиле рош гадолъ («с большой головой») над стилем рош катан («с маленькой головой»)**. Во втором случае приказы интерпретируются узко, чтобы избежать дополнительной ответственности и дополнительной работы. Тот же, кто включает «большую голову», относится к приказам критически, понимая, что начальник может ошибаться, и всегда думает, чтобы сделал он сам. И тогда импровизация доминирует над дисциплиной, возможность усомниться в приказе начальника – над уважением к иерархии. Подвергать сомнению приказы начальника – это директива, норма для младших израильских военнослужащих.

Неформальность в поведении. Вежливость не считается достоинством. Израильтяне, не смущаясь, спрашивают едва знакомых людей, сколько им лет, сколько стоит их квартира или автомобиль, делают замечание по поводу одежды. Те, кому не нравится такое поведение, могут быть отвергнуты израильтянами, остальные находят его честным. «В стране, в которой вежливость не считается достоинством, ощущаешь себя более комфортно».

Уникальная терпимость к конструктивным, интеллектуальным неудачам. В израильском деловом этикете предприниматели, потерпевшие неудачу, не считаются лозерами, на них не принято ставить крест. Их негативный опыт рассматривается как ценный актив, если они сделали правильные выводы и готовы начать сначала. Специалисты утверждают, что, «когда предприниматели достигают успеха, они революционизируют рынки. Потерпев неудачу, они продолжают пребывать под постоянным конкурентным прессингом и таким образом стимулируют прогресс». Израильтяне не боятся социальной цены неудачи и разрабатывают свои проекты независимо от экономической и политической ситуации. Запуск стартап-компании, приход в сферу высоких технологий стал наиболее уважаемым и обычным направлением карьеры молодых израильтян. Они знают, что следует пробовать, и возможная неудача будет не клеймом, а важной строкой в их резюме, ведь «неудача – это часть успеха». Для сравнения: в Южной Корее, несмотря на страсть корейцев к технологиям, стартапов существенно меньше, чем в Израиле. Почему? Из-за страха «потерять лицо»: если кореец терпит неудачу, об этом никто не должен знать. Высокая терпимость к неудачам проявляется и в израильских законах, касающихся создания стартап-компаний и их банкротства. Все это делает Израиль одним из самых удобных мест в мире для рождения новых компаний.

Креативность во имя безопасности. Маленький по территории и по численности населения Израиль никогда не сможет стать крупным рынком или развить большие отрасли промышленности. Единственная возможность для него – стремление к качеству, основанному на креативности. Ведь размер приносит количественные преимущества, а небольшие масштабы позволяют концентрироваться на качестве. Израиль развивал креативность не пропорционально размеру страны, а пропорционально опасностям, которым противостоял. Креативность во имя безопасности

заложила основу сначала оборонных, а затем и гражданских отраслей.

Благоприятный инвестиционный климат. В Израиле созданы все условия для эффективного развития стартап-индустрии: качественная система образования, прозрачная налоговая политика, льготное налогообложение, грамотное инвестиционное законодательство, беспрецедентное число соглашений о свободной торговле, устойчивые макроэкономические показатели (стабильные рейтинги, А и, А+ от Fitch, S&P, Moody's), а также высокий уровень доверия в индустрии. Израиль уступает только США по количеству высокотехнологичных компаний и занимает 6-е место в мире в категории «Защита прав инвесторов» (Россия – 115-е). В 2013 году он входил в первую четвёрку среди 19 самых привлекательных для прямых внешних инвестиций государств.

Открытость внешнему миру. Сегодня на территории Израиля, несмотря на его изолированность и удалённость от крупных рынков, открыты дочерние компании, заводы, научно-исследовательские центры практически всех высокотехнологических корпораций мира (Motorola, IBM, Intel, Microsoft, Cisco, Google и другие) Объясняется это не только инженерным талантом израильтян, но и их драйвом в направлении успеха, как личного, так и национального, а также особенностями национального характера, о котором уже шла речь. За счёт развития своей экономики и деловой репутации они вселили в иностранных инвесторов уверенность в том, что способны выполнять свои обещания.

«Циркуляция», а не «утечка мозгов». Когда десятки тысяч израильтян уезжают на работу или учёбу в другие страны, в Израиле это называется не «утечкой», а «циркуляцией мозгов». Потому что, даже занимая высокие посты в крупных компаниях, они не теряют связей со своей страной. Многие возвращаются, принося с собой не только идеи и опыт, но и инвестиции. Именно по этой причине Ки-

тай весьма активно работает на рынке новейших технологий, создаваемых в Израиле.

Нельзя в связи с развитием темы «Инновации и общество» не обратиться и к опыту Китая. За время жизни одного поколения Поднебесная из нищей страны поднялась на уровень мировых экономических лидеров. Что лежит в основе столь впечатляющего прорыва? Этот вопрос не даёт покоя специалистам и просто неравнодушным людям во многих странах – и богатых, и бедных. Чжан Вэйвэй, профессор Женевской школы дипломатии и международных отношений, профессор университетов Цинхуа и Фудань в Китае, который был переводчиком английского языка у Дэн Сяопина и других китайских лидеров, такие основы увидел в восьми «больших идеях» (далее изложено в пересказе российского экономиста Петра Филиппова).

Искать истину в фактах. Это древняя китайская концепция и кредо Дэн Сяопина. Он считал, что окончательным критерием истинности служат факты, а не идеологические догмы. Изучив факты, Пекин сделал выводы о том, что ни советская коммунистическая модель, ни модель западной демократии не подходят развивающейся стране в качестве средства модернизации и что демократизация обычно следует за модернизацией, а не наоборот. Поэтому в 1978 году Китай пошёл по собственному пути развития и начал крупномасштабную программу модернизации на основе прагматического подхода, методом проб и ошибок.

Примат благосостояния народа. Пекин принял этот старый китайский принцип правления, провозгласив искоренение бедности самым фундаментальным правом человека. Эта идея проложила путь к успеху Китая в освобождении от оков нищеты 400 млн. человек, беспрецедентному успеху в мировой истории. Возможно, Китай совершил революцию в понимании прав человека, отстаиваемом Западом, который, начиная с эпохи Просвещения, видел их почти исключительно через призму гражданских и политических прав. Может быть, эта идея будет иметь историче-

ское значение для всех бедных нашего мира. Сравните с российской практикой, где обогащение путём казнокрадства – реальная цель мафиозной элиты.

Важность холистического мышления. Под влиянием своей философской традиции Китай с начала 1980-х годов по сей день реализует холистическую стратегию модернизации. Это позволяет на каждой стадии трансформации выстраивать приоритеты, проводя вслед за лёгкими реформами более решительные и трудные - по контрасту с распространённой в мире популистской, краткосрочной политикой.

Государство как необходимое благо. На всем протяжении многовековой истории Китая времена благосостояния ассоциировались с просвещённым, сильным государством. Вопреки американскому видению государства как необходимого зла, трансформацию Китая проводило просвещённое государство, нацеленное на развитие. Дэн Сяопин переориентировал старую систему Китая со стремления к маоистской утопии на продвижение модернизации. Китайское государство при всех своих недостатках способно сформировать национальный консенсус по вопросу модернизации и идти, разрабатывая новые технологии, к намеченным стратегическим целям (реформа банковского сектора, разработка возобновляемых источников топлива, стимулирование китайской экономики в условиях глобального спада и др.). Сравните с реализуемыми, а не декларируемыми программами президента и правительства России, с дискуссиями на ТВ. Не обсуждаются цели, пути и средства их достижения, развитие экономики инноваций. Вместо этого вопли о гейропе, сказки про святые мощи, консолидация общества через агрессию – аннексию Крыма и войну в Донбассе. Страна тем временем погружается в нищету.

Эффективное управление важнее демократизации. Китай отвергает стереотипную дихотомию «демократия против автократии» и считает, что характер государства (в том числе его легитимность) должен определяться его су-

тью, то есть эффективностью управления, и оцениваться на основании того, насколько успешно оно справляется со своими функциями. Несмотря на пробелы в транспарентности и правовых институтах, китайское государство обеспечило самый быстрый в мире экономический рост и резко повысило уровень жизни населения. В этом оно солидарно с теми политологами, кто на данных статистики доказывает, что широкая демократизация часто приводит к власти диктаторов, к нищете народа в странах, где подданическая вождистская культура общества находится на уровне Средневековья. Примеры: Конго, Туркмения, Узбекистан, Россия.

Легитимность как следствие результативности. Пекин практикует этот принцип (хотя и не всегда успешно) в рамках своей политической системы, основываясь на конфуцианской традиции — меритократии (власть умных). Такие критерии, как результативность в искоренении бедности и в охране окружающей среды через инновации и новые технологии, являются ключевыми факторами карьерного роста чиновников. Лидеры Китая образованны, компетентны и испытаны на разных уровнях ответственности. В России губернаторами назначают преданных президенту охранников.

Выборочное обучение и адаптация. Китай является светской культурой, в которой ценится умение учиться у других. Китайцы выработали замечательную способность к выборочному обучению и адаптации к новым вызовам, о чем свидетельствует то, насколько быстро Китай вошёл в мир новых высоких технологий и занял в нём одно из ведущих мест. В России – кризис науки и образования. Проекты типа «Сколково» эффекта не дали.

Гармония в разнообразии. Пекин возродил этот древний конфуцианский идеал применительно к большому и сложному обществу. Отвергая политику конфронтации в западном стиле, власти упорно работают над тем, чтобы подчеркнуть общность различных групп интересов, смягчить социальные противоречия, связанные с быстрыми

переменами, и создать систему социальных гарантий для всех.

«Вот скажи мне, американец, в чем сила? Разве в деньгах? Вот и брат говорит, что в деньгах... У тебя много денег, и чего? Я вот думаю, что сила в правде: у кого правда, тот и сильней!». Этот перифраз незабвенного: «Учение Маркса всеильно, потому что оно верно» из статьи Владимира Ленина «Три источника и три составных части марксизма», озвученный в культовом фильме 90-х «Брат-2» Алексея Балабанова, в совокупности с классическим марксистским: «Идея становится материальной силой, когда она овладевает массами» из статьи Карла Маркса «К критике гегелевской философии права» – не бровь, а в глаз касательно становления нынешнего VI технологического уклада. Попросту говоря: «Сколько денег не вкладывай в науку, технику, промышленность – все в песок уйдёт, если в обществе нет веры в справедливость, под коей разумеется перераспределение денежных ресурсов не по понятиям отдельных особей, а по потребностям всех людей, и нет людей-моторов, которые с фанатическим упорством, пробивали бы, даже через неверие экспертов и обывателей, реализацию самых, казалось бы, на данный момент фантастических идей».

Для тех, кто никуда не плывёт, не бывает попутного ветра. Мощное течение увлекает за собой стоячие воды. Деньги вкладывают в сильные проекты, слабые затаптывают. За любым успешным проектом всегда находится мотор – человек, который заряжает своей энергией и соратников, и попутчиков, и инвесторов. Если нет мотора – проекты не летят, а пролетают. Или тонут в потоке времён, какими бы разгениальными они ни были... чтобы всплыть усилиями более энергичных последователей. Но то может произойти только в том обществе, где нет никаких границ для научного познания, а есть только жажда знаний, творчества и открытий, где наука децентрализована и не находится под давлением авторитетов. В науке децентрализованного характера каждый человек будет являться учёным

первооткрывателем, которому совсем незачем будет добывать звания, так как он будет довольствоваться добычей знаний и личными открытиями, которые будут свободно передаваться во владение всему человечеству. Всё остальное – это бюрократическая дурь.

Если принцип самоорганизаций по новейшим принципам обернуть вокруг исследовательского процесса тех или иных свободных представителей науки, то можно наладить поток новейших наработок, которые позволят обществу перейти на новый уровень своего развития, где не будет диссонанса между потребностями всех и возможностями одного. То есть будет воплощён в жизнь принцип: «От каждого по способностям, каждому по потребностям» – лозунг, провозглашённый Луи Бланом в 1851 году, позаимствованный им у Этьенна-Габриэля Морелли, который в сформулировал его в своей работе «Кодексе природы», а наибольшее звучание в обществе этот простой и понятный принцип получил с подачи Карла Маркса в статье 1875 года «Критика Готской программы». Можно по разному относиться к коммунистическим идеям, но покуда в обществе наблюдается неподдающееся разуму перераспределение общественных богатств, где одним все, а другим, что останется, идея «справедливости», понимаемая каждым по своему, будет витать в обществе. Идеал недостижим, но к нему стремится надо, и тут немаловажную роль играет функционирование инновационных систем, потому как чтобы что-то делить – по справедливости или как придётся – надо что-то создавать. Чтобы было, что делить.

3.3 Инновации и политика

Как уже было сказано выше по тексту, весомую роль в успехе инноваций, их вхождении в жизнь граждан и подключении инновационных процессов к экономике играет государство, как проводник государственной инновационной политики – совокупности направлений, форм и методов деятельности государства, направленных на создание взаимосвязанных механизмов институционального, ресурсного обеспечения поддержки и развития инновационной деятельности и формирование мотивационных факторов активизации инновационных процессов.

Государственная инновационная политика – часть социально-экономической политики государства, определяющая:

- цели, приоритеты инновационной стратегии и механизм её реализации органами государственной власти;
- методы воздействия государственных структур на экономику и общество, связанные с инициированием и повышением экономической эффективности инновационных процессов;
- освоение результатов научных разработок в целях модернизации экономики, обеспечения прогрессивных структурных преобразований, повышения конкурентоспособности продукции национальной экономики.

Реализация государственной инновационной политики предполагает:

- создание благоприятной инновационной среды и обеспечение экономической выгоды для участников инновационного процесса, включая инфраструктуру коммерциализации инноваций и малое инновационное предпринимательство, а также развитие регионов с высоким научно-техническим потенциалом;
- развитие научно-технологического и производственного потенциала, обеспечивающего переход на более высокие технологические уклады;

- укрепление технологической базы отраслей, продукция которых пользуется устойчивым спросом на рынке и обеспечивает импортозамещение.

Среди методов проведения государственной инновационной политики можно выделить следующие:

1. Политика технологического толчка. Главные цели и приоритетные направления научно-технологического и инновационного развития задаёт государство, на основе чего определяются методы стимулирования инновационной деятельности. Такой вариант предусматривает разработку различных государственных программ, большие капиталовложения в масштабные инновационные проекты, использование других прямых форм государственного участия в регулировании инновационных процессов. Государство поддерживает только долгосрочные инновационные проекты, которые требуют значительных финансовых вложений, а, следовательно, могут реализовываться только крупными предприятиями.

2. Политика рыночной ориентации. Предусматривает ведущую роль рыночного механизма в распределении ресурсов и определении направлений развития науки и техники, а также ограничение роли государства в стимулировании фундаментальных исследований. Направлена на создание благоприятного экономического климата и развитие информационной среды с целью реализации нововведений в фирмах, сокращение прямого участия государства в НИОКР и исследованиях рынков, а также прямых форм регулирования, которые препятствуют стимулированию рыночной инициативы и эффективной перестройке рынка. Нацелена на краткосрочные и недорогие инновационные проекты, реализуемые отдельными фирмами.

3. Политика социальной ориентации. Направлена на социальное регулирование результатов научно-технического прогресса. Процессы принятия решений происходят с привлечением широкой общественности в условиях достижения социально-политического консенсуса. Этот тип инновационной политики должен быть совмещён

с другими типами в соотношении, которое не препятствует полноценному экономическому развитию государства.

4. Политика, направленная на реформирование экономической структуры хозяйственного механизма.

Предусматривает существенное влияние передовых технологий на решение социально-экономических проблем, смену отраслевой структуры, взаимодействие субъектов хозяйствования, уровень жизни и прочие составляющие экономики. Это требует новых форм организации и механизмов управления развитием науки и техники, а также их взаимодействия.

В общем, в рамках своей инновационной политики государство создаёт условия для повышения научно-технологического потенциала страны, определяет приоритеты в сфере научно-технологической деятельности и поддерживает их развитие через систему финансово-кредитных и налоговых инструментов, формирует организационные механизмы информационного и ресурсного обеспечения инновационной деятельности. С этой целью создаётся законодательное обеспечение, которое устанавливает правовые, экономические и организационные условия научно-технической и инвестиционной деятельности, определяет порядок и условия предоставления поддержки субъектам инновационной деятельности. Эти меры осуществляются через государственную инновационную политику.

Это все азы, которые знает каждый студент. Немножко подучившись и немало поработав, став учёным мужем и столкнувшись нос к носу с разработкой и внедрением инноваций, бывший студент понимает, что знать-то многие знают, что из себя инновационная политика представляет, да на практике мало кому удаётся её плоды в полной мере вкусить, и не потому, что отдельный индивид по этой части как-то и чего-то не дорабатывает, а потому, что с реализацией даже азов государственной инновационной политики во многих странах не айс, не говоря уж о деталях, в которых, как принято считать, дьявол кроется. Вот о деталях и тонкостях взаимодействия государства с юридиче-

скими и физическими лицами, как в его границах, так и за его пределами, в процессе реализации инновационной политики мы и поговорим в этой главе.

Для начала про взаимосвязь инноваций с политикой на опыте одного из авторов этой книги. Академик Европейской академии наук, президент Союза изобретателей Израиля, автор более 500 изобретений, Олег Фиговский имеет опыт более чем 55-летней изобретательской и научной деятельности – сначала 30 лет в России, а затем 25 лет за рубежом. Большинство его изобретений, сделанных в России, были направлены на решение конкретных частных задач, поставленных индустрией. Это неплохо, поскольку позволяло увидеть их применение в течение короткого времени. Так, на основе сиюминутных задач, часто возникающих в силу сложившихся обстоятельств, было просто добиться реализации части изобретений, таких, как клей «Бустилат», широко применяемый в Советском Союзе. Однако многие изобретения, например, пластасфальтовый бетон (наноасфальт), созданный ещё в 1959-1960 годах, нашёл применение только через 25 лет. Другие изобретения академика Фиговского так и не были освоены союзной промышленностью.

При отсутствии необходимой социо-экономической среды сотни тысяч учёных уезжали из СССР и уезжают из России просто потому, что не могут здесь воплотить свои идеи. Но в последние годы на Россию свалилась ещё одна беда с политической подоплёкой – развал (или так называемая реорганизация) Российской академии наук. Учёные бьют тревогу: в письме президенту академии пишут: «Время политкорректности закончилось, давно пора назвать вещи своими именами. Сейчас стало совершенно очевидным, что последние три года реформы фундаментальной науки в России не принесли никаких положительных результатов. Мы стоим на грани окончательной ликвидации конкурентоспособной научной отрасли – одной из традиционных опор российской государственности». Обратит ли власть внимание на крик отчаяния академиков? Ес-

ли нет, то через несколько лет Россия может остаться не только без инноваций, но и без изобретений и науки в целом. Это, так сказать, преамбула к рассмотрению взаимосвязи политики с инновациями.

Для входа в тему «Инновация и политика» несколько зарисовок сегодняшнего дня.

На нынешней своей стадии великий мировой экономический спор посвящён протекционизму и наднациональному, а равно и внутреннему регулированию рыночной деятельности. Протекционизм сегодня в наступлении, бюрократическое регулирование рынков в обороне.

Администрация Трампа грозит оградить американскую экономику от иностранных конкурентов, но зато освободить её внутренние силы от диктата чиновных регламентаций. На уровне идеи это не выглядит полным идиотизмом, поскольку внутренний рынок США сам по себе огромен. Он не очень сильно зависит от внешней торговли, но при этом весьма утомлён массой обременений, придуманных прежними властями, и почувствует себя бодрее, если их урежут.

Те страны, которые сделали ставку на экспорт товаров и услуг, от Китая и Мексики до Вьетнама и Сингапура, естественно, удручены и призывают сохранить свободу мировой торговли. На самом деле всерьёз придушить эту торговлю очень сложно. Но если она все же пострадает, то, например, Китай, обладающий, как и Америка, гигантским внутренним рынком, ускорит и так уже происходящий поворот своей экономики внутрь и продолжит расти, пусть и немного медленнее.

Особый оттенок этот спор принял в ЕС по случаю предстоящего ухода Британии и общего всплеска евроскептицизма. При этом практически все, включая и британцев, прекрасно понимают выгоды общеевропейского свободного рынка, не уступающего по масштабам американскому и китайскому. Раздоры вызывает не свобода внутренней европейской торговли, а тяжёлая рука евросоюзских учре-

ждений и другие накопившиеся проблемы нехозяйственного порядка.

Вот о чем сегодня спорит человечество. Может быть, завтра на него свалятся и другие назревшие проблемы, но пока оно озабочено этими. И надо добавить, что рост мирового ВВП продолжается обычным своим темпом – около 3% ежегодно, причём в еврозоне в 2017-м ожидается подъем процента на полтора, в США – вдвое больше, а в Китае и в Индии – ещё вдвое больше.

При этом массовое высокотехнологичное производство привело к тому, что доля инженерного труда в создании продукции превышает долю труда рабочего. Система подготовки инженерных кадров и престижность этой профессии в общественном сознании становится одним из важных элементов конкурентоспособности страны в глобальной экономике.

За последние десятилетия в развитых странах существенно снизился интерес молодёжи к инженерным профессиям и желание участвовать в развитии новых и перспективных направлений науки и техники. Референтными группами стали адвокаты, бизнесмены, менеджеры, представители отдельных медицинских специальностей и прочее. Представители инженерных специальностей в этом перечне не значатся. Результатом этого стало то, что на естественнонаучные и инженерные специальности университетов поступает значительное количество тех, кто по среднему баллу не смог пройти на престижные в настоящее время факультеты и специальности. Желаящих создать меньше, чем управлять, торговать, быть адвокатами, артистами, топ-моделями или банковскими служащими. Происходит «перекачка» существенной части талантливой молодёжи в непроизводственные сферы, что ослабляет научный, инженерный и изобретательский потенциал общества.

К примеру, в процентном соотношении в Израиле наибольшее в мире количество адвокатов на душу населения. И все равно желающих учиться именно на юриди-

ческих факультетах меньше не становится. Похожая ситуация в современной России, где быть инженером, технологом или учёным абсолютно непрестижно и даже антипрестижно. Сложившаяся ситуация требует разворота правительственных структур, средств массовой информации и научно-технических общественных организаций в сторону повышения престижа естественнонаучных и инженерных специальностей.

Совершенствование существующих и разработка множества новых научно-технических направлений происходит в условиях всё нарастающего усложнения технических объектов и технологий. Это приводит к увеличению интеллектуальных и материальных затрат на прикладные исследования и опытно-конструкторские разработки, успешность проекта в значительной степени определяется качеством его исполнения и квалификацией исполнителей.

В разработке и реализации нововведений всегда принимают участие учёные и инженеры. Если инновационный проект связан с созданием приборов и оборудования, то к составу исполнителей добавляются высококвалифицированные рабочие. Деятельность инженера – это креативное приложение научных принципов к планированию, созданию, управлению, эксплуатации, руководству или работе систем, которые должны улучшать нашу повседневную жизнь. Инженерный труд – самостоятельный вид трудовой деятельности, отличающийся от деятельности научных работников и рабочих. В триаде учёный–инженер–рабочий, необходимой для продолжения научно-технического прогресса, именно инженер является центральной фигурой научно-технического прогресса.

Глобальная экономика ещё более усилит конкуренцию и, как следствие, быструю сменяемость технологий во всех сферах человеческой деятельности. Для поддержания конкурентоспособности разрабатываемой продукции в настоящее время и в будущем, инженеры должны обладать высоким уровнем квалификации, инновационного

мышления, профессиональной мобильности и соответствующей мотивацией.

Назрела необходимость в общественном признании важности инженерной деятельности и в изменении принципов, методов и подходов, касающихся построения системы инженерного образования.

Способностью мыслить человек обязан матери-природе также мало, как и богу-отцу. Природе он обязан мозгом – органом мышления. Умение же мыслить является продуктом воспитания и образования, нормальным результатом развития нормального в биологическом отношении мозга. В этом контексте немецкий философ Карл Ясперс сказал: «Большинство людей думать не умеют, потому что чихать и кашлять человек может с рождения, а думать его надо учить». Освоение операций мышления должно происходить в процессе повседневного учебно-воспитательного процесса в учебных заведениях разного уровня путём решения учебных и практических задач в области точных наук, логики, психологии, техники и так далее.

Из всего многообразия требований к инженерам вообще, и к инновационным инженерам в особенности, основными следует считать развитый механизм принятия технических решений на изобретательском уровне, способность находить необходимую информацию и самообучаться. Именно эти качества являются базовыми для продуктивной трудовой и творческой деятельности инженера в качестве исполнителя.

В каждой из развитых стран существует система предъявления требований к качеству инженерной подготовки и признанию инженерных квалификаций. Такие системы реализуются в каждой стране национальными, как правило, неправительственными профессиональными организациями – инженерными советами, имеющими в своём составе органы по аккредитации образовательных программ и сертификации специалистов.

Наиболее авторитетной в Соединённых Штатах и во всем мире профессиональной организацией, занимаю-

щейся оценкой качества инженерных образовательных программ в университетах, является ABET – Accreditation Board for Engineering and Technology USA (Совет по аккредитации в области техники и технологий). В критериях ABET, определяющих модель инженера, сформулированы обязательные общие требования к выпускникам университетов, освоившим инженерные программы, среди прочего предполагающие наличие таких компетенций как умение работать в коллективе по междисциплинарной тематике и эффективно общаться. Похожие и дополнительные требования к квалификации инженера существуют в аналогичных перечнях национальных советов других стран.

В перечне изучаемых дисциплин большинства колледжей и университетов отсутствуют предметы, обучающие студентов инженерных специальностей основным умениям инновационного инженера. Это связано с дефицитом учебных часов и сложившейся системой обучения. А потому студенты с развитым мышлением, приученные к интердисциплинарному восприятию изучаемых предметов – это особый ресурс страны. Именно такие «незаторможенные» студенты становятся инновационными инженерами, востребованными всюду, где необходимо решать «нерешаемые» задачи. Например, в такой организации как DARPA – Агентство передовых оборонных исследовательских проектов (США). Этой структуре, к примеру, требуются инженеры, для того, чтобы создать костюм, обеспечивающий защиту от вражеского огня и плохой погоды, излечивающий раны и на порядок увеличивающий возможности человека, сделать бойца и технику невидимыми для противника во всех диапазонах электромагнитного спектра и при этом видеть противника во всех диапазонах сразу и далее в том же роде.

США в настоящее время резко меняют своё отношение к образованию и профессиональной ориентации школьников. Это является составной частью государственной политики обеспечения готовящегося нового прорыва в науке и технологиях. Планы Америки на годы вперёд были пред-

ставлены в выступлении президента США Барака Обамы 27 апреля 2009 года на ежегодном собрании американской Национальной академии наук. Им, в частности, было сказано: «Я также хочу, чтобы мы все думали о новых творческих подходах к вовлечению молодёжи в науку и инженерное дело, будь то фестивали науки, соревнования роботов, выставки, побуждающие молодых людей придумывать, конструировать, изобретать — чтобы быть создателями вещей, а не только их потребителями». И слова эти, в отличие от голословных заявлений российских политиков всякого ранга, начиная с президента и кончая мелким клерком при правительстве, не на ветер брошены – политическая система США работает в комплексе, где нет места преваляирования какой-то отдельной ветви власти над всеми остальными. В том и её устойчивость: на одной ноге долго не простоишь, надо всеми сразу на политику опираться.

По части вовлечения в политический процесс инноваций, возвращаясь к программе Барака Обамы... Для этого необходимы творческие способности, а также профессиональная мобильность, которые должны быть выпестованы системой образования. Профессиональная мобильность – это способность и готовность специалиста достаточно быстро и успешно адаптироваться к новым технологическим условиям путём освоения новой техники и технологий, приобретать недостающие знания и умения, а также способность переключаться на другой вид деятельности. Подготовка кадров столь высокой квалификации требует с одной стороны, существенных изменений в методиках обучения, а с другой – такого повышения престижа профессии, которого сегодня реально не наблюдается практически ни в одной стране мира.

А теперь о главном, сокровенном про что политики говорить-то говорят, но оно как было, так во многих странах и остаётся, потому как, сами участники процесса в этом деле сидят по самое не балуйся.

Одним из критических параметров, определяющих технологические возможности государства, является коррупция. Вот учёные и разработали нейронную сеть для моделирования и прогнозирования коррупции на основе экономических и политических факторов. Результаты исследования сотрудников Высшей школы экономики (НИУ ВШЭ) и Университета Вальядолида опубликованы в журнале *Social Indicators Research*.

Коррупцию необходимо обнаруживать на как можно более ранних стадиях. Авторы нового исследования использовали уникальную базу данных по случаям политической коррупции в Испании. Они разработали модель, целью которой стало заранее предупредить и спрогнозировать коррупцию в регионах Испании на основе макроэкономических и политических факторов. Эта модель предлагает различные варианты рисков коррупции в зависимости от экономической ситуации в регионе и времени составления прогноза.

Учёные НИУ ВШЭ и Университета Вальядолида использовали самоорганизующиеся карты на основе нейронных сетей для предсказания случаев коррупции на разных горизонтах прогнозирования. Самоорганизующиеся карты – это вид искусственных нейронных сетей, которые имитируют функции мозга. Такие карты могут выделять повторяющиеся шаблоны из больших объёмов информации без чётко выраженного понимания стоящих за ними связей. Они преобразуют нелинейные отношения среди многомерных данных в простые геометрические связи. Благодаря таким возможностям самоорганизующиеся карты – это удобный инструмент для выявления шаблонов и получения графического представления больших объёмов данных.

Согласно результатам исследования, для прогнозирования коррупции можно использовать экономические факторы. Учёные выявили, что коррупцию могут стимулировать изменение налога на недвижимость, рост экономики, повышение цен на жилье, а также увеличение количества

депозитных учреждений и нефинансовых фирм. Также выяснилось, что к росту коррупции ведёт слишком долгое нахождение у власти одной и той же партии. Исследователи могут предсказать появление случаев коррупции на период до трёх лет в зависимости от характеристик конкретного региона. В то время как в некоторых регионах коррупцию можно предсказать задолго до её появления и принять профилактические меры, в других случаях период прогнозирования гораздо меньше, и требуются срочные политические меры по её ликвидации.

«Мы разработали новый подход, имеющий три характерных признака. Во-первых, в отличие от предыдущих исследований, которые в основном базируются на восприятии коррупции, мы использовали данные по реальным случаям коррупции, – рассказал Феликс Лопес-Итурриага, один из авторов исследования, ведущий научный сотрудник НИУ ВШЭ. – Во-вторых, мы использовали нейронные сети, а этот метод хорошо подходит в данном случае, поскольку он не делает предположений о распределении данных. Нейронные сети – это мощный и гибкий инструмент моделирования, который не предполагает ограничивающих допущений по процессу создания данных или статистическим законам касательно соответствующих переменных. В-третьих, мы предлагаем прогноз случаев коррупции для разных временных горизонтов, чтобы можно было разрабатывать антикоррупционные меры в зависимости от того, насколько быстро может появиться коррупция. Наша модель позволяет разрабатывать схемы появления коррупции для разных горизонтов прогнозирования».

Результаты исследования уже используются в Испании, но почему-то не востребованы в России, а посему простые рекомендации для инноваторов, желающих работать в России с учётом политической ситуации (не для красного словца – чисто статистика: из 174 стран мира, вошедших в оценку коррупции по результатам 2016 года Россия на 136 месте, между Нигерией и Коморскими островами).

Без вовлечения свежих мозгов и приличных капиталов в процесс рывка России с последних мест в рейтинге высокоразвитых стран в лидеры ничего не получится. Только тут для начала мозги сильно напрячь надо, чтобы понять, что и как делать. В том плане, как в высокие технологии свежие мозги и приличные деньги привлечь так, чтобы всем по вкусу пришлось. Ну, чтобы и деньги целы были, и наследники сыты остались, когда в высокие технологии в России съёшься.

Но чтобы напряжение мозгов не к инсульту проектов привело, а рождением новых технологий обернулось, нужно определиться, что ж тому мешает в первую голову.

Тут особо-то и напрягаться незачем, оно всем не то, чтобы видно и заметно было, оно, как бельмо у всех на глазу торчит. Имя тому – коррупция: использование должностным лицом своих властных полномочий и доверенных ему прав, а также связанных с этим официальным статусом авторитета, возможностей, связей в целях личной выгоды, противоречащее законодательству и моральным установкам

Что тут можно противопоставить... Можно жалобно пищать, можно грязно ругаться, можно закрыть глаза лапками и жить дальше. Можно всё... Но куда мы эту приправу к нашему бизнесу в реку забвения Лету не сольём, никому нормального житья не будет. И никто нам тут не поможет. А рецепт-то простой, как от этой горечи в бизнесе избавиться. Простой, как одна из Десяти заповедей – «Не давай». Ни чиновнику, ни сыне его, ни дочке его, ни теще его, ни всякому скоту его, ни пришельцам от него. Ну и другим тоже не давай, даже если очень просят.

На просящих до облабления, помимо суда Божьего, есть службы собственной безопасности в госструктурах и прочие правоохранительные органы. К ним и иди, ежели достали. Чтобы там не судачили в кулуарах, не преподносили в прессе, не оплёвывали в интернете, не пускали в сюжетах теленовостей, не казали в кино, система то правоохранительная в России есть, и работают в ней в боль-

шинстве своём нормальные вменяемые люди. И в их служебные обязанности входит рассмотрение любого сигнала о всякого рода отклонениях от закона.

Да только кто ж так в России бизнес ведёт. Чтобы там не говорили про коррупцию, она снизу, а не сверху растёт и множится. И множится по причине не соблюдения другой заповеди ведения бизнеса: «Не нарушай». Блюда требования закона – и давать не придётся. Практикуется другой принцип: «Авось пронесёт, а не пронесёт, так откупимся». Дешевле нарушить всякие там требования законов и подзаконных актов и заплатить из чёрной кассы штраф с задачей на лапу проверяющему, нежели укомплектовать штат специалистами, следящими за соблюдением закона в своём бизнесе.

А чтобы из этого месива выйти, надо... Законы блюсти надо, как божию, так и государевы. А у нас каждый перещипывает всех и вся кинуть, да ещё при том этим и кичится: «Круче меня только яйца». Хотя его самого за яйца держат.

Не подставляйся и ни одна... ну, в общем, никто до тебя не докопается. А на особо ретивых есть управа в органах. Если не помогает, то в этих органах есть свои внутренние органы, которым за благо будет взять за органы отбившихся от закона товарищей. Такой вот рецепт избавления от коррупции просматривается.

Но само главное: «Не давай». Даже если и залетел. Что делать, см. выше. Иначе, дашь – присосутся, не отдерёшь. Да и в привычку войдёт. Тебе – давать, им – за данью приходиться по каждому поводу в своей личной жизни. В твой бизнес, как к себе домой.

Идеал недостижим, но к нему стремиться надо. Чтоб потом стыдно не было за содеянное. Да и кто его знает, что там за жизнью после смерти. Вдруг спросит кто-то, зыркнув грозным оком: «Ты что ж это сучий сын божий там понатворил? Кой чёрт тебя в мир пускали? Чтоб ты там всё испоганил что ли? Ну-ка, дайте мне посмотреть, что он там накуролесил. Ай, шельмец! Ну, проказник! Ай, да сукин

сын! На сковородку его, к чертям, да погорячее, да навечно. И до двенадцатого колена проклятие. Чтoб другим неповадно было. Мне и без него проблем хватает».

Хватает проблем и у счастливицков, которые вроде бы бога за бороду ухватили – и идеи свои до действующих образцов довели, и деньги под них нашли, и бизнес запустили, и от инвесторов его уберегли – да вот не идёт дело, хоть ты тресни. И все есть, а чего-то не хватает. Тут бы самое время свистнуть. Не в смысле что-то у кого-то позаимствовать без ведома владельца, а призвать на помощь компетентных товарищей. Не тех, что из органов, а тех, кто ночами не спят, над своими задумками корпея.

В общем бы по уму-то нужен бы СВИСТ - Сопровождение Венчурного Инвестирования Силами Творцов. Это когда к поиску технических или экономических решений, позволяющих бизнес от банкротства уберечь и дело на широкую ногу поставить, подключается свой брат изобретатель-первооткрыватель. Надо использовать запал, соображалку и пробивалку изобретателей, ищущих деньги для материализации своих детищ, для вытаскивания из ямы тех, кто уже деньги получил, да не сумел ими грамотно распорядиться. Помогая заваливающимся проектам на ноги встать и прибыль принести, изобретатели заработают первоначальный капитал для запуска своих собственных разработок.

Тут первым делом следует горе-счастливицков найти, которые проект в бизнес превратили, а денег с того не подняли. Затем вместе с ними разобраться, чего ж таки не хватает, чтобы покупатель товар на лету хватал, а за услугу глотки всем грыз. Потом поднять на решение осмысленной проблемы изобретателей, ищущих деньги для своих проектов, и совместными усилиями разработать мероприятия по доведению товара или услуги до такого вида, за который покупатель деньги без раздумий отдавал бы. И наконец, «раздача слонов» - приложившие руку и голову к вытаскиванию проекта из ямы получают за труды свои в

соответствии с деяниями своими из средств успешно работающей фирмы.

А чтобы фирма успешно заработала на высоких оборотах в высоких технологиях... Тут, конечно, деньги нужны. Где их взять? По глубокому разумению здесь на бизнес на чадолубии выходишь. Не тот, что киднеппинг, хотя близко к тому. Похищать надо не самих детей успешных бизнесменов, а их души. Чтобы они душой не к папиной трубе, месту в правлении банка, членству в Думе али какой другой синекуре прикипели, а на высокие технологии замахнулись. И вымогательством занимались, отцу с матерью прохода не давая, канюча: «Пап, мам, ну дайте мне пятьсот миллионов, я свой бизнес открыть хочу. В высоких технологиях».

А чтобы папа с мамой от этих домогательств не отмахнулись, головой кивая на примеры других родителей, вбухавших кучу денег в прорывные идеи своих чад и ничего, кроме неуплаты по счетам, не получивших, тут конечно группа поддержки нужна. Да не одна, а несколько. В первую голову надобно общую кампанию провести по промыванию мозгов самих родителей. Абы сердце дрогнуло, а рука нет, когда своё чадо отпускаешь туда, где правит закон джунглей – или ты ешь всех, или все едят тебя. Ну, или в современной, более гуманной формулировке, то же самое. Только «ешь» на «имеешь» поменялось. Что сути дела не меняет – выходя за рамки своего бизнеса, где все тобой прихвачено, будь готов к тому, что там тебя самого могут прихватить. И крепко, а то и намертво.

А чтобы не прихватили – не подставляйся. Не мни себя отцом всевышним, а про троицу вспомни, где все по местам расставлено – бог отец, бог сын, ну, и дух святой. Про отца и духа святого в другом месте. Пока про промежуточный вариант. Про вливание молодых мозгов в свежие деньги. На Руси, а не на Западе и не на Востоке. Не сказать, что у нас все уж так и плохо с поиском молодых талантов. Большой поклон организаторам наноолимпиад и прочих проектов по привлечению молодёжи в науку, но...

Мало отобрать способных ребят, неплохо их хорошо выучить, но все прахом пойдёт, если эти тщательно отобранные и хорошо выученные ребята в России не у дел останутся. А дело они найти могут у таких же ребят, как они сами – молодых, амбициозных, но уже с деньгами, то бишь у наследников месторождений, обогатительных и металлургических заводов, железных дорог и пароходов – у отпрысков наших олигархов. На данный момент лишь они могут стать наиболее активными инвесторами в наши инновационные проекты – отцы по уши в сырье, иностранцы, пока мы одной ногой в рынке, а другой в том месте, про которое в приличном обществе не говорят, вряд ли к нам сунутся, разве что самые отчаянные.

Тут надо инициировать процесс на ниве продажи проектов молодым, да ранним – запустить проект «Высокие технологии – молодым!», суть которого – вложение предпринимателями денег в своих детей и внуков в виде нового семейного бизнеса, связанного с высокими технологиями (чадолюбие в высоких технологиях задействовать). Красная нить – чтоб нашим олигархам своих детей и внуков у разбитого корыта не оставить (нефтянке и газу в качестве топлива лет через двадцать будет полный кердык – фотоника задавит – прорыв будет таким же неожиданным для многомудрых экспертов, как в восьмидесятые – персоналки, а в двухтысячные – мобильники), дедам и отцам уже сейчас надо подарки для своих наследников паковать в виде инновационного бизнеса. И подавать все это дело не серо и буднично, а ярко и броско.

«Высокие технологии – молодым!». Высокотехнологичный бизнес в подарок! Заканчивает отпрыск ВУЗ – вот тебе, дипломированный специалист, своя компания! Покажи родителям, чему тебя профессора научили! Вступает любимое дите в брак – вот вам, молодые, не авто или квартира, как у всех, а фирма с иголки! Заложите первый камень в основание семейной династии! Родился внук или внучка – вот бизнес в дар от деда с бабкой, чтоб родители голову не ломали, кем их ребёнок станет, когда вырастет.

Владельцем своего бизнеса станет! Своего, а не родительского! Без всяких судебных тяжб за право наследования. Да мало ли знаменательных событий в жизни человека, когда самым лучшим подарком будет своё дело. Бизнес в качестве подарка. Да не простой, а высокотехнологичный.

Но чтобы ввести моду на подарки родным, друзьям и близким в виде высокотехнологичного бизнеса, надо создать систему, обеспечивающую быстрое и безболезненное вхождение в высокотехнологичный бизнес новых владельцев, чтобы дело не развалилось в самом начале. Сто пудов, в ходе реализации любого проекта вылезут камешки, ранее не замеченные. Нужно будет чистить фарватер, убирать эти камешки, чтобы вперёд идти. Искать решения проблем, по-другому говоря. Одним из элементов такой системы является послепродажное сопровождение – предоставление команды профессионалов-инструкторов, тренеров, которые обучат молодого владельца и его команду премудростям нового дела, пока они на ноги сами не встанут.

И тут на пути как первопроходцев, так и проходимцев в высокие технологии встаёт плотина всеобщего общественного недоверия ко всему и вся, что сейчас у нас на всеобщее обозрение выставляется. Оно вроде бы как пипл-то и хавает, то что ему в мозги пихают, но естественный процесс отторжения срабатывает, когда дело до конкретики доходит. Можно, конечно, пользоваться общественными пороками, в нашем мире процветающими, но не всегда и не везде. Потеря лица, то бишь репутационные потери, сводят на нет все предыдущие заслуги. Репутация делается годами, теряется вмиг. В первую очередь среди своих. Это к тому, что в бизнесе деньги – это инструмент. Цель... У каждого своя, но то дело сугубо личное. Но чтобы личные устремления в общественный поток влились, а не поперёк или супротив него направлены были, к тому необходима осмысленная и благоразумная государственная инновационная политика.

Несомненно, ввиду уникальности каждой инновационной системы, адекватной социокультурным, климатическим, геополитическим, ресурсным и другим особенностям стран и регионов, исчерпывающего перечня достаточных условий для обеспечения успеха не существует. Каждая страна должна сама найти те индивидуальные черты, которые будут соответствовать традициям общения, управления и ведения дел на своей земле. Шанс, конечно же, есть у всех, и, когда говорят, что у той или иной страны имеются некие загадочные национальные особенности, не позволяющие идти по инновационному пути, можно привести в пример опыт Южной и Северной Кореи. Две страны в части инновационного развития движутся в противоположных направлениях, имея общие корни, культуру и историю.

В ходе многолетней эволюции совершенно определённо выяснены необходимые условия создания эффективно действующей национальной инновационной системы. К их числу относятся осознание обществом необходимости инновационного развития, консенсус в приоритетах, высокое качество всех ступеней образования, высокий уровень финансирования науки (3-5 % от ВВП), отсутствие административных барьеров для ведения бизнеса и трансфера технологий, обеспеченность экономики финансами, дружелюбность к инновациям правовой, финансовой и налоговой систем.

С институциональной точки зрения для построения национальной инновационной системы совершенно необходимым условием является соответствие отношений основных участников инновационного развития принципам тройной спирали. Модель тройной спирали, предлагаемая профессором Генри Ицковицем, адекватно определяет и измеряет взаимоотношения участников инновационной системы, а именно власти, бизнеса и университета. Не существует ни одного примера в мире, где бы национальная инновационная система эффективно действовала вне принципов тройной спирали, где бы университеты находились не в центре этих событий. Логика опоры на универси-

теты проста – ведь только усилиями молодых людей можно построить новую экономику. Эти люди есть только в одном месте – в университетах, следовательно, именно в них, прежде всего, и следует концентрировать ресурсы, необходимые для развития инновационных процессов.

Продолжая тему инновационной политики, стоит отметить, что в то время, как стратегии национальной инновационной политики есть в Германии, Швеции, Финляндии, в США нет единой скоординированной политики в этом направлении. Это отражает мнение, что инновации следует оставить на волю рынка, и что роль государства в них заключается в основном в поддержке системы образования. При этом Соединённые штаты Америки более других стран полагаются на высококвалифицированных мигрантов для поддержки инновационной системы. Роль мигрантов в запуске новых компаний является ключевой в 15-26 % компаний в высокотехнологичном секторе США за последние двадцать лет. Они открыли 40% основанных в Калифорнии и Нью-Джерси фирм в период с 1995 по 2005 годы.

Федеральные власти США поощряют миграцию с помощью предоставления постоянного места жительства и временной рабочей визы, за которую платит работодатель. В стране продолжают работать над тем, чтобы облегчить мигрантам путь к гражданству. Американская система поддержки научных исследований основана на двух фундаментальных аспектах:

- Поддержка исследований, относящихся к миссии государства: оборона, здоровье – через федеральные лаборатории.
- Поддержка всех остальных исследований преимущественно через финансирование университетов.

В США оборонные гранты – один из основных методов финансирования как прикладной, так и фундаментальной науки. США имеют, пожалуй, самую масштабную инновационную систему в мире, и Министерство обороны США является постоянным источником новых технологий и за-

патентованных изобретений, как через свои собственные лаборатории, так и через совместную деятельность с гражданскими образовательными и исследовательскими учреждениями. Порядка 60% всех государственных расходов на НИОКР идут в военный сектор. На протяжении многих лет Министерство обороны, наряду с другими организациями, занимается трансфером технологий непосредственно из военного сектора в гражданский как при помощи патентного лицензирования, партнёров-посредников, так и при помощи специальных научно-исследовательских и опытно-конструкторских соглашений.

Но самой большой военной научно-исследовательской организацией США, которая порой сравнивается по некоторым показателям с военно-морскими, военно-воздушными силами или армией США, является Агентство Передовых Оборонных Исследовательских Проектов (DARPA). Это организация, занимающаяся научно-исследовательскими работами по прорывным, необходимым для Министерства обороны США направлениям. Её создание было реакцией на запуск первого советского спутника. Советский Союз неожиданно для американцев сумел обойти США в космической гонке, и, чтобы предотвратить подобные технологические «сюрпризы» в будущем и добиться превосходства США в мире, по распоряжению президента Эйзенхауэра и было организовано Агентство в 1958 году. Работа DARPA оказалась чрезвычайно плодотворной.

В списке достижений DARPA: беспилотные системы, технологии снижения радиолокационной заметности, системы глобального позиционирования и технологии глобальной сети Интернет, прообразом которой была ARPANET, созданная агентством. На данный момент организация занимается разработкой синтетической крови, экзоскелетов, искусственных конечностей, управляемых мозгом, кибернетических насекомых, звездолёта «100-Year Starship», суперкомпьютеров, программируемых материй и даже автомобилей для слепых. Фактически, DARPA высту-

пает как своеобразный венчурный фонд, «бизнес-ангел», поддерживающий самые рискованные, но достаточно продуманные проекты.

Преимущество, позволяющее реализовать большинство данных проектов, заключается в том, что руководить каждым предприятием назначается менеджер, который будет управлять им в среднем 4-6 лет. Казалось бы, столь быстрая смена кадров должна действовать негативно на реализацию проекта, но на самом деле, данная организация «развязывает руки» менеджерам, позволяя не думать о своих личностных выгодах в смысле карьеры, и в действительности многократно ускоряет введение проекта в жизнь.

Половина бюджета DARPA идёт на базовые и прикладные исследования, тогда как остальная – на развитие передовых технологий. Затраты на базовые исследования постоянно увеличиваются, а финансирование прикладных исследований постепенно уменьшается. DARPA активно сотрудничает с университетами (Массачусетский технологический институт, Стэнфордский университет, Гарвардский университет, Университет Карнеги-Меллона и другие) и выделяет многочисленные студенческие гранты. Дабы усилить данное сотрудничество, агентство запустило программу YFA, нацеленную на поиск и поддержку талантливой молодёжи на «младших» позициях в научном мире. Программа предполагает значительные гранты талантливым студентам, с условием дальнейшего их вовлечения в военные исследовательские центры. Частой практикой агентства является выставление на конкурс инновационного проекта, с целью поиска его будущего «реализатора», в качестве которого в большинстве случаев выступают университеты, и последующим его спонсированием.

Обращаясь к опыту проведения государственной инновационной политики в России, стоит отметить, что отсутствие понятийного мышления у лиц, принимающих решения, игнорирование высшей школой необходимости разви-

тия понятийного мышления у студентов является основной причиной срыва чрезвычайно важных для страны реформ.

Мнение по этому вопросу доктора экономических наук Владислава Иноземцева, директора Центра исследований постиндустриального общества: «Сегодня Россия – и с этим вряд ли кто-то будет спорить – существенно отстала от наиболее развитых стран в технологическом отношении. Мы почти не потребляем собственной хай-тек продукции, разговариваем по импортным мобильным, работаем не на российских компьютерах, ездим в основном на автомобилях, хорошо, если собранных в России, принимаем лекарства, произведённые в основном не у нас. Однако также не вызывает сомнения тот факт, что на протяжении своей долгой истории Россия не раз и не два резко сокращала своё экономическое отставание от лидеров, а временами и сама становилась одним из них. И, естественно, сейчас, в эпоху, известную как время «вставания с колен», многие спрашивают себя: возможен ли очередной российский ренессанс (хотя порой и опасаются его, так как помнят, что всякий новый прорыв достигался большими потом и кровью, будучи оплачен колоссальным истощением сил нации)?»

Далее Владислав Иноземцев успокаивает: «Прорыва не будет, надрыва тоже. Причин несколько. Если взглянуть в историю, можно сделать простой вывод. Эпоха быстрых и организованных модернизаций занимала всего полтора столетия, и она «уложились» в период, который традиционно назывался индустриальным обществом. Сначала Великобритания вышла вперёд, применив наиболее совершенные технологии в механике. Потом «оторвались» США, используя преимущества масштабов и конвейерные технологии. Затем Германия поспешила использовать новейшие наработки в электротехнике и химии. Но все эти кейсы были схожими в одном отношении: производство было массовым и унифицированным; значительную часть его продукции составляли машины, необходимые для дальнейшего производства; рабочие выполняли примитивные

операции; изобретения были относительной редкостью, а цикл жизни производимых товаров составлял десятилетия.

Именно индустриальная эпоха и создавала возможности мобилизации. Десятки тысяч крестьян можно было согнать строить Санкт-Петербург, сотни тысяч эзков послать прокладывать железную дорогу на Колыму, а миллионы молодых людей – на комсомольские стройки. В индустриальном мире пропорциональное увеличение числа рабочих рук и применяемых ресурсов обеспечивало и соответствующий рост промышленного производства, при этом заказчиком его могли быть государство или крупные корпорации. И если часть произведённого доходила до населения, то оно удовлетворялось даже в богатых странах довольно типовыми товарами. При том мобилизация мобилизации рознь: если в сталинском СССР или в Китае времён «большого скачка» речь шла о неприкрытом насилии, то в тех же Японии или на Тайване – о сугубо экономических стимулах (но все равно таких, которые обеспечивали недопотребление сейчас ради будущего успеха). В этих категориях и шло экономическое соревнование XX века. Однако лет сорок назад случился перелом, точнее, несколько переломов.

Во-первых, радикально возросла роль даже не столько знаний, а умения предложить новые, порой парадоксальные решения и продукты, и не одно решение или продукт, как ракету или ядерную бомбу, а тысячи. Соответственно, выросла роль индивидуальной креативности, а стандартная рабочая сила упала в цене: сегодня рабочий со средним образованием получает в США меньшую реальную зарплату, чем в 1970-е годы. Люди, обладающие более совершенными способностями, стали зарабатывать намного больше и не нуждаться в прежней индустриальной организации. Сейчас большинство дизайнеров, программистов, архитекторов, врачей и юристов невозможно ни к чему принудить: они легко уйдут из любой компании или создадут собственную. Начав «строить» таких людей, вы просто отводите их от себя, а именно они и создают

новую стоимость. Можно успешно шить спецодежду в колонии в Краснокаменске, но невозможно создать «шарашку» программистов – тогда все остальные, какие есть в стране, либо уедут, либо переквалифицируются в кого-то ещё. А наращивать производство стали и угля бессмысленно – это дешевле сделают не у нас.

Во-вторых, радикально изменился механизм конкуренции: сегодня лидерами становятся отрасли, продукция которых с каждым днём совершенствуется, но цена которой... постоянно снижается. Достаточно посмотреть, в какой степени изменились телефоны и компьютеры, медицинские технологии и средства передачи данных, чтобы это осознать. Это означает, что задачей современной экономики является не мобилизация трудовых ресурсов, а сокращение их использования в ведущих отраслях. И кого тут мобилизовывать? Посудомоек?.. Более того, мобилизация всегда предполагала масштабы, а они, в свою очередь, повышение издержек и меньшую гибкость производства – именно то, что сейчас никем не востребовано.

В-третьих, радикально изменилось соотношение понятий накопления и потребления. На протяжении всей индустриальной эпохи человек воспринимался промышленником как неизбежное зло: ему нужно было платить зарплату, и она включалась, понятное дело, в издержки наряду с сырьём и материалами. Однако сейчас оказывается, что «основные фонды» все более сосредотачиваются не в железках и бетоне, а в головах, и потому чем больше человек потребляет – информации, знаний, образов, впечатлений, общения – тем больше ценных решений он сможет предложить. Потребление стало средством умножения человеческого капитала, а не неизбежным вычетом из экономического результата. Между тем сама идея мобилизации, в конечном счёте, сводилась к тому, чтобы меньше оставлять трудящемуся и больше накапливать для будущего производства, для новых инвестиций, для экономической экспансии. Это ещё одна причина того, почему высокотех-

нологичная экономика не строится из-под палки, а только разрушается подобными методами управления.

В-четвертых, основным драйвером постиндустриальной экономики является конечное потребление, и это рождает ещё два вызова. С одной стороны, мобилизация предполагала искусственное сдерживание потребления, а оно в нынешних условиях неизбежно остановит и экономический прогресс, потому что, чтобы покупать самые передовые гаджеты и технологические новинки, люди должны с лихвой удовлетворить прочие потребности. Голодный iPhone7 не купит – поэтому, отняв у людей часть доходов, прогресса не ускорить. С другой стороны, современное потребление на 60-70% представляет собой потребление услуг, то есть продукции мелких предприятий, которые практически не поддаются централизации. Так что тут предлагается мобилизовывать?

При этом мы не говорим о массе прочих обстоятельств: глобальном перетоке капитала и миграции, открытых границах и возможности дистанционной занятости, и т.д. и т.п. Наконец, сам технологический прогресс, который в былые времена шёл из крупной индустрии в малый бизнес, из «военки» в гражданский сектор, сейчас поменял направление: с начала 1990-х годов в передовых странах чистый технологический трансферт идёт из гражданского сектора в оборонный, а стартапы с начала XXI века производят больше инноваций, чем промышленные гиганты. И только у нас думают, будто новая баллистическая ракета ускорит развитие производства видеомонографов, а госкорпорация осчастливит мир самыми передовыми техническими новинками.

Перелом стал заметен в мире в 1970-е годы. В США уже в 1980-м был принят революционный закон Бэя-Доула, который позволил творческим коллективам, использовавшим государственное фондирование, регистрировать патенты полностью на себя и получать все причитающиеся от них доходы. В результате такого «разгосударствления» через 20 лет Америка стала неоспоримой технологической

сверхдержавой. При этом две страны, которые сделали ставку на индустриальные технологии и жёсткое централизованное руководство – СССР и Япония – сошли со сцены почти одновременно: Япония с началом кризиса 1989 года, Советский Союз с политической катастрофой 1991 года. Так или иначе, став поистине постиндустриальной страной, Америка в одночасье лишилась обоих своих самых опасных соперников.

Сегодня, в начале нового тысячелетия, авторитарные модернизации возможны только как средство превращения нищей страны в общество относительного достатка – на этой ступени они ещё более эффективны, чем в прошлом, так как даже немного устаревшие технологии становятся никому не нужны, и их можно не придумывать, а просто использовать «на халяву». Лидером же через мобилизацию стать нельзя. В постиндустриальном обществе сначала нужно вырастить пару поколений свободных, обеспеченных и ценящих знания и инновации людей, потом начать производить совершенные технологические изделия, а лишь в конце пути перевести индустриальное производство на аутсорсинг, а самим сосредоточиться на технологиях. Предполагать иной путь – это как надеяться успешно учиться в университете, купив диплом провинциальной школы, в которую не ходил ни дня.

Общества, которые рассчитывали на индустриальный сектор и мобилизационное управление, новая реальность ставит перед двумя проблемами. С одной стороны, можно пытаться мобилизовать людей на уровне иллюзий и фантомов – как это происходит в России, где никто не собирается мобилизовываться, и тогда никакого результата не будет, зато сохранится стабильность, о которой у нас наверху так заботятся. С другой стороны, можно осуществить реальную мобилизацию, но чем успешнее она окажется, тем сложнее может сложиться судьба её инициаторов – достаточно посмотреть на жизненный путь южнокорейских вождей или задуматься о том, чем будет чреват новый Тяньаньмэнь».

В итоге, Владислав Иноземцев уверен, что «выбор за россиян уже сделан: лучше сырьевое прозябание, чем какие-то эксперименты. Тем более в такое непростое время, как сегодня, и с таким малопредсказуемым результатом».

Можно спорить с выводом директора Центра исследований постиндустриального общества про состояние государственной инновационной политики в России, можно принять его на веру, можно напрочь отвергнуть, но как показывает практика, утверждение доктора экономических наук не лишено оснований.

Механизм встраивания конкретных инноваций в общую канву государственной инновационной политики раскрывает украинский экономист, председатель совета Центра экономической интеграции и устойчивого развития Роман Комыза.

Как пишет Роман Комыза, многогранность восходящих инноваций превращает любую попытку их классификации в довольно непростую затею. В то же время, беспрецедентный масштаб происходящих изменений невозможно охватить без учёта взаимосвязи и специализации прорывов в совершенно разных сферах. Председатель совета Центра экономической интеграции и устойчивого развития выстраивает всю совокупность технологических направлений в виде трёх кластеров, задающих основные параметры для дальнейшего глобального социально-экономического развития.

Трансмиссионный кластер отвечает за распределение ресурсов и конечных продуктов между центрами и периферией мировой экономики и между её отдельными сегментами. При этом, основными ресурсами могут быть источники энергии, природное сырьё, человеческий капитал и т.д.

Процессинговый кластер объединяет технологии, применяемые для обработки всех видов ресурсов или связанные с осуществлением основных производственных процессов.

Антропоцентрический кластер как бы замыкает на себя всю совокупность технологий и отвечает за физическую оптимизацию человеческого вида, фокусируясь на его реинтеграции в изменяющемся материальном мире. По сути, выполняя задачу «апгрейда» человека, как центра освоения цивилизационных выгод.

Каждый кластер состоит из сфер, а сферы – из направлений, где собраны десятки связанных друг с другом технологий.

Трансмиссионный кластер образуют 4 сферы: энергия, финансы, транспорт и космос. В составе этих направлений:

ЭНЕРГИЯ:

Сланцевые технологии – совокупность нетрадиционных методов добычи нефти и газа, в том числе, с применением наклонно-направленного бурения и гидроразрыва пласта. Сланцевая революция позволила США в 2009 году выйти на первое место в мире по объёмам добычи газа, обогнав при этом Россию, а в 2013 году – на первое место по совокупному объёму добычи нефти и природного газа. При этом, в 2015 году Соединённые Штаты, крупнейший потребитель, съедающий около 25% мирового производства нефти, по сути, обретают энергонезависимость и в этом же году занимают первое место в мире по объёмам добычи нефти, оставив позади и Россию, и Саудовскую Аравию, что произошло впервые с 1975 года.

Возобновляемые источники энергии, рост и массовость использования которых стали возможны благодаря усовершенствованию технологий «зелёной энергетики», включая такие её виды, как: биоэнергия, геотермальная энергия, гидроэнергия, энергия океана, солнечные панели, концентрированная солнечная тепловая энергия, энергия ветра.

Батареи нового поколения, которые появились в результате развития индустрии по производству литий-ионных аккумуляторов. Эти батареи эффективны для накопления и использования электроэнергии в бытовых,

транспортных и промышленных целях. С их помощью был значительно расширен потенциал электромобилей, а при использовании на стационарных объектах, появилась возможность увеличить потребление энергии из сети по более дешёвому тарифу или повысить эффективность использования возобновляемых источников энергии. Например, накапливать энергию, полученную с помощью солнечных панелей, а потреблять её в ночное время. В январе 2017 компания Tesla официально открыла Gigafactory – новый завод в Неваде, где начала массовое производство литий-ионных батарей, которые будут использованы в электромобилях и в устройствах для хранения энергии (Powerwall 2 и Powerpack). Представители Tesla утверждают, что уже в 2018 году Gigafactory будет производить батарей на 35 гигаватт-часов в год. Это примерно столько же, сколько выпускают все остальные производители литий-ионных батарей мира вместе взятые.

Зарядные устройства, которые позволяют производить ускоренную и/или бесконтактную подзарядку электродустройств. Эти технологии можно рассматривать как самостоятельно, так и в связи с возможностью существенной оптимизации или расширения круга использования аккумуляторных батарей. В перспективе речь идёт о применении сверхбыстрых зарядных устройств в комбинации с ещё более ёмкими батареями.

Декарбонизация и депетролизация транспорта с выходом на массовый потребительский рынок электрических и иных транспортных средств с неуглеводородными типами двигателей, с двигателями, использующими неуглеводородное топливо или углеводородное топливо, производимое не из нефти. Уже сейчас на рынке широко представлены такие виды альтернативных транспортных средств: автомобили с возможностью потребления биотоплива, с установками газ/бензин, гибридные, водородные, электромобили и т.д.

Итак, технологии сферы энергии способствуют снижению затрат на энергоресурсы, а также приводят к умень-

шению зависимости от углеводородного сырья и регионов, их производящих.

ФИНАНСЫ:

Цифровые валюты (digital currencies), которые можно условно разделить на два вида:

- криптовалюты (cryptocurrencies) – это средства обмена, использующие криптографию для обеспечения безопасности транзакций и контроля за созданием дополнительных единиц этой валюты;

- виртуальные валюты (virtual currencies) – это частные электронные деньги, используемые в связи с оборотом виртуальных товаров в социальных сетях, виртуальных мирах и онлайн-играх.

Финтек (FinTech), говоря о котором в плоскости, собственно, финансовых сервисов и, условно исключая из этого блока цифровые валюты, можно выделить такие поднаправления:

- платежи – платёжные транзакции, включая «peer-to-peer» платежи, цифровые кошельки и т.д.;

- платформы для финансирования – кредитные или инвестиционные платформы, используемые для финансирования, включая микрокредитование, «crowdfunding», «equity crowdfunding» «peer-to-peer lending» и иные механизмы долгового или капитального финансирования;

- PFM-платформы – «персональный финансовый менеджер» или набор сервисов, предоставляющих пользователям возможность управлять своими финансами, включая элементы личного бюджетирования;

- финансовые консультации – автоматизированные справочные или рекомендательные алгоритмы, связанные с сопровождением банковских или страховых услуг, включая использование чат-ботов;

- финансовая кастомизация – индивидуализация финансовых услуг на основе обработки больших данных и прогнозного моделирования;

– информационные сервисы для прямых торговых операций на финансовых рынках, в том числе, для использования непрофессиональными трейдерами.

Смежные нефинансовые сервисы, где можно выделить различные гарантийные и/или идентифицирующие механизмы нефинансовых компаний. Например, инструменты бронирования или проведения внутренних транзакций в таких сервисах, как Uber, Airbnb и т.д.

Таким образом, благодаря технологиям сферы финансов происходит снижение затрат на проведение транзакций, повышение надёжности, усиление нетрадиционных (небанковских и нефинансовых) операторов.

ТРАНСПОРТ:

Электромобили – растущий сегмент автопрома и все более популярный вид транспорта. В отличие от своих недавних предшественников, современные электромобили становятся быстрее, «умнее», имеют больший запас хода от одной зарядки, а по многим другим показателям уже значительно превосходят углеводородные аналоги. Рынок электромобилей растёт в среднем на 30-40% в год. По данным Bloomberg, в промежутке между 2010 и 2015 (т.е. всего за 5 лет) на мировом рынке было продано около 1 млн. электромобилей. В 2015 и 2016 продажи составили уже около 450000 и 650000 штук в год, соответственно. Ожидается, что к 2020-му в мире будет продаваться более 2,2 млн. электромобилей в год. Сейчас практически каждый автопроизводитель либо уже выпустил, либо планирует выпустить свой электрокар. Один только Ford анонсировал выпуск 13 моделей электромобилей в течение ближайших 5 лет. Кроме того, известные автомобильные бренды расширяют линейку электрических транспортных средств, распространяя её на ранее неохваченные классы. Например, в ближайшие 3-4 года на рынке появятся полностью электрические «внедорожники» от Jaguar, Mercedes, Chevrolet, Audi, BMW, Hyundai, Volkswagen.

TMS – платформы (transportation management systems) или «системы управления транспортом», обеспечивающие

комплексную автоматизацию управления перевозками, включая агрегацию данных о затратах, связанных с транспортировкой, погрузочно-разгрузочных работах, сроках, местонахождении груза и т.д.

Самоуправляемые автомобили (self-driving cars), использующие технологии как «автопилота», когда машина имеет режим автоматического управления, так и полностью автономные транспортные средства, не нуждающиеся в присутствии человека в качестве водителя, т.е. полностью «беспилотные» автомобили. Ожидается, что к 2035 году 25% всех автомобилей, продаваемых на мировом рынке, будут автономными. По данным исследования IHS Automotive, объем мировых продаж автономных транспортных средств к 2025 году составит 600000 единиц. Далее предполагается устойчивый рост, в результате которого к 2035 году продажи беспилотных автомобилей достигнут 21 млн. единиц. При этом, к 2035 году на дорогах США будет 4,5 млн. самоуправляемых автомобилей, в Китае – 5,7 млн., в Западной Европе – 1,2 млн. Ещё более радикальный прогноз даёт Илон Маск. По его мнению, «через 7-8 лет половина всех производимых в мире автомобилей будут полностью автономными».

Транспортные облака (transportation clouds), которые проще всего можно было бы объяснить, как симбиоз двух технологий: беспилотные автомобили и система бронирования с распределением временного пользования транспортом (sharing) по аналогии с Uber.

Интеллектуальные транспортные системы (ITS), представляющие собой совокупность инновационных решений в области моделирования и управления транспортными потоками, направленных на повышение информативности и безопасности участников движения, а также увеличение уровня взаимодействия между ними, от наиболее простых систем навигации и регулирования светофоров или дорожных знаков, до интеграции информационных потоков из разных источников, включая данные метеослужбы, управления парковками, служб разведения

мостов или использования тоннелей. Данные технологии могут рассматриваться как составные части систем типа «smart city».

Скоростной наземный общественный транспорт, где можно выделить как уже действующие проекты. Например, скоростные поезда в Германии, Франции, Японии, Китае, так и такие революционные проекты, как «Hyperloop» – готовящийся сейчас к реализации несколькими командами разработчиков на основе идеи Илона Маска о сверхскоростном поезде, который будет перемещаться в вакуумной трубе.

Компания Hyperloop One в ноябре 2016 заключила сделку с ОАЭ о строительстве первой линии «hyperloop system» протяжённостью 99 миль, которая позволит доставлять пассажиров из Дубаи в Абу Даби всего за 12 минут.

Основатели Hyperloop One заявляют, что пользователи смогут по требованию вызывать автономные транспортные отсеки, которые будут забирать их из центра и транспортировать к терминалу Hyperloop, где отсеки будут собираться в более крупную систему поезда. На другом конце пути, отсек будет выходить из поезда Hyperloop и доставлять груз или пассажира в конечный пункт назначения.

Иные направления, связанные как с усовершенствованием традиционных транспортных технологий, так и их различные комбинации, например, с применением беспилотных технологий, или же принципиально новые разработки.

Например, «летающий автомобиль» – проект, которым, по слухам, серьёзно занимается сооснователь Google Larry Page на базе стартапа Zee.Aero. Беспилотное летающее такси от китайского производителя дронов Ehang. Самопилотируемый летающий автомобиль от Airbus Group и т.д.

В итоге, технологии сферы транспорта приводят к таким результатам: удешевление транспортных затрат, удаление посредников, сокращение времени на путешествие (эффект сжатия расстояний).

КОСМОС:

Расширение спектра традиционных космических технологий, связанных с навигацией, прогнозированием природных явлений, телекоммуникациями и т.д.

Индустриальное освоение космоса, где ключевым направлением становится добыча полезных ископаемых, о чем можно судить, например, исходя из планов развития таких компаний, как Planetary Resources, Deep Space Industries и др.

Многоразовые ракеты-носители, которые могут выступить детонатором взрывного роста всех остальных направлений космической сферы, а также заложить основу для колонизации других планет. Компании SpaceX и Blue Origin уже продемонстрировали возможности своих ракет. Дополнительные перспективы развития отрасли также связаны с выходом на рынок иных частных компаний, предоставляющих услуги, запуска космических аппаратов, доставки грузов или обслуживания орбитальных станций, включая Orbital ATK, Virgin Galactic и т.д.

Основные эффекты, достигаемые благодаря технологиям сферы космоса – это ослабление роли государства и усиление частных компаний, снижение расходов на космические путешествия, развитие рынка космических услуг и конкуренции.

Это основные, но не единственные направления, относящиеся к сферам энергии, финансов, транспорта и космоса. Концептуально, уровень развития технологий трансмиссионного кластера наиболее очевидно демонстрирует пределы цивилизационных возможностей на каждом историческом этапе. Чтобы почувствовать разницу, достаточно представить, как выглядели эти же направления, например, 2000, 1000 или 100 лет назад. А теперь давайте вспомним, каким было положение вещей в ретроспективе всего пары последних десятилетий:

– во-первых, полная зависимость от ископаемых источников энергии, в первую очередь от нефти, и регионов их залегаания;

– во-вторых, крайне неустойчивая финансовая система, основанная на генерации обязательств с использованием механизмов институционального посредничества, связанная с неравновесными изменениями денежной массы, формированием диспропорций, образованием финансовых пузырей и т.д., провоцирующая разрушительные экономические кризисы;

– в-третьих, дорогой и неэкологичный транспорт, создающий инфраструктурные проблемы, особенно, в условиях растущих городов, и формирующий бытовые или логистические зависимости от расстояний;

– в-четвертых, ограниченность ресурсами только одной планеты, лишаящая человечество перспектив дальнейшего количественного и качественного роста.

Конечно, было бы неправильным считать, что решение этих проблем уже у нас в кармане. Просто теперь мы оказались в совершенно другой реальности, где пределы цивилизационных возможностей изменились, значительно расширив пространство для манёвра. И, главное, появились люди, которые это понимают и могут повести за собой остальных. Но не стоит думать, что все будет так просто и впереди нас ждёт только «светлое будущее». Ведь у каждого достижения есть своя, и довольно высокая цена...

Так, изменения в сфере энергетики создают предпосылки волатильности цен на нефть и угрозу общей дестабилизации основных мировых рынков, в первую очередь, сырьевых. То, что можно наблюдать уже сейчас – частые попытки «стабилизировать» цены на уровне двусторонних или групповых договорённостей, как, например, неоднократные попытки договориться в конце 2016 в формате «РФ – Саудовская Аравия» или в рамках ОПЕК. Однако, эти усилия могут дать лишь временный и тактический результат, но не способны изменить глобальный тренд, особенно с учётом изменившейся роли США, которые фактически нашли противоядие от ценового влияния ОПЕК. Отсюда можно предположить расширение географии и количества «горячих точек», связанных с регионами добычи

энергоносителей и основными маршрутами их доставки, включая риск интернационализации и глобализации масштабов военных конфликтов. Ключевой эффект состоит в том, что энергетическая революция убивает рентные экономики, основанные на торговле углеводородами. Следовательно, практически неизбежны новые геополитические конфликты, следствием которых могут быть волны потоков беженцев, накладываемые на демографические и экономические проблемы стран Запада и создающие предпосылки для усиления проявлений терроризма и иных форм дестабилизации существующего мирового порядка.

Финансовый сектор, сотрясаемый волнами корпоративных и суверенных дефолтов, а также массовым сокращением рабочих мест, в ближайшее время может быть одним из основных источников нестабильности, влияя на все без исключения секторы, а также основные процессы мировой экономики. Уже сейчас становится все более очевиден тренд, где альтернативные финансы убивают традиционные. Например, один из крупнейших банков мира Deutsche Bank, сегодня стоит в два раза дешевле, чем платёжная система PayPal, которой ещё нет и 20 лет. По состоянию на январь 2017 года, рыночная капитализация Deutsche Bank AG составляет \$24,38 млрд., в то время, как PayPal Holdings Inc стоит \$49,7 млрд. А вот ещё пример. В конце декабря 2016 Facebook в лице своей дочерней компании Facebook Payments International Limited (FBPIL) получил лицензию в качестве провайдера электронных денег в Испании. А несколькими месяцами ранее FBPIL получил лицензию Центрального банка Ирландии, относящуюся к «выпуску электронных денег» и «платёжным сервисам», которая включает в себя возможность кредитных трансферов, платёжных транзакций и денежных переводов. Можно только представить, какой системный сдвиг ожидает всю финансовую систему планеты, если Facebook полноценно войдёт в сферу FinTech, учитывая, что аудитория крупнейшей социальной сети сейчас неуклонно стремится к 2 миллиардам.

Направления сферы транспорта, сами по себе, скорее всего, будут, источником хороших новостей. Но не стоит забывать, что появление альтернатив может «случайно» убить старые производства, бизнес-модели и даже целые сектора. Так, например, Uber и аналогичные ему сервисы убивают диспетчерские службы традиционных такси и обесценивает лицензии таксистов. Электромобили убивают производства транспортных средств с двигателями внутреннего сгорания. А поскольку изменение логистики, переоснащение или замена оборудования в автопроме связаны с огромными инвестициями, далеко не все производители смогут это пережить. Кроме того, самоуправляемый транспорт начнёт массово убивать рабочие места, где в зону риска, в первую очередь, попадают водители грузовиков, такси и общественного транспорта.

Развитие облачных технологий, автономных транспортных средств и шеринга убивает привычное для нас значение автомобиля. Полное исчезновение личного транспорта, как явления, в обозримой перспективе вряд ли произойдёт. Но его роль и массовость могут значительно измениться, повторив судьбу лошадей, как самого распространённого средства передвижения вплоть до конца XIX века. Ведь лошади есть и сейчас. Вопрос в том, что теперь они стали экзотикой. В связи с этим кардинально изменится в сторону уменьшения и количество автомобилей, продаваемых на мировом рынке. А это значит сокращение десятков миллионов рабочих мест в автопроме и смежных отраслях.

Кроме того, развитие сверхскоростного наземного транспорта может значительно изменить ситуацию на рынке недвижимости крупных городских агломераций в связи с сокращением времени на перемещение от дома к месту работы. В центре мегаполисов цены на недвижимость могут уйти вниз, в то время как удалённые локации вырастут в цене. При наличии общих проблем в финансовой системе, это может вызвать очередную волну, аналогичную ипотечному кризису 2008 году в США.

«Дальнейшая коммерциализация космоса и Новая космическая революция означают сворачивание традиционных отраслей, основанных на публичном секторе. Те страны, которые до этого имели связи внутренней или международной «космической» кооперации, могут утратить целые отрасли из-за неспособности конкурировать с частными компаниями. Это сфера, которая всегда была пронизана громоздкими научно-производственными связями, и те из операторов, которые вовремя не станут на новые рельсы, попадают в зону риска недофинансирования и, как следствие – массовых сокращений. Кроме того, успешное индустриальное освоение космоса может оказать значительное влияние на рынки сырья, сопоставимое с эффектом, вызванным притоком в мировую экономику золота и серебра из Нового света, появившегося вследствие Великих географических открытий и начала колонизации европейцами других континентов», – резюмирует Роман Комыза.

В развитие темы политической составляющей в инновационных процессах на уровне государства – пример лидера: становление инновационной системы США.

История становления национальной инновационной системы США берёт своё начало во второй половине XIX века. В первые 125 лет своей независимости Соединённые Штаты Америки не были глобальным технологическим лидером. Они оставались позади европейских наций – Великобритании, Германии. К лидерам страна присоединилась после Второй промышленной революции 1890-х годов, приступив к созданию инноваций.

Масштабы рынков имеют огромное значение для инноваций и конкуренции. Рынок США благодаря своему размеру позволял предпринимателям успешно продавать новые массовые продукты – химикаты, сталь, мясо, а позже – автомобили, самолёты и электронику. Американские DuPont, Ford, General Electric, GM, Kodak, Swift, Standard Oil и другие компании вырвались в лидеры.

В отличие от Европы, которой было необходимо преодолеть доиндустриальные системы производства, основанные на ремёслах, американцы легко работали с новыми формами промышленности. Важную роль играла культура, в которой коммерческий успех ценился прежде всего. В США жила первая женщина-миллионер – Мадам Си Джей Уокер. В стране, не отличавшейся сотню лет назад толерантностью ни к женщинам, ни к людям с отличным от белого цветом кожи, появилась женщина-миллионер, и притом афроамериканка, что лишний раз говорит о высоком уважении к предпринимательскому духу.

Но нельзя сказать, что государственная политика не играла никакой роли. Государство, которое первую половину XIX века поддерживало прокладку каналов, железных дорог и другие внутренние улучшения, обеспечило предпринимателям возможность продавать свои товары по всей стране. Без развитой инфраструктуры рынок был бы другим. Исторически американские исследовательские университеты восходят к модели публичных лэндгрантовых колледжей. В 1862 году в США был принят Акт Морилла, по которому для основания колледжа безвозмездно выделялись земли – по 30000 акров, или 120 кв. км в каждом штате. До этого момента учёные были «свободными художниками», иногда совершавшими открытия. Теперь же научная деятельность в США приобрела регулярный характер. Акт был призван также удовлетворять потребность в квалифицированных кадрах.

До Второй мировой войны большая часть инноваций приходилась на частных изобретателей и частные компании. Война подстегнула развитие промышленности и стимулировала создание новых технологий в основанных государством предприятиях, а также в крупных компаниях, получавших заказы от федеральных властей. Во время Великой депрессии, а затем во время войны был открыт ряд научно-исследовательских лабораторий. Это способствовало внедрению инноваций в ряде отраслей, включая электронику, фармацевтику и аэрокосмическую промыш-

ленность. Федеральная поддержка научных исследований и разработки технологий во Второй мировой войне помогла развить «арсенал демократии», который Антигитлеровская коалиция использовала, чтобы бороться с державами «оси» и их союзниками.

Государство продолжило играть важную роль в инновационной системе и после войны через финансирование системы национальных лабораторий и исследовательских университетов. Финансирование исследований помогло стимулировать инновации и сыграло ключевую роль в обеспечении лидерства США в ряде отраслей, включая разработку компьютеров и программного обеспечения и биотехнологий. В основном финансирование шло через миссионерские агентства, или институты развития, стремящиеся выполнить определённую федеральную миссию, например, развивать оборонные технологии, здравоохранение или энергетику.

Тем не менее, объём поддержки инновационной сферы уменьшился в послевоенный период. Работы в этом направлении в администрациях президентов Кеннеди, Джонсона и Никсона не имели системного характера. Впервые после войны крупная попытка повысить эффективность национальной инновационной системы со стороны федеральных властей была предпринята администрацией Кеннеди в 1963 году – ею стало предложение о создании «Программы гражданской промышленной технологии» (Civilian Industrial Technology Program, CИTP).

Инициатива CИTP была призвана сбалансировать разработки в стране, где шёл явный перекося в сторону оборонных и космических технологий, который усиливался по мере стремления США противостоять Советскому Союзу в период «холодной войны». В рамках CИTP государство предоставляло финансирование университетским исследованиям в полезных гражданскому обществу секторах: в угледобыче, строительстве жилья, текстильной промышленности. Конгресс отклонил программу из-за отраслевой оппозиции. Например, цементная промышленность высту-

пала против этой программы, поскольку опасалась, что инновации могут снизить потребность в цементе в строительстве.

Два года спустя администрация Джонсона представила Конгрессу переработанную программу. Новая государственная программа «Государственных технических услуг» (State Technical Services) включала финансирование университетских технологических центров, которым предстояло работать с малыми и средними компаниями, чтобы помочь им эффективнее использовать новые технологии. Администрация Никсона свернула эту программу на том основании, что посчитала её неуместным вмешательством со стороны государства в экономику, но предложила свою собственную инициативу – «Программу технологических возможностей» (Technology Opportunities Program) – снова направленную на создание технологий для решения социальных проблем, в том числе развитие высокоскоростного железнодорожного транспорта и лечение определённых заболеваний. Эта программа действовала до 2004 года.

Усилия правительства по развитию обороны и космической техники были вызваны необходимостью реагировать на советскую угрозу, а попытки поддерживать коммерческие инновации не руководствовались каким-либо принципиальным видением или миссией. На тот момент они не были связаны с общей экономической политикой, которая была сосредоточена главным образом на борьбе с бедностью и безработицей.

В 1980 году правительство США финансировало 60% академических исследований и владело 28 тысячами патентов, из которых 4% были востребованы промышленностью. После принятия новых законов количество патентов за несколько лет возросло в десять раз. К 1983 году при университетах для коммерциализации научно-технических результатов организовали 2200 фирм, в которых появились более 300 тысяч рабочих мест. Вместо того, чтобы продолжить поглощать бюджетные средства, университе-

ты стали генерировать деньги для американской экономики.

Также в 80-е годы прошлого века появились различные программы стимулирования инноваций: Small Business Innovation Research, Small Business Investment Company-reformed, Small Business Technology Transfer, Manufacturing Extension Partnership. Это разнообразные гранты на разработки, на исследования, на совместную работу с университетами. Были введены налоговые льготы на научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки. Благодаря грантам было создано множество новых совместных исследовательских предприятий, научно-технологических центров. Ещё одним стимулом стала Национальная медаль США в области технологий и инноваций – государственная награда «за выдающийся вклад в национальное экономическое, экологическое и общественное благосостояние за счёт развития и коммерциализации технологической продукции, технологических процессов и концепций, за счёт технологических инноваций и развития национальной технологической рабочей силы», которую получают в среднем около восьми человек или компаний в год.

В начале 90-х годов информационная технология вступила в новую фазу, с более мощными микропроцессорами, широкомасштабным развёртыванием быстрых широкополосных телекоммуникационных сетей и ростом платформ социальных сетей Web 2.0. Политики поняли, что информационные технологии стали одним из ключевых факторов роста и конкурентоспособности. Эффективность экономической политики нуждалась в правильной работе с информационными технологиями. Администрация Буша-младшего предложила ряд инициатив для стимулирования ИТ-инноваций, включая упрощение регулирования подключения к интернету, освобождение радиочастот для беспроводной широкополосной связи и преобразование государственных услуг в формат «электронного правительства».

В то время как ИТ-бизнес процветал, у США была проблема с конкурентоспособностью в промышленности. В «нулевых» страна потеряла более трети рабочих мест на производствах, причём большинство – из-за снижения международной конкурентоспособности, а не из-за низкой производительности.

В период работы президента Барака Обамы власти вновь обратили внимание на инновации в сфере промышленности. США было нужно бороться с сильнейшим конкурентом – Китаем. Администрация президента Обамы предложила создать Национальную сеть инноваций в области производства (National Network for Manufacturing Innovation). Основная идея проекта – создать в стране сеть исследовательских институтов, призванных разрабатывать и коммерциализировать промышленные технологии посредством сотрудничества между индустриальными компаниями, университетами и федеральными правительственными агентствами. В 2016 году сеть состояла из девяти институтов. Проект был разработан по примеру Общества Фраунгофера, основанного в 1949 году в Германии. Около 17 тысяч работников Общества работают в 80 научных организациях, среди которых 59 институтов в 40 городах Германии, а также филиалы и представительства в США, Европе и Азии.

Вот так как-то в жизнь проводится государственная инновационная политика. Для стран, в том числе и России, заявляющих о своём желании присоединиться к инновационному клубу, открыты все данные по историям успехов и неудач, произошедших в ходе этого глобального эксперимента. В начале XXI века строить национальную инновационную систему гораздо проще, поскольку первопроходцы уже подарили миру свой опыт покорения инновационных вершин. Однако это строительство окажется проще только в том случае, если мировой опыт, накопленный человечеством, будет принят во внимание и использован в полной мере, а тут на пути могут встать отсутствие социальной базы перемен, слабая профессиональная соли-

дарность учёных и инженеров, низкая оценка обществом главных движущих сил прогресса нового времени вплоть до неприятия обществом и даже открытая враждебность к представителям частного бизнеса, что может лишить политику развития на инновационной основе социальной и политической поддержки.

FOR AUTHOR USE ONLY

3.4 Проблемы российских инноваций

На сегодня главной задачей России является преодоление глубокого технологического отставания, в частности, увеличение доли её наукоёмкой продукции в мире. Как можно решить эту задачу, попытаемся описать в этой главе.

Кому, как не президенту Российской академии наук знать о проблемах российской науки, поэтому первое слово академику Александру Сергееву.

В своём программном выступлении на общем собрании РАН академик Александр Сергеев сказал: «Во-первых, если мы посмотрим на наукоориентированные и технологически развивающиеся и развитые страны... В этих странах взаимодействие науки и власти, отношения власти и общества основаны на глубоком доверии. И наука является ведущей производительной силой экономики. Она поднимает суммарный интеллект нации, она поднимает культурный уровень страны.

К сожалению, если посмотреть на российскую науку, она по всем этим направлениям скорее находится на отрицательном тренде. Это, конечно, вызывает неудовлетворение у власти и общества. Я считаю, что основная наша проблема заключается в том, что мы должны вернуть Российской академии наук доверие и уважение власти и общества. Вообще, любое доверие строится на консенсусе. Мы обязательно должны добиться консенсуса с властью относительно оценки состояния науки в стране. Я считаю, что оно близко к катастрофическому. Так вот, надо добиться консенсуса в понимании причин, почему это произошло. Мы должны добиться консенсуса в том, чтобы определить траектории выхода из этого состояния. Я думаю, что таких траекторий немного, а может быть, всего одна. И, наконец, добиться консенсуса в том, какова роль фундаментальной науки и РАН при передвижении по этой траектории.

Какие, на мой взгляд, причины кризисного состояния науки в стране? Есть объективные и субъективные причины. Объективная заключается в том, что мы прыгнули из одного экономического уклада в другой, и сразу захотели жить, в том числе и в науке, так, как живут развитые страны. Там наука финансируется и государством, и промышленностью, и экономикой. Причём в большей степени экономикой, чем государством. У нас не получилось. И наука попала в своеобразную долину смерти. Государство уже не могло финансировать её в тех объёмах, в каких финансировал СССР, это понятно. А промышленность, по существу, так и не начала финансировать. И проблема, по существу, в том, что в основном в науку вкладываются высокотехнологические экономики. А наша экономика в основном сырьевая. Поэтому, естественно, по законам капиталистической экономики вкладываться в науку, чтобы получить быструю прибыль, ей не очень нужно.

Вторая причина заключается в том, что в нулевые годы был принят неправильный, по моему мнению, вектор. Я его называю вестернизацией науки в стране. Опять захотели быть как можно скорее похожими на развитые страны. Но этот вектор вестернизации привёл к тому, что средства, выделяемые на науку, стали уходить из академического сектора. Они стали приходиться в университеты, во вновь создаваемые институты развития. И Академия наук, несмотря на то что она продолжала давать наибольший вклад, научный продукт качественного мирового уровня, тем не менее, оказалась существенно урезана в финансировании. Одновременно с этим началась идеологическая кампания, цель которой была – практически дискредитировать академию. Говорили, что Академия наук не только не нужна в рамках этой вестернизации, а что она мешает развитию нашей науки! Вот это было, конечно, категорически неправильно.

Третья причина – к сожалению, академия наук в это время заняла пассивную позицию. И, вместо того чтобы действовать открыто и принимать участие в конкурентной

борьбе, она сосредоточилась на своих проблемах, выбрала тактику осаждённой крепости. Что было категорически неправильно. Я помню прекрасно, что за год и за полгода перед событиями 2013 года (имеется в виду правительственная реформа РАН) и президент, и премьер предупреждали. Они говорили, что академия должна измениться, но это дело самой академии. Этого не было сделано, и мы получили в 2013 году то, что получили».

Далее академик Александр Сергеев продолжает: «Я считаю, что реформа, в основу которой заложено разделение на центр компетенций и центр управления, была неправильным шагом. И по прошествии нескольких лет мы с вами видим, что состояние науки в стране только ухудшилось. Вот это моё видение причин, и я надеюсь добиться консенсуса с властью в том, что эти причины являются ключевыми для такого состояния науки в стране.

Но, после того как будет достигнут консенсус, естественно, встанет вопрос о том, что Академия наук должна добыть инструмент для того, чтобы реально участвовать в формировании научно-технической политики страны. Сейчас таких инструментов у нас просто нет. Статус ФГБУ (федерального государственного бюджетного управления), как уже говорили мои коллеги, ничтожен. Мы просто ничего не можем сделать, чтобы воплотить те замечательные программы, проекты и инициативы. Поэтому первое, что мы должны сделать – это скорректировать 253 ФЗ (закон «О Российской академии наук» от 27.09.2013.). На встрече с президентом Путиным мы слышали все от него такие слова: «Конечно, законы пишутся не только для того, чтобы их выполнять, а для того, чтобы их корректировать, если они не работают». Власть готова к корректировке 253 ФЗ, и это первое, с чего мы должны начать. Я считаю, что в рамках этой корректировки Академии наук должны быть даны не просто научно-методические функции, как сейчас. А функции научно-организационного руководства академическими учреждениями. Включая вопросы распределения средств, деления бюджета, который выделяется на

фундаментальные исследования, но в то же время и принятия ответственности за результат.

Я думаю, что статусом, о котором говорили мои коллеги, скорее всего, должен быть статус государственной академии, которая имеет право соучредительства наряду с ФАНО (федеральное агентство научных организаций) научных институтов. Вот тогда мы точно сможем разложить, кому первое, а кому второе. Считаю также правильным, чтобы в руководстве ФАНО были учёные. И думаю, что должность руководителя ФАНО может совмещаться с должностью одного из руководителей Российской академии наук. Мы помним прекрасно время, когда был ГКНТ (государственный комитет по науке и технологиям), который возглавлял академик Николай Лавёров, и он был одновременно вице-президентом РАН. Это были очень неплохие времена для развития фундаментальной науки в нашей стране».

В своём выступлении академик Александр Сергеев заявил: «Я считаю, что эта корректировка 253 ФЗ абсолютно необходима, с неё надо начинать. И я согласен с моими коллегами, что для поднятия статуса Российской академии наук должен быть учреждён попечительский совет под руководством президента страны. После того когда у нас появятся инструменты, все остальные вопросы будут уже к нам. Нам надо существенно обновить работу Российской академии наук. И обновлять её надо исходя из того, что членство в РАН – это не только членство по заслугам. Это, вообще говоря, и работа. Мы должны организовать по-новому работу членов Академии наук – с учётом того, что работа должна быть теперь другая. Раньше автоматически работа в РАН была работой в НИИ, сейчас этого нет. Я считаю, что в руководстве Академии наук должна появиться достаточно большая команда достаточно молодых членов академии, для которых работа в РАН будет основной, постоянной. А не по совместительству, как сейчас. Это серьёзный, очень-очень серьёзный момент. Следующий момент – я считаю, что в течение пятилетнего срока избран-

ного президента должна быть возможна ротация членов президиума РАН и руководителей отделений. Основная работа по подготовке предложений формирования научно-технической политики должна уйти на уровень отделений и советов. Президиум должен решать только основные вопросы и осуществлять связь с вышестоящими органами власти. Работа советов должна быть категорически обновлена и переведена на постоянную основу. И работа технических членов совета должна быть оплачиваемой из средств госзадания.

Каждому члену РАН, считаю, абсолютно необходим перечень конкретных задач, которые он должен решать. И он должен быть гласный, открытый, на сайте РАН. Чтобы к нам СМИ не обращались с вопросом: «А что у вас члены Академии наук делают?» После того как будут получены инструменты и обновлена работа, я считаю, что мы действительно должны взяться за выполнение очень серьёзных задач.

Во-первых, задача реинтеграции РАН в народное хозяйство страны через выполнение крупных проектов. Это всегда было так в советское время, это было визитной карточкой Академии наук. И она свои славу и уважение общества получала именно из того, что она руководила и выполняла крупные проекты. Стратегия национально-технологического развития страны, которая была принята правительством, даёт замечательные рамки для того, чтобы многое сделать. Вот её надо наполнять крупными проектами по нашей инициативе. Конечно, создание этих цепочек для выполнения крупных проектов требует квалифицированного заказчика. С этим есть проблемы. Но я считаю, что есть и вина Академии наук в том, что мы эти консорциумы, эти цепочки не иницилируем. Мы должны это делать, мы должны расширять и укреплять сотрудничество с крупнейшими госкорпорациями: «Росатомом», «Роскосмосом», «Ростехом» – искать новых крупных партнёров. Крупные проекты должны снова стать визитной карточкой Российской академии наук.

Но, говоря об этом, мы не должны забывать о фундаментальных исследованиях. Это основное, что Академия наук должна делать. У нас должен быть баланс между прикладными крупными проектами и фундаментальными исследованиями. И здесь, на мой взгляд, основная проблема в том, что у нас катастрофически не хватает инструментария. Он не обновлялся десятилетиями, а сейчас, чтобы получать результаты мирового уровня, надо иметь уникальные инструменты. Считаю необходимым создание фонда инструментализации российской науки. По нашим с коллегами оценкам, такой фонд должен составлять около 30 млрд. рублей в год, это не так много. И можно было бы сказать, чтобы государство дало эти деньги. Но я считаю политически правильным, чтобы этот фонд был образован за счёт налога на прибыль наших сырьевых корпораций и госкомпаний. Ведь те богатства и доходы, которые они сейчас имеют, вообще говоря, добыты трудом наших учёных.

Коллеги, у меня в программе написаны мои представления о том, как должен быть устроен фронт фундаментальных исследований. Это три уровня. Уровень понимания – сплошной, уровень конкурентности – фрагментированный и третий – уровень лидерства. По нашим оценкам, чтобы все эти уровни профинансировать, необходимо около 60 млрд. рублей в год. Меня спрашивают: «Вот ты говоришь про деньги, а откуда деньги взять?» Коллеги, из-за невыполнения 599-го указа президента (майский указ о мерах по реализации государственной политики в области образования и науки) в этом году наша фундаментальная наука недополучит 80 млрд. рублей. Поэтому на вопрос «Где взять деньги?» ответ совершенно понятен. Надо выполнять указы президента!

Следующий вопрос, о котором я хотел рассказать – это то, что мы, безусловно, должны вернуть влияние РАН в проекты, которые выполняются на средства обеспечения обороны и безопасности страны. В советское время мы всегда сотрудничали, и проблема сейчас усугубляется

начавшимся таким практически военным противостоянием, сложной геополитической ситуацией. Я думаю, мы обязательно должны сотрудничать с ВПК (военно-промышленным комплексом). Мы обязательно, в конце концов, должны принять программу, которую восемь лет не можем принять – «Программу фундаментальных и поисковых исследований в интересах обороны и государственной безопасности».

В развитие своей программной речи Александр Сергеев добавил: «Региональная сеть сейчас разрозненна, и вопрос о том, что делать с нашими тремя отделениями – очень серьёзный. Я считаю, что мы должны в рамках 253 ФЗ изменить статус, стать соучредителями, взять на себя научно-организационное руководство, и тогда эти проблемы могут быть решены. Я не вижу других способов сейчас. Но даже в рамках существующего законодательства я считаю, что мы недорабатываем. Мы ведь имеем право организовывать представительства. Почему у нас представительство, по-моему, одно и только в Ницце? Мы должны в каждом регионе, где есть технические институты, организовывать представительство Российской академии наук. Которые должны защищать эти институты, работать с органами власти. Это повысит нашу видимость в регионах.

Если говорить о взаимодействии с образованием, то надо возвращаться к программе интеграции, которая прекрасно работала в конце 1990-х. Мы должны выстраивать своё сотрудничество с ведущими университетами, и эта связь, эта дружба должна, без всякого сомнения, развиваться. Если говорить вообще о цепочке «средняя школа – университет – научная школа», здесь важно уделять внимание каждому звену. Но особенно – научным школам. Это достояние нашей страны, и то, что сейчас программа поддержки научных школ опустилась до оскорбительного уровня, ну, это нужно менять. Такая программа должна работать.

Коллеги! Один из моментов, где мы недорабатываем – это наша закрытость. Мы должны быть открытыми для

СМИ, в академии должен работать современный пресс-центр, своё информационное агентство. Работа со СМИ должна быть ежедневной заботой руководителей РАН. Мы должны вместе с ними пробивать дорогу к обществу, чтобы о нас знали все, на всех уровнях. И в этом смысле, я считаю СМИ нашими соратниками».

В заключение академик Александр Сергеев обратился к старшему поколению академиков РАН: «Много сейчас критики о том, что РАН устарела и не может быть активным участником научно-технологического процесса... Я с этим категорически не согласен. Ваши знания и опыт абсолютно нужны для обновления РАН. Молодые коллеги! Многие из нас, и я сам, работают сейчас директорами бюджетных учреждений, и они сверх головы заняты разными бюрократическими цепочками. Давайте не будем забывать, что мы с вами избранные члены Российской академии наук и должны работать на неё. Я считаю, что Академия наук и президиум должны быть сплавом мудрости старших и активности молодых.

И, наконец, я хочу обратиться к членам всех трёх академий. Да, много было критики, но давайте мы посмотрим на то, что получилось положительного из того факта, что мы оказались под общей крышей. Давайте будем развивать междисциплинарные исследования. Все, что нам сейчас нужно: и ранняя диагностика, и персонифицированная медицина – всё основано на результатах естественных наук, понимаете? И эти учёные, естественно-научники, они в XXI веке будут зарабатывать свою славу не на том, что они сковали ядерный или ракетный щит страны, а на том, что они вместе с вами принесут новые знания и открытия в живые системы. Я считаю, что в нашем единстве старшего и молодого поколения, единстве всех трёх академий — залог устойчивости нашей академии. Только будучи едиными, мы сможем вернуть доверие общества и власти. И я уверен, что академию будут не только уважать, но и гордиться ею».

От программного доклада президента РАН перейдём к хронике событий, которые, по здравому разумению, должны решать проблемы озвученные академиком Сергеевым, но, как показывает практика, это имеет место не всегда и не везде. И одной из причин расхождения слов с делами в российской действительности является рассогласованность действий участников процесса преодоление глубокого технологического отставания России, что было продемонстрировано в октябре 2017 года на общем собрании ректоров ведущих университетов России – членов ассоциации «Глобальные университеты», которые участвуют в программе «5-100» (государственная программа поддержки крупнейших российских вузов, целью которой является повышение престижности российского высшего образования, одна из задач программы – вывести не менее пяти университетов из числа участников проекта в сотню лучших вузов трёх авторитетных мировых рейтингов: Quacquarelli Symonds, Times Higher Education и Academic Ranking of World Universities).

Ради выполнения майского указа президента РФ 2012 года в Минобрнауки готовы отказать в финансовой поддержке большинству вузов, участников госпрограммы «5-100». Об этом на собрании ректоров заявила министр образования и науки Ольга Васильева, которая предложила перераспределить оставшиеся в программе 30 млрд. рублей бюджетных средств между шестью вузами: «Нужно оставить эффективные вузы, не более шести, чтобы к 2020 году эти вузы вошли в ту самую пятёрку, о которой нас просил президент. Все остальные вузы отчитаются о проделанной работе и истраченных деньгах за тот период, который был». Такое решение стало неожиданностью для вице-премьера Ольги Голодец, которая настоятельно рекомендовала главе Минобрнауки прекратить публично обсуждать эту тему, а ректор Казанского федерального университета Ильшат Гафуров, комментируя эту инициативу, намекнул, что она попахивает формализмом и до добра не доведёт.

К истории вопроса: в мае 2012 года президент РФ Владимир Путин издал указ, согласно которому не менее пяти российских вузов должны к 2020 году войти в топ-100 ведущих мировых рейтингов. Для этого в 2013 году Минобрнауки запустило программу «5-100», рассчитанную на семь лет. За две волны конкурсного отбора к ней присоединился 21 вуз. По словам Ольги Васильевой, проект стал самым дорогим в сфере образования: за пять лет объем государственной поддержки вузов составил более 50 млрд. рублей, а за оставшиеся три года будет выделено ещё 29,2 млрд. рублей. «Вот моё предложение, ничего другого я предложить не могу. Потому что, если не сосредоточим ситуацию в шести вузах, никакого решения задачи, поставленной президентом, не будет. И не надо друг другу лукавить», – на редкость экспрессивно подчеркнула Ольга Васильева. По её мнению, в программе «5-100» должны остаться только НИУ ВШЭ, МФТИ, НИУ ИТМО, НИЯУ МИФИ, НИТУ МИСиС и Новосибирский госуниверситет. Дополнительное финансирование остальных неэффективно.

А начиналось заседание ректоров достаточно благобно. Вице-премьер Ольга Голодец, курирующая в правительстве программу «5-100», заявила: «У нас произошли серьёзные изменения за последние годы с тех пор, как реализуется проект. И эти результаты ощутимы и иногда даже удивительны! Через три года после старта проекта в Топ-100 предметных рейтингов вошли 5 участников проекта. Мы даже смогли продвинуться по тем специальностям, по которым у нас был некоторый пессимизм». Среди дисциплин, которые вызывали сомнение вице-преьера, оказались экономика, социология, международные отношения. По её мнению, участие в программе «5-100» привело к тому, что в вузах произошли заметные перемены к лучшему. «Сегодня практически весь профессорско-преподавательский состав вузов – это прежде всего научные работники, которые не только преподают», – заметила вице-премьер, отвечающая за программу «5-100».

Тему роста российских вузов в глобальных рейтингах поддержал и ректор НИУ ВШЭ Ярослав Кузьминов: «Если мы сравним качество продвижения российских вузов и, например, китайских на том этапе, который соответствовал трём-пяти первым годам китайского проекта, то мы увидим, что российские университеты растут быстрее примерно в два раза в рейтингах».

На этом оптимистическая часть закончилась. Взятая слово Ольга Васильева неожиданно выступила крайне резко. Она напомнила, что программа «5-100» стала самым дорогим проектом в области образования: «За 5 лет объем государственной поддержки вузам составил 50,2 миллиарда рублей. Оставшиеся три года его реализации увеличат этот объем ещё на 29,2 миллиарда». По её словам, в истории России было три амбициозных и молниеносно выполненных проекта – ракетный, атомный и кибернетический. Казалось, в этот момент она спросит: а что на выходе у «5-100»? Где аналог спутника, бомбы или компьютера? Но, как выяснилось, министра образования и науки больше беспокоит выполнение буквы «майских указов» Путина. Для иллюстрации своих опасений Ольга Васильева представила сведённые в таблицу показатели задействованных в «5-100» вузов. Судя по ней, дела у большинства идут неважно. «Нужно оставить эффективные вузы – не более 6, чтобы к 2020 году эти вузы вошли в ту самую пятёрку, о которой нас просил президент, – указала Васильева на выход из ситуации. – Все остальные вузы отчитаются о проделанной работе и истраченных за тот период деньгах. Ничего другого я предложить не могу. Если не сосредоточимся на 6 вузах, никакого решения задачи, поставленной президентом, не будет. И не надо друг другу лукавить!»

Но позиция главы Минобрнауки не нашла понимания у собравшихся. «В указе президента чётко сформулированные параметры: институциональные и предметные рейтинги. Мне не совсем понятно, откуда такого рода трактовка взялась», – недоумевал ректор Национального исследова-

тельского университета «Высшая школа экономики» Ярослав Кузьминов.

«Ярослав Иванович, давайте обсуждать предметно, мы прекрасно понимаем, что нам нужно решить задачу, поставленную перед нами, – ответила Ольга Васильева. – У нас есть абсолютно точные показатели, у нас есть лидеры, которые должны остаться и решать дальнейшие президентские поручения».

«Предлагаю сейчас не обсуждать вопрос системного финансирования, потому что это не вопрос общего собрания, – вступила в дискуссию Ольга Голодец. – И коллеги собрались не для того, чтобы обсуждать правительственный проект о поддержке финансирования».

«Мы не говорим о поддержке финансирования, мы говорим о том, кто остаётся, кто качественный показал результат, – не сдавалась Ольга Васильева. – Сейчас вообще не о финансировании идёт речь».

«Немножко неожиданная дискуссия развернулась, – покачала головой Ольга Голодец. – Я прошу придерживаться буквы и духа тех документов, которые уже приняты, и обеспечить их преемственность. Можно обращать внимание на те достижения, которые сделаны, чтобы остальные подтягивались, но нельзя делать резких движений, которые сведут на нет достижения прошлых лет. У меня просьба обсуждать все в общем тренде».

Краеугольный камень дискуссии, по словам Ильшата Гафурова, ректора Казанского Федерального университета – вопрос того, что брать за основу: вхождение в предметные (узкопрофильные, по конкретным предметам) или институциональные (по всем параметрам, глобальные) рейтинги. «Вузы, которые вчера было предложено развивать – МИФИ, МФТИ и прочие – все-таки узкопрофильные, там нет гуманитариев, – указал ректор КФУ. – Как их оценивать? И как оценивать классические университеты типа Казанского, Уральского? Этим и займётся рабочая группа». В мировых, так называемых институциональных рейтингах, в основном классические университеты. Узкопрофильное

ранжирование, по мнению Ильшата Гафурова, сегодня ущербно. Что выше – попадание на высокое место в один, скажем, физический, рейтинг или, как у КФУ – вхождение в 8 предметных рейтингов QS, причём по трём из них - в 200-ку?. Как сообщил ректор, КФУ пошёл по пути участия во всех предметных рейтингах, и, когда университет будет присутствовать в них по 20-25 позициям, он и попадёт в первую сотню.

По словам Ильшата Гафурова, сегодня не учитываются и разные стартовые условия вузов: «МФТИ и МИФИ никого не присоединяли. Как бы вы нас ни критиковали, мы же не по доброй воле взяли педагогический университет. То есть мы вошли в процесс, формируя сам университет и его модель». В связи с этим невозможно было не спросить о том, не потянет ли университет на дно рейтинга грядущее присоединение Альметьевского государственного нефтяного института (АГНИ). И, судя, по ответу, сегодня как раз разрабатываются соответствующие стратегия и тактика, которые должны обезопасить КФУ. Причём в дело вступила «тяжёлая артиллерию» в виде всемирно известной консалтинговой компании PricewaterhouseCoopers, которую привлекла «Татнефть». PricewaterhouseCoopers консультирует «Татнефть» и КФУ в вопросах соблюдения требований глобальных рейтингов. Среди прочего, АГНИ должен научиться зарабатывать на науке и в целом иметь общий доход. «Меня иногда критикуют за то, что мы делаем из КФУ бизнес-структуру, но во всем мире университеты зарабатывают! – в очередной раз высказался на наболевшую тему ректор КФУ. – И мы поставили перед собой задачу, чтобы заработанные нами деньги превышали субсидии государства. Сегодня 50 процентов бюджета мы формируем сами (бюджет КФУ – 10 млрд. рублей)».

Недостаточно внимания при ранжировании, по словам Ильшат Гафурова, уделяется и динамике роста показателей университетов: «Кто-то может сегодня занимать 200-ю позицию, но при этом в течение трёх последних лет вообще не двигаться. Кто-то изначально стоит выше других

университетов, но его позиция стабильно ухудшается. Поэтому тренд надо смотреть». Наконец Ильшат Гафуров протестует и против главного тезиса Ольги Васильевой. Двигать только 5-6 университетов, по его мнению, недальновидно: «Да, наверное, так будет легче их продвинуть в сотню, потому что все деньги на них сконцентрируют. Но как это повлияет на образовательную систему в целом?» По его убеждению, от того, что мы формально выполним наказ Путина в узких предметных областях, динамика развития образования в России позитивной не станет.

В ноябре 2017 года в Москве в МГУ имени М.В. Ломоносова состоялось заседание секции «Естественно-научного образования» Московского общества испытателей природы (МОИП), посвящённое обсуждению статей академика Европейской академии наук Олега Фиговского, в которых он сравнивал состояние науки и образования в Израиле, Китае и России.

Заседание открыл учёный секретарь секции Естественно-научного образования МОИП кандидат биологических наук С.В. Багоцкий, который пояснил, что в «статьях Олега Фиговского говорится о том, что состояние науки и образования в России внушает серьёзные опасения. Олег Львович Фиговский рассказал нам о том, как устроена наука, образования и как внедряются научные результаты в Китайской народной республике и в государстве Израиль и предложил поразмыслить на тему о том, что из опыта этих стран может оказаться полезным для России».

И в Израиле, и в Китае наука финансируется гораздо лучше, чем в России. Но дело не только в финансировании. В этих странах работают механизмы, делающие государство и бизнес заинтересованными в развитии науки и внедрении научных разработок. В результате наука оказывается востребованной. Российская же наука страдает, прежде всего, от своей невостребованности и ненужности в обществе, живущем за счёт распродажи природных ресурсов.

Организация российской науки носит достаточно статичный характер, представляя собой жёсткую иерархию научных структур, где нередко царствует закон «Я начальник – ты дурак, ты начальник – я дурак». Это ведёт к подавлению инициативы молодых энергичных сотрудников и, в конечном итоге, тормозит развитие науки. Мировой, да и отечественный опыт, показывает, что качественные прорывы, ведущие к формированию новых направлений, возникают не в крупных корпорациях, а в малых, динамичных и в значительной степени неформальных группах исследователей. Таких, например, как Группа по изучению реактивного движения (ГИРД), из которой вышла советская ракетно-космическая программа. Такие группы (в государственном и частном секторах) активно работают в Израиле. Их нужно создавать и в России.

Исследователи, работающие в России, находятся под жёстким колпаком бюрократических структур. Они вынуждены заполнять большое число никому не нужных бумаг. Судьба исследователей, а иногда и целых научных направлений нередко решается без рассмотрения по существу на основании формализованных показателей. Это недопустимо. Об уровне работы того или иного исследователя и целесообразности поддержки его дальнейшей работы может судить лишь Совет специалистов в соответствующей области, рассматривающих работу по существу. Следует отменить формализованную оценку труда научных работников в какой-либо форме, ибо такая оценка является инструментом, позволяющим чиновникам, не разбирающимся в существе научных проблем, руководить наукой. Думается, что израильский опыт организации научных исследований более полезен для России, чем китайский. Китайская культура очень сильно отличается от российской.

В обсуждении статей академика Олега Фиговского про состояние науки и образования в Израиле, Китае и России приняли участие члены секции «Естественно-научного об-

разования» Московского общества испытателей природы и приглашённые слушатели.

В частности, А.И. Харламов отметил, что кризис российской науки является частью более общего системного кризиса, который переживает наша страна и без оздоровления экономики, без государственной поддержки наукоёмких отраслей российской промышленности, перспектив восстановления отечественной науки нет. В.С. Катин не согласился с идеей отмены формализованных показателей оценки труда научных работников, поскольку для принятия управленческих решений нужен какой-то объективный критерий. С.В. Багоцкий сказал, что нельзя одновременно думать о науке и о зарабатывании баллов.

С.П. Шмонин отметил, что Россия все ещё обладает мощным интеллектуальным потенциалом. Российские исследователи способны генерировать прорывные идеи. Однако с доведением этих идей до наукоёмкой продукции дело обстоит существенно хуже. Российский исследователь в массе своей не умеет сотрудничать с промышленностью и, что ещё хуже, не хочет этому учиться. Основная идея Московского Физтеха – формирование специалистов, умеющих связывать самую высокую науку и практику. На что С.В. Багоцкий заметил, что исследователь сам не должен думать о внедрении своих результатов. Внедрение науки в практику – это самостоятельная сфера деятельности и самостоятельная профессия. К сожалению, таких специалистов нигде не учат. В нашей стране это пока удаётся только в военно-промышленном комплексе. Для внедрения научных достижений нужны прежде всего экономические механизмы и подготовленные к такой работе кадры

В.С. Катин считает, что необходимо сохранить фундаментальность российского среднего и высшего образования. Однако, по мнению С.В. Багоцкого, «идея о том, что главная задача школы заключается в том, чтобы давать знания, нужные в жизни – это вредная идея. В жизни

прежде всего нужна хорошая голова и привычка к упорному труду. Это и должна формировать школа».

Г.С. Ерёмкин считает, что необходимым условием успешного развития отечественной науки является демократизация нравов научного сообщества. Молодой исследователь и даже студент не должен быть простым исполнителем. К его мнению должны прислушиваться. Он должен иметь возможность реализовывать свои идеи.

А.И. Харламов поддержал эту точку зрения. Т.А. Шумова подчеркнула, что необходимо усилить роль научных обществ и других общественных организаций, объединяющих людей, занимающихся наукой. При решении организационных вопросов, связанных с наукой, необходимо учитывать мнение научной общественности. Научные общества, в том числе и МОИП, должны активно выступать в печати с изложением своей позиции.

В заключение обсуждения статей академика Фиговского учёный секретарь секции Естественно-научного образования МОИП С.В. Багоцкий подчеркнул, что для возрождения российской науки недостаточно увеличить финансирование. Нужен комплекс мер, которые должны опираться на понимание механизмов функционирования научного сообщества, а понимание механизмов функционирования начинается с осознания фундаментальных проблем.

Про одну из таких застарелых фундаментальных проблем российской науки в очередной раз напомнил профессор Массачусетского технологического института (МТИ) Лорен Грэхем: «У русских учёных изумительно получается изобретать и очень плохо получается заниматься инновациями, то есть внедрением изобретений в жизнь. Русским учёным, к примеру, принадлежат две Нобелевские премии за разработки в области лазерных технологий. Но сейчас нет ни одной российской компании, которая занимала бы сколь-либо значительное место на рынке лазерных продуктов и технологий. Электрические лампочки в России изобрели до Томаса Эдисона. По сути, Томас Эдисон вообще позаимствовал эту идею у русского учёного

Павла Яблочкова. Но затем американские компании захватили этот рынок. И никакая российская компания с ними не стала конкурировать. Почему?».

Лорен Грэхем считает, что России не удалось выстроить общество, где достижения граждан могли бы находить выход в экономическом развитии. Все руководители страны, со времён царизма до нынешних, полагали, что ответ на проблемы модернизации – это сама технология, а не социо-экономическая среда, которая способствует развитию и коммерциализации технологий. Что это за среда? Какие элементы ей присущи? В первую очередь:

- Демократическая форма правления.
- Свободный рынок, где инвесторам нужны новые технологии.
- Защита интеллектуальной собственности.
- Контроль над коррупцией и преступностью.
- Правовая система, в которой обвиняемый имеет шанс оправдаться, доказать свою невиновность.

Но, несмотря на богатый исторический опыт, в России по-прежнему принято заниматься не созданием среды для инноваций, а поиском прорывных точек и волшебных решений, к которым относятся и чудо-город Сколково, и корпорация «РОСНАНО», и всевозможные не увязанные между собой программы. Грэхэм описывает разговор высокопоставленного менеджера МТИ с российскими коллегами в 2010 году, ещё до громких расследований в связи со Сколково. Американский управленец уделял много внимания системе институтов и связей между университетами, фондами, инвесторами в деле развития инноваций. Российские же коллеги постоянно прерывали его, спрашивая, как же создавать «лучшие в мире» высокие технологии. В какой-то момент американец не выдержал и воскликнул: «Вы хотите получить молоко без коровы!».

Как уже было отмечено в главе «Инновации и общество», одна из причин неэффективности сложившейся в России системы инвестиций в инновации, когда вложения в инновационные проекты, как правило, оборачиваются не

баснословной прибылью, как мыслится авторам проектов, а значительными убытками, как обычно предсказывают многомудрые эксперты – отсутствие инфраструктуры, жадно впитывающей все новое, и механизмов выведения новинок на рынок. Кто-то что-то пытается сделать, но рано или поздно уходит на виток вокруг вопроса экономической эффективности инновационного процесса. А её нет и не будет (о какой эффективности может идти речь, когда тысячи дельных идей затаптываются на стадии зарождения, а из получивших финансовую поддержку не более 5% доходят до стадии серийного выпуска, из коих лишь десятая часть становится заметным коммерческим проектом), если кардинально не поменять сам подход к инвестициям в инновации.

Инвестировать надо не в проекты, как таковые, а в людей, в чьих головах эти проекты рождаются. И задействовать каждого из этих самородков в совместной работе над проектами. Совместно, а не порознь. И в работе над множеством проектов, а не одним лишь его собственным. Ну и, разумеется, с весомой материальной отдачей для всех участников проектов, а не одних лишь инвесторов. Следует использовать энергию изобретателей, ищущих деньги для материализации своих детищ, для вытаскивания из ямы тех, кто по уши влез в какую-то проблему, но никак не может найти техническое решение выхода из неё. Помогая другим, изобретатели получают возможность заработать первоначальный капитал для запуска своих собственных разработок. Да и руку набьют в практике реализации изобретений. Залог успеха использования изобретателей в работе над чужими проектами – если человек оказался способен придумать новую нестандартную форму, положим, игольного ушка для протаскивания через него верблюда, то он может найти решение и другой, более практичной задачи. Если это будет не один человек, а множество, то и решений будет предостаточно. Останется только грамотно свести их в единый проект, который станет не какой-то сумасбродной идеей гения-одиночки, а коллективным тру-

дом плеяды талантов и специалистов во многих областях знаний, а потому и явится для инвесторов много привлекательней, нежели сырая идея одиночки или купленная по дешёвке разработка небольшой группы энтузиастов.

Инвестиции в материальные активы и инвестиции в интеллектуальные активы – вещи разные. Понимать то это все понимают, но на практике все-таки инвестируют в проекты, а не в людей. Та же самая картина наблюдается, что и с кадрами: декларируется война за таланты, льются слезы о нехватке талантливых специалистов, а берут на работу тех, кто гладко укладывается в корпоративные нормы, в каковых талант не значит. Там важнее возраст, место жительства, образование и прочее семейное положение. Вот и при инвестировании в новые разработки, так же как и при инвестировании в старый завод, перво-наперво смотрят экономику, в упор не замечая тех, у кого достало мозгов эту экономику наполнить оригинальным содержанием. А в инновациях – главная ценность не сами проекты, а люди их создающие. Если у человека хватило ума придумать что-то по настоящему оригинальное, пусть даже не поддающееся коммерциализации, то его надо задействовать в реальном коммерческом проекте, где его способности обернутся решением практической задачи. Если для реализации коммерческого проекта не хватает одного человека, то надо создавать команду нестандартно мыслящих самородков, тем более, что интернет позволяет собрать в одну команду людей, разделённых тысячами километров.

Возвращаясь к роли науки в создании и развитии инновационных систем... В настоящее время дальнейшее развитие инновационной экономики связано с увеличением роли науки. Академик РАН Роберт Нигматулин задаёт вопрос: «Что должно понять и сделать руководство России, чтобы найти опору в научном сообществе?». Отвечая на этот вопрос, академик пишет:

«Реформирование РАН в 2013 году сразу же вызвало отторжение в академическом сообществе. Все явственней

слышно в последнее время: «Российская академия наук изжила себя». При этом, кажется, все понимают, что Российская академия наук всегда зависела от решений главы государства. После Октябрьской революции революционеры собирались «переделать» Академию наук. Но В.И. Ленин их остановил: «Не шутите с Академией!»

После преступных, кровавых и трагических «перегибов» к концу 30-х годов даже И.В. Сталин понял значимость науки для страны, понял, что надо заботиться о науке, и вложил значительные средства в обедневшее научное общество. Он лично рассматривал назначение руководителей Академии наук, МГУ им. М.В. Ломоносова и других институтов. Инициировал организацию новых институтов даже во время войны.

Не все его решения оказались благими. В частности, он доверил аграрную биологию Трофиму Лысенко, позволил погубить великого академика Николая Вавилова, поддержал гонения на генетику. Но некоторые его решения оказались выдающимися. И.В. Сталин фактически назначил президентами АН СССР академиков Владимира Комарова, Сергея Вавилова и Александра Несмеянова. Общее собрание Академии своим голосованием только подтверждало эти назначения. Сталин сразу после войны инициировал строительство высотного здания МГУ, ректором которого назначил беспартийного академика Ивана Петровского. Он поддержал выдвижение Игоря Курчатова руководителем атомного проекта и лично способствовал его избранию академиком.

Руководители СССР Никита Хрущёв, Леонид Брежнев, Михаил Горбачёв последовательно выдвинули в президенты Академии наук Мстислава Келдыша, Анатолия Александрова и Гурия Марчука. Партийная и государственная верхушка СССР поддерживала авторитет науки, а учёные активно участвовали в решении стратегических задач страны. После 1991 года Академия наук стала более независимой. Но история показала, что она нуждается в «государственной руке».

После потрясений 1917 года великий наш учёный, нобелевский лауреат академик Иван Павлов с горечью признавал, что у учёных не доставало способностей «смотреть на самих себя и окружающее без самообмана» и «представить анализ действительности, кончающийся простым и ясным её представлением».

Другой нобелевский академик Пётр Капица в 1936 году в письме Нильсу Бору писал: «Учёные больше всего озабочены созданием условий для своей личной работы и терпеть не могут широкой постановки вопросов».

Отмеченные пороки и сегодня присущи научному сообществу. Как и в начале XX века оно не сформулировало ясный и научный ответ на вопрос: что делать, чтобы страна вышла из кризиса? Вопрос очень серьёзный, чтобы его доверять только чиновникам и партийным деятелям. И в этом контексте должна обсуждаться судьба РАН, а ответы должны давать представители всех наук.

Согласно Конституции Россия – социальное государство. А что это значит? Важнейший параметр социальной ответственности государства – доля ВВП, приходящаяся на здравоохранение, образование, науку и культуру – на то, что называется социальными расходами государства для развития человека (СРРЧ). В Европе, Канаде и США эта доля составляет 20-25 %, а в России – 10 %. Эта доля ограничена долей всего госбюджета в ВВП.

В европейских социальных государствах госрасходы составляют около 50 % ВВП, а у нас – 30 %. Таким образом, малая доля СРРЧ в России определяется малой долей госбюджета. Это не соответствует социальному государству.

Зарплата российского профессора в 10 раз меньше, чем зарплата депутата парламента. Это безобразие! А 50 % трудящихся России имеют зарплату менее 20 тысяч рублей в месяц. Для такого народа-покупателя рост экономики не нужен. Он все равно ничего не купит. А вот доход богатейшего 1 % семей равен 10 трлн. рублей в год, тогда как весь федеральный бюджет собирает 13 трлн. рублей.

Как показал профессор Алексей Шевяков, экономический рост сдерживается не неравенством вообще, а аномальным экономическим неравенством. Важнейшим из его показателей является центильный коэффициент (ЦК), равный доле доходов домашних хозяйств на 1 % богатейших.

В США в кризисный 1927 год центильный коэффициент был равен 20 %. В 1933 году к власти пришёл Франклин Рузвельт. Он ввёл налоги на богатство – на большие доходы, богатую недвижимость. Налоги с «жирных» статей доходов доходили до 70 %, а в 50-60-е годы – до 90 %. Другой президент США, Генри Форд, добился, чтобы минимальная оплата труда была такая, чтобы средний класс мог покупать автомобили. Центильный коэффициент стал равным 7-8 %.

Выросшие за счёт перераспределения доходы большинства американцев стали тянуть за собой производство товаров. Средний класс стал зажиточным. Но с нулевых годов налоги с богатых уменьшились, и ЦК стал опять равным 20 %. В США снова кризис. Средний класс стал беднее, меньше покупает, а значит, и меньше инвестирует.

В России ситуация ещё сложнее. Богатейший 1 % населения владеет 70 % собственности, центильный коэффициент равен более 40 %. Россия вместе с Украиной – на первом месте по числу миллиардеров, отнесённому к ВВП. В США их меньше в два раза, а в Европе – в 3-4 раза! Аномальное неравенство тормозит экономику, потому что огромные средства выводятся из покупательского спроса и инвестиционного канала.

О науке и культуре надо проявлять особую заботу. А правительство пытается впихнуть в прокрустово ложе – 10% ВВП – все здравоохранение, науку, образование, культуру. Чтобы расширить это «ложе» до европейских норм (20-25 %), необходимо усовершенствовать экономический порядок. Финансирование Академии наук надо увеличить с 0,15 % ВВП до хотя бы 0,4 %.

Науку справедливо критикуют за неэффективность. Но это связано с отсутствием спроса. Надо понять теорему академика Валерия Макарова: обеспечение спроса на знания – одна из основных функций государства. Поэтому государство должно заботиться о спросе на знания. Надо осознать, что Россия должна развивать все направления науки и иметь в каждом из них достаточное число квалифицированных специалистов. Если какой-то институт не эффективен, надо восстановить его эффективность, поменять руководство. Есть много примеров, когда исследования группы учёных были незаметными, а через несколько лет они становились очень перспективными.

Когда советское руководство инициировало развитие науки в регионах, что – там была за наука? Её там не было. Но руководство понимало, что нужно расширять долю населения, занятого наукой.

Что должна понять и сделать Академия наук, чтобы быть нужной России? Она должна принимать ведущее участие в разработке технологических, экономических и гуманитарных программ развития страны.

Далее. В Российской академии наук, переделанной в клуб академиков и членкоров, преобладают сейчас пожилые люди. Средний возраст академиков в ряде отделений РАН достиг 80 лет. Поэтому РАН должна модернизироваться и привлечь докторский корпус, в первую очередь 500 избранных профессоров РАН, к активному участию в управлении, в том числе и при выборах академиков и членкоров. У нас нет другого выхода.

История не простит ни правительству, ни современному обществу, ни нам – членам РАН, если мы не сохраним Российскую академию наук и её традиционные функции. РАН была создана по указу Петра I без малого 300 лет тому назад. Несмотря на испытания, на идеологические и экономические давления, на академические пороки и на то, что в ней иногда заседали, по выражению Александра Пушкина, такие, как «князь Дундук», Академия наук и Московский государственный университет им. М.В. Ломоносо-

ва стали главными научными центрами, жемчужинами русской цивилизации.

Довести Российскую академию наук до упадка можно. Но ничто в ближайшие десятилетия не сможет её замечать», – заканчивает свои размышления о развитии Российской академии наук академик Роберт Нигматулин.

Споры вокруг РАН не утихают. В дискуссиях снова и снова ставятся вопросы: всё ли хорошо в нашей Академии? Что нужно в ней изменить, чтобы члены РАН воспринимались обществом как интеллектуальные и моральные лидеры российской науки? Александр Фрадков, заведующий лабораторией Института проблем машиноведения РАН, отмечает, что, «оказывается, вопросы эти задавались гораздо раньше, чем кажется, и не правы те, кто считает, что Академия «испортилась» в советское или постсоветское время». Критиковали Академию ещё в XIX веке, и не кто-нибудь, а сам Дмитрий Иванович Менделеев. Далее Александр Фрадков обращается к истории.

Как известно, отношения с Императорской академией наук складывались у великого химика сложно. В 1874 году несколько академиков предложили избрать Менделеева адъюнктом Академии по химии. Но против этого проголосовало 11 академиков, при восьми «за». Причём, не желая отказать уже тогда довольно известному учёному лично, академики проголосовали против выделения адъюнктуры по химии вообще. Таким образом, известный сегодня трюк – не открывать вакансию в РАН, если её может занять неупомянутый, был известен ещё в позапрошлом веке.

В 1876 году Менделеев всё же стал членом-корреспондентом Академии, но не по химии, а по физике, да и должность членкора в те годы была не такой престижной, поскольку не оплачивалась. Учёный написал в Академию благодарственное письмо, впрочем, не без иронии: «Императорская С. –Петербургская академия наук избранием в свои члены-корреспонденты оказала мне такую высокую честь, которая не соответствует моей скромной деятельности на поприще наук».

В 1880 году академики Бутлеров, Чебышев и другие внесли представление об избрании Менделеева в члены Академии. Однако на выборах 11 ноября 1880 года его кандидатура была провалена девятью голосами «против» при девяти голосах «за». Это событие вызвало возмущение общественности и многих известных учёных. В последующие два месяца Менделеева избрали своим почётным членом около 20 российских университетов и научных обществ.

Вопиющая академическая несправедливость подтолкнула Дмитрия Ивановича к раздумьям о реорганизации Академии наук. В 1882 году была надиктована статья «Какая же академия нужна в России?». Впервые она была опубликована в журнале «Новый мир» лишь в 1966 году.

Некоторые идеи статьи сегодня неактуальны, например борьба с засильем в Академии иностранцев. Другие, наоборот, очень даже кстати, и статью надо читать и изучать. Здесь ограничимся обсуждением только двух организационных вопросов, по которым Менделеев чётко высказался и которые сейчас наиболее остро обсуждаются на научных форумах: финансирование Академии и академические выборы. Давайте обратимся к наследию великого российского химика и общественного деятеля.

В своей статье Д. И. Менделеев пишет: «Мне кажется, никакой нет нужды в том, чтобы это сравнительно большое число лиц, образующих высшее учёное учреждение в России, получало жалованье. В учёных обществах платят члены за право участвовать и для составления фонда, необходимого для ведения дел общества. В высшем государственном учёном учреждении, конечно, плата немыслима, да и не нужна от членов общества, потому что такое высшее учёное учреждение нужно и полезно государству, и, следовательно, государство должно на него само израсходоваться, не то чтобы требовать с участников какой-либо платы.

Директор Пулковской обсерватории, конечно, имеет ряд непосредственных постоянных обязанностей, так же как и

директор метеорологической обсерватории, или директор Ботанического сада, или директор химической лаборатории, а потому будет получать жалованье, будет ли он академик или не будет, у него есть обязанности, требуемые государством, а потому государство ему за их выполнение должно заплатить.

По моей мысли, академики жалованье не получают, участвуют все одинаково в решении по делам, касающимся научных интересов. Но когда на данного академика Академия наук возложит известного рода обязанность, которая непременно должна быть этим академиком исполнена, и если эта обязанность будет в интересах или чисто государственных, например специальные государственные потребности, или в чисто научных потребностях, но таких, которые Академия будет считать необходимыми к выполнению, тогда этот академик и лица, около него находящиеся для исследований, могут получить, и получают, вознаграждение по мере тех средств, которые будут иметься в распоряжении Академии. Тогда придётся так, что за работу будет уплачено, как это делается в жизни, и что должно считать правильным. Академия не будет своего рода синекурой и пенсией за службу науке, она будет центральным учёным учреждением».

Мысль великого учёного о том, что высокое звание академика не нужно связывать со стипендией или жалованьем, до сих пор так и не реализована. Иногда раздаются голоса, призывающие отменить стипендии членам РАН, но к ним пока не прислушиваются. Наоборот, в прошлом году жалованье членам РАН было удвоено. Может быть, именно это и подогрело стремление чиновников попасть в Академию, которое привело к ноябрьскому демаршу президента РФ?

Касаясь этой темы, Д. И. Менделеев пишет: «Мне кажется затем, что комплекты академиков особыми привилегиями, то есть жалованьем, квартирами и тому подобное не пользующиеся, а представляющие своим собранием высшие научные силы России, могут восполняться тремя пу-

тями: во-первых, избранием в отделения самой Академии, во-вторых, избранием в одном из русских университетов – конечно, считая в том числе и Санкт-Петербургский, Варшавский и Дерптский университеты, а также других высших учебных заведений; это потому, что университеты по самому существу дела должны доставлять наибольший контингент выдающихся учёных сил. В-третьих, учёным обществам России, если не всем, то, по крайней мере, определённым, большим или меньшим значением уже пользующимся, должно предоставить, мне кажется, также право выставлять своих кандидатов в Академию, в особенности потому, что некоторые местные и специальные интересы выдвигают часто таких лиц, на которых, помимо местных учёных учреждений, может быть, не скоро будет обращено надлежащее внимание, а желательно, чтобы высшим учёным учреждением России не было пропущено ни одного из выдающихся в каждом уголке России научных деятелей. Лица, представленные одним из этих трёх способов, избираются затем в общем собрании Академии и только тогда приобретают звание академика. Такой способ выбора гарантирует присутствие в Академии всех наибольших научных сил страны.

Очевидно, что критерием для избрания должны служить одни чисто научные заслуги, а так как наука прежде всего есть дело не кабинетное и частное, а общественное и публичное, то непременно условием присутствия в Академии должны служить труды, так сказать, публичные, то есть или опубликованные, или публичному суду подлежащие, то есть доступные всеобщей оценке и могущие служить на пользу всем и каждому».

Суждения Дмитрия Менделеева по процедуре выборов в Академию становятся особо актуальными на фоне общественного резонанса, который вызвали выборы в РАН 2016 года, когда избрание некоторых лиц в члены Академии вызвало весьма негативную реакцию общественности.

На выборах обычно столько вываливается грязи, что диву даёшься. Те, кто хоть раз стоял в очереди в бессмер-

тие, могут много всякого вспомнить. Сегодня мы всё чаще обращаемся к замечательному очерку «Академические выборы» И. С. Шкловского, вслед за которым «проходных» кандидатов называют «проходимцами». Снова и снова вспоминаются чеканные слова выдающегося астрофизика: «Реальные научные заслуги кандидата при выборах, как правило, не имеют серьёзного значения». Увы, их подтверждают многочисленные свидетельства и других участников выборных кампаний. Яркие штрихи в картину выборов и нравов в Академии начиная с 1970-х годов добавлял мемуары В. Б. Баранова.

Говоря о вреде двухступенного членства в Академии, И. С. Шкловский писал: «Двухступенная система членства в Академии делает учёных хорошо управляемыми. Уже сразу после избрания в члены-корреспонденты такой деятель начинает подумывать о следующей ступени академической иерархии. Он отлично понимает, что для того, чтобы быть избранным в действительные члены, у него должны быть наилучшие отношения с академиками своего отделения, которые будут за (или против) него голосовать. И он многие годы строит с ними отношения. Излишне подчёркивать, что такая атмосфера в Академии приводит к застою, к отсутствию настоящей критики, которая не взирает на лица, к загниванию подлинной науки. Но зато с такими деятелями можно делать решительно всё – они весьма понятливы. Такой член-корреспондент вполне подобен зайцу, который до конца своих дней бежит в упряжке за морковкой, маячащей перед ним на шесте...» Добавлю, что доктора наук, рвущиеся в члены-корреспонденты, подобны таким зайцам, в не меньшей степени. Хоть и естественно, что академик продвигает своего ученика или преемника, подобный конфликт интересов приводит к управляемости учёных, вредной для науки и страны. И обыватель вправе говорить, что хоть Академия наук и называется российской, печётся она, прежде всего, о личных интересах академиков и их кланов.

Перед выборами-2016 некоторое беспокойство внесла публикация библиометрических данных кандидатов на сайте Indicator.ru. Хотя по понятным причинам отношение к этому было разным, думалось, что наконец-то будет сделана попытка поставить выполнение требования Устава на рельсы объективности. Вспомнилось, что ещё в 2008 году академик В. Л. Гинзбург сетовал на отсутствие данных о цитируемости кандидатов до голосования.

Когда были объявлены итоги, в них трудно было поверить. Неоднократно обсуждался казус всемирно известных учёных С. К. Смирнова (отделение математики), Р. З. Валиева (секция наук о материалах), А. В. Кабанова (отделение химии), которые не избирались несколько раз. Зато прошло рекордное число «деток» и «зятьёв», особенно по отделению медицинских наук, которому под давлением СМИ даже пришлось оправдываться публично. А как объяснить, что академиками стали и директор, и генеральный директор научно-исследовательского института, один из которых не так давно работал гендиректором крупного автозавода? Интересно, какие у него труды первостепенного научного значения?

Печально также, что по некоторым отделениям на «молодёжные» вакансии прошли слабые кандидаты (это активно обсуждалось на форумах). В российской реальности на члена-корреспондента РАН смотрят как на лидера науки. Такой уж у них статус в глазах общества. Лидер должен иметь известные публикации, свою группу, преподавать, иметь способных учеников, быть общественно активным. И если сегодня человек имеет только хорошие результаты, то давайте примем его в следующий раз, когда он всем этим обзаведётся, созреет и возмужает.

После этих выборов стало ясно, что наивно надеяться, что Академия изменится. Скорее, наоборот, ситуация будет усугубляться. Может быть, надо обновить существующую РАН, омолодить её, влить новую кровь?

Ещё в 2012 году один из академиков предложил радикально демократизировать академическую жизнь введени-

ем института профессоров РАН и допуском профессоров РАН к участию в выборах членов РАН. Я бы горячо поддержал такую реформу, так как считаю, что давно пора перейти от выборов себе подобных к выборам по Уставу – тех, кто «обогастил науку трудами первостепенного значения».

Реализовать такой порядок можно было бы, если строить корпус профессоров РАН на основе научных советов РАН. Научные советы худо-бедно, но работали, и обсуждались на них научные проблемы. Тогда можно было бы выбирать членов-корреспондентов РАН на научных советах, а не на секциях отделений, как сейчас.

В 2013 году В. Е. Фортов включил создание института профессоров РАН в свою предвыборную программу, и в конце 2015 года было принято Положение о профессорах РАН. Однако же Положение за это время сделало кульбит: профессоров РАН выбирают не профессора или доктора, а те же академики. И отвечать выбранные профессора РАН за свои действия будут, конечно же, не перед научной общественностью, которую обмануть труднее, а перед теми академиками и директорами, кто их выбрал. Не шаг вперёд, а шаг назад.

Когда по горячим следам писалась заметка «Шаг назад, голову в песок», ещё не было известно, кого выбрали, и я осторожно выразил надежду, что не будет среди профессоров слишком много «детей и племянников». Как в воду глядел: тот самый радикальный реформатор провёл в профессора РАН по одному отделению сына, а по другому – дочку.

Не желая показаться злобными очернителями, заглянем в Web of Science: вдруг это выдающиеся учёные, имеющие многочисленные труды в престижных международных журналах. Увы. У дочки оказалось 7 индексированных трудов, а у сына – всего 4. И цитируются они в сумме 51 раз. Даже простого доктора наук такие цифры как-то не очень красят.

Увы, авторитет РАН как корпуса членов РАН падает не только в глазах властей, но и в глазах общества. Чтобы его восстановить, надо начать с изменения Положения о выборах в РАН, что потянет за собой и изменение Устава РАН. Что же нужно менять? Начнём с самого очевидного.

Нынешний формат выборов, когда членов РАН выбирают члены РАН, себя изжил и, более того, дискредитировал Академию. Решать, есть ли у кандидатов «научные труды первостепенного значения», должны компетентные научные советы, составленные из действующих учёных, не обязательно членов РАН, и представляющие также вузовскую и отраслевую науку. Именно о таких выборах писал Д. И. Менделеев!

Сейчас такие советы есть в РАН по многим областям наук, но после реформы РАН они еле дышат. Их составы надо обновить и передать им функции первичных выборных органов вместо секций в отделениях РАН.

Структура научных советов должна соответствовать современной структуре научного знания. В состав научных советов должны входить активные учёные, имеющие международное признание. Председатель, ведущий выборы, не должен быть членом РАН. При избрании кроме имени избранного кандидата необходимо утверждать и список «трудов первостепенного значения» (для членов-корреспондентов – список «выдающихся трудов»), которыми он или она обогатили науку.

Официальное сообщение об избрании членов РАН должно содержать формулировки тех первостепенных или выдающихся результатов, за которые кандидат был избран. Избранные утверждаются, как и раньше, собраниями отделений, а затем общим собранием РАН. Выдвижение кандидатов осуществляется, как и раньше, учёными и научно-техническими советами научно-образовательных организаций и членами РАН.

Число вакансий должно соответствовать числу естественно выбывших членов РАН, а их распределение по областям наук – структуре мирового научного знания,

определяемой, например, по структуре мирового массива публикаций. Незаполненные вакансии не исчезают, а остаются для следующих выборов, распределение вакансий по областям наук пересматривается раз в несколько лет.

Для принятия вышеперечисленных мер нужна политическая воля руководства РАН и руководства страны. Отдельно должен быть решён вопрос о государственных стипендиях членам РАН. Вслед за Д. И. Менделеевым, Д. И. Дьяконовым и другими считаю, что их нужно отменить. Это не значит, что автор призывает отнять деньги у коллег. Просто нужно считать эти деньги не стипендией, не жалованием и, тем более, не пенсией, а грантом. И получение этого гранта, как и ежегодная приёмка отчётов по нему, должны опираться на независимую научную экспертизу, опыт организации которой в стране уже есть.

Важно ещё понять и признать, что процедура выборов в РАН (да и не только в РАН, а в любой научный орган или на научную должность) – это, прежде всего, экспертиза, направленная на отбор достойных кандидатов среди всех заявленных. И, как в каждой экспертизе, в ней должны быть приняты меры против конфликта интересов.

В России сейчас качество научной экспертизы постепенно повышается за счёт накопления опыта организации конкурсов научными фондами, конкурсов мегагрантов и прочего. Пора уже подумать и о качественной экспертизе при выборах членов РАН. Главное условие отсутствия конфликта интересов: принимать решение не должен тот, кто заинтересован в его результатах. Возможно ли такое на выборах членов РАН? Многие считают, что нет. К примеру, известно, что некоторые члены РАН с подозрением относятся к тем, кто работает за рубежом (кстати, за рубежом работают все трое упомянутых выше не избранных в академики). Конечно, недооценка роли диаспоры ослабляет Академию. Говорят, что роль диаспоры в РАН может повыситься при введении системы электронного голосования (её отсутствие – это, конечно, анахронизм!). Но может

ли электронная система изменить отношения между людьми?

«Найдёт ли научная общественность страны в себе силы добиться того, о чем мечтал Дмитрий Иванович Менделеев, писавший: «Академия наук, прежде всего, есть центральное учёное общество России, то есть место высшей учёной деятельности в России»? А может быть, прав Фёдор Михайлович Достоевский: нужно самоорганизоваться и создавать новую Вольную Академию Наук? Только вот как бы не создать ещё одну общественную Академию, ненужную, пожалуй, никому, кроме своих членов... Можно ли при реформировании РАН опираться на научные советы РАН, или нужно создавать новую сеть экспертных групп, покажет лишь время и широкая дискуссия. В любом случае для российской науки лучше, если решать вопросы реформирования РАН доверяют самим учёным, а не тем, кто пытается повысить качество научных исследований, увеличивая количество отчётных данных, и командовать наукой, мало что в ней понимая», – заканчивает изложение своих мыслей Александр Фрадков, заведующий лабораторией «Управление сложными системами» Института проблем машиноведения РАН, сопредседатель Совета Общества научных работников.

Размышления профессора Александра Фрадкова обсуждают ряд учёных. Так, Алексей Кондрашов, профессор Мичиганского университета (США), победитель Первого конкурса мегагрантов 2010 года, создатель и заведующий лабораторией эволюционной геномики факультета биоинформатики и биоинженерии МГУ подчёркивает: «Роль «главных» академий в современной науке не очень велика. Да, в Великобритании есть Королевское общество, а в США – Национальная академия. Да, в них состоят по большей части сильные учёные (хотя и далеко не все), и иногда они выступают с важными заявлениями. Ну, вот и всё – никакой центральной и руководящей роли они не играют, хотя некий авторитет имеют. Полагаю, что беда РАН состоит в том, что она пытается сидеть одной задницей на

двух стульях. Нельзя быть одновременно и сообществом учёных, и министерством науки, да ещё и при, мягко говоря, «гибридном» режиме. Или ты независим и можешь со временем наработать какой-то авторитет, или ты кормишься от щедрот властей, ими же управляешься и стремишься распоряжаться государственными деньгами. Пока эта несовместимость присутствует (а никаких серьёзных попыток её устранить не наблюдается), РАН будет оставаться тем, чем она сейчас является, то есть недоразумением».

Но если бы вдруг академики захотели сделать нормальную РАН, то некоторые необходимые шаги на пути к этой цели очевидны:

- отделиться от государства, чтобы условный Фортон не сидел сутками у телефона, ожидая звонка условного Путина, который имеет власть решить, добавить к академикам агрономов или не добавит;
- прекратить получать казённое жалование;
- изменить порядок выборов, при котором человек должен подавать заявление и потом «баллотироваться»;
- отменить нелепое разделение членов на действительных и корреспондентов.

Анна Дыбо, лингвист, доктор филологических наук, профессор, член РАН, завотделом урало-алтайских языков Института языкознания РАН, член Клуба «1 июля», считает, что по её отделению «как раз ничего плохого на этих выборах не произошло; хотя, конечно, есть люди, про которых я бы считала, что их надо выбрать, а их не выбрали. Но выбрали тоже правильных людей. Просто было слишком мало мест и слишком большой наплыв, возможно, в связи с пропуском срока. Что же касается серьёзности экспертизы в мега и других грантах, то там тоже всякое бывает. Хирш в нашей области пока вообще неприменим, корпус экспертов, опять же, пока в гуманитарных областях не очень развит. Про стипендию тоже ничего плохого сказать не могу. Я на неё, например, могу кого-то в «поле» свозить лишний раз, гранты-то надо тратить через бухгалтерию,

только на сотрудников института и т.п., и это ужасно неудобно. Думаю, что большинство коллег то же самое делает. Почему-то большая часть знакомых мне негосударственных академий – это полное безумие либо с самого начала, либо, как РАЕН, таковым стало довольно скоро. Несмотря на то, что там не платят, а взносы берут. И основано было именно с такими же благими целями, о которых пишет А. Л. Фрадков. А так-то, конечно, хочется иногда основать свою Академию наук, с блэк-джеком и девочками, но вот много что-то отрицательных примеров».

Константин Северинов, профессор Ратгерского университета (Нью-Джерси, США) и Сколковского института науки и технологий, заведующий лабораториями в Институте молекулярной генетики РАН и Институте биологии гена РАН: «На мой взгляд, в статье совершенно справедливо указывается на общеизвестные язвы РАН. История с Менделеевым показывает лишний раз, что проблемы эти не новы. Мне кажется, они сущёво присущи Российской академии. С окончанием советского проекта и отсутствием внятных больших задач РАН с её архаичной организацией стала тормозом развития науки в нашей стране, синекурой и источником незаслуженного влияния для многих её членов. Несмотря на почти повсеместное неприятие реформы РАН, я не сомневаюсь, что она, в конце концов, окажется плодотворной. Нет никаких сомнений, что сменяемые государственные служащие способны руководить научным комплексом лучше, чем пожизненно находящиеся при делах академические бонзы и члены их научных кланов-школ и семейств. Это утверждение, конечно, не означает, что теперешнее ФАНО и его многочисленные некомпетентные сотрудники «хороши». Но, по крайней мере, понятно, как их можно улучшить. А РАН с её выборами и конфликтами не может быть улучшена.

Для оздоровления РАН (я имею в виду именно корпус академиков, а не научных сотрудников институтов, которые теперь принадлежат ФАНО) достаточно ввести членские взносы вместо крупных пожизненных стипендий и от-

вязать наличие академического звания от возможности занятия административных постов и сидения в различных комитетах и фондах, распределяющих государственные деньги.

Если гражданам, бизнесу или государству необходимо экспертное мнение, им в первую очередь надо, чтобы человек был специалистом в конкретной области, а не имел академическое звание и надутые щеки. Для поиска таких людей вполне подходит проект «Корпус экспертов».

Я уверен, что отказ от пожизненных стипендий приведёт к быстрому оздоровлению ситуации и народ побежит: ни возможность опубликовать статью в ДАНе, ни даже перспектива быть выставленным на всеобщее обозрение во гробе в «золотых мозгах» не удержит. То, что останется, будет клубом – это слово многим не нравится, хорошо, назовите ареопагом – российских учёных, сделавших важный вклад в мировую науку, научным лицом нашей страны. Быть членом этого клуба будет почётно, но не будет сопряжено с материальными выгодами. И тогда, наконец, пропадёт нездоровый интерес к тому, кого выбрали или не выбрали в Академию. Это внутренний вопрос, который никому вне научного сообщества не будет интересен».

Академик РАН Василий Шабанов рассматривает новую модель управления наукой в академгородках, и рассказывает о работе Красноярского научного центра СО РАН.

Созданный в Красноярске по территориальному принципу Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр СО РАН» обеспечивает независимую работу научных институтов в виде обособленных подразделений. Кроме того, он обеспечивает реализацию интеграционных и междисциплинарных проектов, гарантируя, по задумке его создателей, работу принципа «двух ключей» для РАН и ФАНО. На наш взгляд, этот опыт может быть использован как модель управления наукой в центрах, имеющих единую инженерную и приборную инфраструктуру и выполняющих совместные междисциплинарные проекты.

На Общем собрании РАН был вновь поднят вопрос о том, как проводить реорганизацию сети академических институтов. Две темы вызывают споры в академическом сообществе.

Первая – это так называемое правило «двух ключей». Норма, согласно которой все вопросы научного характера должны решаться на основании согласия двух сторон: Федерального агентства научных организаций (ФАНО) и Российской академии наук (РАН). Теоретически разделение полномочий, озвученное в начале реформы, вполне понятно. ФАНО отвечает за хозяйство и имущество, финансы и организационные вопросы. Российская академия наук осуществляет научно-методическое руководство. То есть вопросы выбора научных приоритетов, содержательного планирования научной деятельности и научной отчётности должны решаться на уровне структур РАН. Как говорят чиновники ФАНО: «Учёные должны прийти к согласию на экспертном уровне, а мы уже оформим это в виде инструкций, циркуляров и предписаний».

Вторая тема, вокруг которой кипят страсти – это реструктуризация институтов. Наибольший интерес вызывает создание федеральных исследовательских центров (ФИЦ) путём объединения институтов. Здесь возможны и реализуются два варианта слияния. Первый вариант – это создание федеральных исследовательских центров путём объединения институтов одного направления, зачастую разбросанных территориально. Второй вариант – объединение институтов разного профиля, находящихся на одной территории.

На наш взгляд, наибольшие споры должен вызывать первый вариант. Так, в 2015 году Институт биофизики СО РАН в Красноярске предлагали присоединить к тематическому Федеральному исследовательскому центру в Москве. Подобные конструкции выглядят действительно странно, в первую очередь с точки зрения эффективности управления.

Однако в настоящее время бурные дискуссии вызывает объединение по территориальному признаку. Здесь не обходится без эмоций и ярких слов. Иногда за эмоциями теряется суть. Звучат громкие заявления, которые с формальной точки зрения сказываются на репутации научных организаций, а с эмоциональной – звучат оскорбительно для сотен научных сотрудников. Так, например, заявление председателя СО РАН Александра Асеева о том, что «из-за создания ФИЦ в Красноярске происходит развал науки», было процитировано многими СМИ. Красноярские учёные, лидирующие во многих областях исследований в России и в мире, с удивлением узнают о развале, которого нет. Тем более это удивительно слышать от академика Асеева, совсем недавно предлагавшего объединить все институты Красноярского научного центра с Сибирским федеральным университетом.

Академику Василию Шабанову кажется важным озвучить основные принципы создания территориального ФИЦ. Показать, что реализуемая в Красноярске модель направлена на развитие научного потенциала и территории, и Российской академии наук, помогает в решении проблемы «двух ключей», возвращает академическому сообществу возможности самоуправления. При этом она эффективна с точки зрения оперативного управления. И, что немаловажно, способна работать в существующем правовом поле, отвечает всем требованиям законодательной базы.

Попробуем очень кратко представить основной принцип создания ФИЦ по территориальному признаку и показать его преимущества на примере Красноярского.

Что мы имеем сегодня? Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр СО РАН» как одно юридическое лицо имеет на своём балансе всё движимое и недвижимое имущество в Академгородке. Земля, здания, оборудование, научная и организационная инфраструктура – всё имеет одного собственника. У сотрудника любого из подразделений ФИЦ, у любого подразделения ФИЦ нет ни юридических, ни организационных ограниче-

ний в доступе к научному оборудованию или другой инфраструктуре.

В случае автономной жизни каждый институт как юридическое лицо должен оформить в оперативное управление или взять на баланс землю и здания, приборы и инфраструктуру. С точки зрения закона интеграционные исследования или доступ к оборудованию возможны только на основе договоров аренды или других юридически оформленных отношений. Строго говоря, в рамках ФИЦ можно говорить о создании реального центра коллективного пользования оборудованием и другой инфраструктурой.

Новая схема управления скорее добавляет РАН возможностей контролировать процесс. Кандидат на должность научного руководителя ФИЦ, который одновременно является председателем учёного совета, проходит согласование в Академии наук. Именно учёный совет научной организации является центром экспертной и научно-методической мысли. Его формирование и руководство целиком подконтрольно РАН. У ФАНО нет рычагов повлиять на его состав или политику. РАН, как и для всех научных организаций, согласовывает планы и отчёты ФИЦ, кандидатуру директора – здесь никаких отличий между ФИЦ и другими институтами нет.

В федеральном центре появляется попечительский совет. В его состав также могут входить представители РАН. Таким образом, кроме реализуемого сегодня формата взаимодействия между Российской академией наук и институтами, подведомственными ФАНО, в виде согласования планов, отчётов и кандидатуры директора в ФИЦ добавляется возможность контролировать деятельность учёного и попечительского советов.

Строго говоря, всех перечисленных плюсов с точки зрения решения научно-организационных, правовых, имущественных и хозяйственных вопросов было бы достаточно для создания федерального исследовательского центра по территориальному признаку. Но для нас, как для учёных, на первом месте стоит развитие научно-

исследовательского потенциала, рост фундаментальных и прикладных исследований. Одной из целей объединения трёх академий наук было усиление интеграционных процессов и появление новых, ориентированных в том числе и на практику, результатов.

«В сложной для России, да и для всего мира, ситуации финансового кризиса, научно-технических и политических вызовов учёные должны делать своё дело. Развивать фундаментальные исследования, искать пути интеграции, способствовать росту прикладных исследований. Реализуемая нами модель федерального исследовательского центра отвечает всем этим требованиям. Вместе мы сделаем науку в Сибири, России и мире сильнее», – считает Василий Шабанов, академик РАН, председатель КНЦ СО РАН.

15 октября 2017 года в Сочи после окончания церемонии открытия XIX Всемирного фестиваля молодёжи и студентов, Владимир Путин встретился как с российскими участниками фестиваля, так и со студентами и молодыми специалистами из Индии, Индонезии, Зимбабве, Малайзии, США, Франции и Ямайки. На этой встрече прозвучали такие слова президента РФ: «Я, может быть, скажу жёсткие вещи, но тем не менее. Россия заинтересована в возвращении тех, кто реально состоялся и реально здесь может эффективно работать. Не всех подряд. Хотя с точки зрения гражданской составляющей мы заинтересованы, чтобы все наши граждане приехали, но с точки зрения развития науки для российской науки нужны те, которые могут её двигать вперёд». Анатолий Верник, главный научный сотрудник Санкт-Петербургского филиала Математического института РАН, считает, что уровень высказываний президента на фестивале о «возвращении тех, кто реально состоялся» свидетельствует о непонимании им глубины этой проблемы или, скорее, о нежелании говорить о ней серьёзно. Эти чисто фестивальные призывы, во-первых, ничем не подкреплены и, во-вторых, опоздали лет на 25. Уже поздно.

Ирина Дёжина, руководитель группы по научной и промышленной политике в Сколтехе, ведущий научный сотрудник Института экономической политики им. Е. Т. Гайдара, эту проблему видит иначе: «Слова сказаны совершенно верные – хорошо было бы, чтобы возвращались не все подряд, а люди перспективные с точки зрения развития российской науки. И высказывание это, я думаю, появилось не на пустом месте: те, кто профессионально занимается темой «утечки мозгов», циркуляции кадров, знают о феномене «отрицательного отбора». Не всегда возвращаются лучшие, чаще – если что-то не сложилось с работой за рубежом, либо наступил пенсионный возраст (актуально для работающих в Западной Европе), либо есть личные (семейные) мотивы к возвращению. Безусловно, есть примеры возвращения успешных учёных, но их все-таки пока не большинство. Да и в целом полностью вернулось, то есть постоянно живёт в России, считанное число учёных, а большинство приезжает работать по временным контрактам. Ещё более «мягкая» форма работы в России – это мегаягранты, когда требуется присутствовать в России всего четыре месяца в год. Так что главные проблемы – это как идентифицировать тех, кого хотелось бы вернуть, что им предложить и как это обеспечить на долгосрочную перспективу».

Екатерина Америк, профессор университета Орсе (Paris-Sud, Париж, Франция), научный сотрудник лаборатории алгебраической геометрии ВШЭ, отмечает, в частности: «Вообще, казалось бы, почти любая страна в почти любом виде была бы заинтересована: ничего плохого в возвращении учёных нет, а успешных тем более. Если говорить про сегодняшние российские власти, то это, действительно, не всегда очевидно, такое впечатление, что часть правящей верхушки заинтересована в развитии науки, часть – нет, и левая рука не всегда знает, что делает правая. Мегаягранты, например, очень хорошее дело, по крайней мере, в математике они сыграли огромную роль: появилась Лаборатория алгебраической геометрии в Москве и Лабо-

ратория Чебышева в Питере. С первой тесно связан успех матфака ВШЭ, у лаборатории Чебышева, насколько я понимаю, в последние годы появился свой образовательный проект. В то же время имеем разные непонятные истории, как, например, с Европейским университетом в Санкт-Петербурге, да и общая обстановка и риторика в стране за последние годы сильно изменились не в лучшую для международного научного сотрудничества сторону. Наконец, о возвращении учёных трудно говорить всерьёз, если и те, кто на месте, не могут работать в нормальных условиях. Но, наверное, это уже скорее относится к ответу на второй вопрос. Согласятся ли успешные учёные вернуться? Большая часть, думаю – нет. Людей вообще трудно уговорить приехать в Россию: погода плохая, жизнь непредсказуемая. Я пять лет проработала на математическом факультете ВШЭ. Там с недавних пор действует система набора международных постдоков и сотрудников, и особо жёсткой конкуренции за эти места я не замечала, несмотря на очень хорошие условия. Наоборот, зачастую трудно найти достойных кандидатов. Вернуться могут те, у кого есть личные причины жить в России: какие-нибудь семейные обстоятельства, и ещё те, кто ищет хороших и мотивированных студентов. Лично для меня было очень важно, что уровень мотивации у многих студентов матфака оказался сильно выше, чем то, к чему я привыкла во Франции. Семинар нашей лаборатории тоже держался во многом на студентах. Столь благодарную аудиторию редко найдёшь. Но даже для тех, у кого есть особые причины жить в России, всё упирается в неуверенность в завтрашнем дне. Любые проекты фундаментальной науки долгосрочны, а финансирование в России почти целиком грантовое. Грант даёт на два-три года, и даже продлеваемый в принципе грант могут не продлить без видимых причин. Нашей группе, например, не продлили. При этом зачастую по грантам требуется отчётность с довольно замысловатыми правилами: например, по одному гранту нельзя отчитываться статьями, в которых упоминается другой. Я, честно говоря,

в конце концов сама запуталась, какую статью в какой отчёт надо было вписать, и кое-какие последствия – не то чтобы очень серьёзные, но неприятно, когда на пустом месте упрекают в недобросовестности – не заставили себя ждать», – делится опытом работы в России Екатерина Америк.

Андрей Калиничев, профессор Высшего национального института горных наук и телекоммуникаций (Нант, Франция), главный научный сотрудник Международной лаборатории суперкомпьютерного атомистического моделирования и многомасштабного анализа НИУ ВШЭ: «Я, может быть, скажу жёсткие вещи, но тем не менее. Россия, мне кажется, вообще заинтересована в том, чтобы на любые руководящие должности в стране попадали только те, кто реально состоялся и реально может эффективно работать. Это в равной степени относится и к руководителям научных групп, и к руководителям институтов или больших научных проектов, и, между прочим, к руководителям страны, включая и президента. Причём механизм, обеспечивающий поиск и продвижение таких людей, везде один и тот же – это открытый конкурсный отбор, свободная конкуренция между публично обсуждаемыми программами претендентов и честные конкурентные выборы. При всех своих организационных недостатках Российская академия наук недавно как раз продемонстрировала эффективность такого механизма при выборах нового президента РАН. В какой-то степени этот же механизм реализован в программе мегагрантов и грантов РНФ. В этих программах очень важно и правильно, что они не нацелены прямо на «возвращение состоявшихся учёных», а только на отбор наиболее конкурентоспособных научных программ, многие из которых предлагаются состоявшимися российскими учёными как раз не обязательно из-за рубежа. Тем не менее именно в результате таких конкурсов заметно возросло количество сильных зарубежных учёных, возвращающихся в Россию хотя бы и на короткие сроки, хотя бы и не на постоянной основе. Мне кажется, что построение в Рос-

сии подобных механизмов отбора на всех уровнях как научной, так и общественно-гражданской иерархии и обеспечение их надёжной работы – единственный и при этом наиболее прямой путь к тому, чтобы благие пожелания президента страны воплотились в реальность».

Сергей Нечаев, ведущий научный сотрудник ФИАН, директор российско-французского Междисциплинарного научного центра Понселе, размышляет: «Я поймал себя на мысли о том, что к Интернету за утренним кофе я отношусь с азартом игрока в казино: ещё не открыв страницу, я делаю ставку на то, что за ночь родился и оформился очередной маразм в хитросплетениях российской действительности, и день не пройдёт скучно. Как правило, я выигрываю... Новость про Мединского меня просто добила. Я-то думал, что меня добила недавняя новость про Собчак, а перед этим – дело Серебренникова, а перед этим – страсти по «Матильде» ... но нет, по-видимому, степень остолбенения так же неисчерпаема, как атом. Как-то на этом фоне вопрос, уезжать ли, возвращаться ли, кажется абсолютно ортогональным пространству, где разворачиваются такие драматические события. В Россию могут вернуться сто, тысяча прекрасных специалистов, но вы откроете утром страницу Интернета и прочитаете, что на канале «РЕН-ТВ» будет показан научно-популярный фильм, в котором высказывается гипотеза, что Земля плоская (это не шутка – именно так недавно и было). Мне кажется, что после этого приехавшие научные миссионеры могут спокойно собрать чемоданы и уехать, прихватив с собой учеников, с тем чтобы всем вместе вернуться, когда эпидемия пойдёт на спад. В Россию действительно возвращаются (я не говорю сейчас о приезжающих иностранцах). Следует различать людей разных возрастных категорий. Активная научная молодёжь практически не возвращается. Среди людей среднего поколения возвращаются в первую очередь специалисты, работающие на западные или серьёзные российские компании, абсолютно нейтральные политически и, по сути, только физически (но не ментально)

находящиеся в России. Также возвращаются идеалисты и проходимцы. Возвращаются, в силу необходимости, и те, у кого старые родители. Среди старшего поколения возвращаются те, кто хочет ближе к пенсии жить в привычной языковой среде и в достаточно насыщенной культурной атмосфере. При этом у большинства вернувшихся есть либо вид на жительство, либо паспорт другой страны, что является своего рода страховкой. Короче, каждый оценивает возможные риски и делает индивидуальный выбор для себя самого, и лишь идеалисты (и циники, прикидывающиеся идеалистами) пытаются распространить свой опыт на окружающих. Научная молодёжь из России уезжает, и это единственно возможный способ оказаться «в нужное время в нужном месте». Уезжают не просто так, а, как правило, в магистратуру, аспирантуру или (меньше) постдоками. Есть, конечно, самодостаточные яркие молодые исследователи, которые могут пробиться, где угодно, но в большинстве случаев, для того чтобы научный талант кристаллизовался, молодому человеку необходимо быть внутри питательного бульона, в котором есть критическая масса ярких учёных. В России единицы таких учёных есть, а критической массы нет. И после заседания ВАК по диссертации Мединского вряд ли стоит ожидать появления такой критической массы в ближайшем будущем, потому что наука лишь тогда начинает дышать без искусственной вентиляции лёгких, когда она пронизывает весь социальный организм, а не живёт в скин-слое», – заканчивает Сергей Нечаев.

Несомненно, построение национальной инновационной системы России – это долгий путь, который составляет в среднем четверть века. И этот путь нам предстоит пройти. Впереди неизбежные институциональные преобразования, коррекция бюджетной и финансовой политики, организация взаимодействия с имеющимися инновационными кластерами и формирование новых. И на этом пути нам предстоит ещё одну беду победить, про которую много судачат промеж собой, но мало кто решается помянуть её прилюд-

но. Имя этой беды – «дебилизация общества». Вот что по этому поводу говорит доктор физико-математических наук Игорь Гарин.

«Когда процесс дебилизации заходит слишком далеко, часто не остаётся критического меньшинства, способного спасти страну. Около 50 лет тому назад, начав систематически изучать историю российского государства, я задался вопросом: почему в самой богатой ресурсами и территориями стране народ всегда нищенствовал и страдал? Перебирая всевозможные ответы, я пришёл к выводу, что в иерархии причин перманентного исторического отставания России на первое место можно поставить феномен, который я окрестил противоестественным отбором (длительная отрицательная селекция или генетическая катастрофа).

Если основанный на конкуренции естественный отбор способствует эволюции, отбору наиболее приспособленных и жизнеспособных особей, то противоестественный отбор, присущий лишь негативным видам человеческих сообществ, ведёт эти сообщества к деградации и брейкдауну. Связано это с тем, что в таких сообществах самые высокие позиции в государстве занимают не достойнейшие и умнейшие, а наихудшие и бесталаннейшие, аморальные и циничные. Гибель многих государств и исчезновение древних народов связано с ошибочными ответами элиты на вызовы истории по причине кооптации в эти элиты ничтожеств, отбираемых по принципам противоестественного отбора, главные из которых – подавление и уничтожение властью лучших и достойных. Приведу наглядный пример.

Инквизиторы, где бы они не действовали, всегда уничтожали лучших и независимых. Ибо сама природа инквизиции такова, что она ориентирована на борьбу с инакомыслием: еретики должны быть уничтожены не потому, что виновны, а потому, что способны думать собственными мозгами. По принципам противоестественного отбора кооптировались российские царедворцы, высшие чиновни-

ки, прокуроры, судьи, вся без исключения совковая номенклатура, депутатский корпус, высший клир, бомонд, безмозглые идеологи, продажные радио- и телеобманщики кремлёвского пула.

Параллельно шёл процесс культивации дурака. Братья Стругацкие по этому поводу писали: «Дурака лелеют, дурака заботливо возвращают, дурака удобряют, и не видно этому конца... Дурак стал нормой, ещё немного – и дурак станет идеалом, и доктора философии заведут вокруг него восторженные хороводы. А газеты водят хороводы уже сейчас. Ах, какой ты у нас славный, дурак! Ах, какой ты бодрый и здоровый, дурак! Ах, какой ты оптимистичный, дурак, и какой ты, дурак, умный, какое у тебя тонкое чувство юмора, и как ты ловко решаешь кроссворды! Ты, главное, только не волнуйся, дурак, всё так хорошо, всё так отлично, и наука к твоим услугам, дурак, и литература, чтобы тебе было весело, дурак, и ни о чем не надо думать... а всяких там вредно влияющих хулиганов и скептиков мы с тобой, дурак, разнесём (с тобой, да не разнести!)».

Далее Игорь Гарин замечает, что после уничтожения российского священства большевиками высший клир уже мало отличался от гебистских жлобов-недоумков и кооптировался из бывших СМЕРШевцев и заградотрядовцев, что прекрасно иллюстрирует личность патриарха всея Руси Кирилла Гундяева, стяжавшего земные богатства безакцизной торговлей алкоголя и сигарет, приведшего в церкви ростовщиков и арендаторов, а, главное, верой и правдой служащего бандитам при власти. Объяснение патриарха, что простить долг своему соседу было бы некорректным – это вообще шедевр! Как будто не существует Христовой заповеди прощать должникам и обидчикам не до семи, а до седмиды семидесяти раз! Без принципа противоестественного отбора такому проходимцу невозможно было стать предстоятелем Русской православной церкви. Что до продажных журналистов, то, оказывается, что многих нынешних веб-троллей готовило специальное учебное заве-

дение – «литературный институт» при КГБ. Об этом мне поведала аспирантка, муж которой был таким «журналистом в штатском». А инакомыслящим места в этом корпусе не находилось. Так что вполне понятно, почему список убитых российских журналистов, начиная с 1991 года, насчитывает 320 человек, из них 205 – в период правления Путина.

Противоестественный или негативный отбор в России шёл сразу по многим каналам и на генетическом уровне:

- постреволюционное изгнание интеллигенции;
- уничтожение Сталиным трудового крестьянства, остатков интеллигенции и верхушки армии;
- государственный терроризм, или уничтожение карательными органами государства всех способных к самостоятельному мышлению;
- создание совковой номенклатуры, в которую кооптировали самых пакостных, беспринципных и служивых;
- массовая и перманентная утечка мозгов;
- путинская социальная селекция, ориентированная на шариковизацию общества.

Главным теоретиком, обосновавшим необходимость противоестественного отбора, а точнее, нового класса (номенклатуры) был Ленин. Вначале он потребовал создания «военной организации агентов», затем обосновал необходимость «внутренней» и «внешней» партии – гвардии революции и партии «ленинского типа» и, наконец, предписал обеспечивать её «по высшему разряду». Главным инструментом противоестественного отбора в СССР стал «боевой отряд» коммунистической партии, то есть чекистская охранка. Чекистами, их помощниками-сексотами, доносчиками в стране была значительная часть населения. Сергей Довлатов писал по этому поводу: «Мы без конца ругаем товарища Сталина, и, разумеется, за дело. И все же я хочу спросить – кто написал четыре миллиона доносов?» Скажем, в режимном институте, где я проработал всю жизнь, «стучал» чуть ли не каждый четвёртый. Не-

удивителен поэтому тот кадровый отбор, который сохранился до наших дней уже в свободной Украине.

В результате долго культивируемого противоестественного отбора совковая номенклатура стала не только классом-паразитом, но классом-гонителем, классом-разрушителем, классом-палачом, классом-преступником. Отыскивая место классу «промежуточных людей» в истории, Милован Джилас, а затем Михаил Восленский пришли к выводу, что на самом деле реальный социализм – это феодальный «социализм» и что совковый социализм не следует за эпохой капитализма, а предшествует ей. Член политбюро КПСС Александр Яковлев, хорошо знавший как работает совковая номенклатура, объяснил, что проход наверх – это горлышко бутылки, сплошь покрытое известью, полностью кальцинизированное, и практически никому нельзя туда пробиться. И люди, которые контролируют эту верхушку бутылки, где принимаются решения, делают всё, чтобы туда чужаков не пропустить. Как и фашизм, реальный социализм – это бандократия, совершенно новый вид государственного устройства, когда к власти приходит активная и меркантильная банда фанатиков и убийц, которая правит страной по первобытно-племенным или уголовным принципам «паханства». Со временем бандократия сверху сливается с бандами снизу, образуя государство-монстр, построенное по законам зоны. Всё это наглядно видно в недавно вышедшем фильме Валерия Балааяна «Who is Mr. Putin».

Истребление лучших людей страны палачами ЧК-НКВД-КГБ в СССР было поставлено на индустриальную основу: каратели перебили весь цвет интеллигенции, тщательно выискивали и уничтожали всех мало-мальски выделявшихся умом и совестью людей из трудового народа, обезглавили сам советский аппарат. За злодеяния получали награды, чины, премии, заваливая страну горами залитых кровью трупов... Результат кооптации «кухаркиных детей» в номенклатуру и силовые структуры налицо: статистически все население СССР жило ниже американской черты

бедности. Пособие по безработице в ФРГ было на 60% больше средней зарплаты советского рабочего, а туалетную бумагу приходилось возить из Москвы.

Теперь об изгнании страной своих лучших граждан и об утечке умов. Много путешествуя по миру, я побывал не только в Сен-Женевьев-де-Буа под Парижем, но на многих других русских кладбищах разных континентов, и у меня всегда комок подступал к горлу, когда мы с женой шли вдоль бесконечных рядов могил выдающихся россиян: великих учёных, инженеров, писателей, художников, артистов. Как сегодня выясняется, 60 миллионов русскоговорящих расселились по всему миру и умножают богатства самых передовых держав, от Кремниевой долины в США до технополисов стран, определяющих экономический прогресс. Академик Людвиг Фаддеев, директор Математического института им. В.А. Стеклова, в одном из номеров журнала «В мире науки» писал: «В нашем институте было 110 сотрудников, из них 70 докторов, 40 уехало». То есть эмигрировало больше половины учёных высочайшей квалификации... Они не просто уехали, они изменили лицо науки наук — зарубежной математики... Ректор МГУ Виктор Садовничий сообщил, что за десять последних лет из России в США уехали 16 тысяч докторов наук.

Потери страны от «утечки мозгов» и оттока ноу-хау уже давно превысили триллионы рублей. Российский экономист Леонид Григорьев заявил, что «за последние десять лет из России уехали два миллиона демократов», а Александр Щетинин назвал утечку умов «бегством из империи зомбящика». Автор статьи «Повальное бегство россиян из России» пишет: «Мы превратились в страну третьего мира с точки зрения инфраструктуры и безопасности. У нас нет нормальных школ, больниц и университетов. Любое соприкосновение с государством требует денег, нервов и бумаг, и все больше и больше. Буквально любая часть свободного жизненного пространства заполняется бюрократическими инструкциями, как в запертой комнате кислород вытесняется углекислым газом. И вот когда лю-

ди, которые устроили России кирдык, объясняют нам, в чем проблема, они говорят: «Это потому, что вокруг враги». В ЖЖ появилось даже сообщество «Пора валить». Здесь дают полезные советы будущим эмигрантам, а сами поравалитики – так теперь зовут потенциальных беглецов – объясняют, почему хотят уехать из этой «Нигерии в снегах» и почему остальные должны срочно готовиться делать то же самое. Здесь есть даже посты про комфортные тюрьмы в Скандинавии.

Массовая эмиграция именитых: Перельман, Абрикосов, Сонин, Дзялошинский, Каганов, Линде, Муханов, Мильнер, Варшавский, Гельман, Чичваркин, Гейм, Новоселов, Илларионов, Зимин, Дубов, Левчин, Кум, Невзлин, Гуриев, Каспаров, Кох, Кашин, Алексашенко, Дуров, Бершидский, Кацнельсон, Серебряков, Манский, Шереметьев, Носырев, Ашурков, Акунин, Мальгин, Носик, Троицкий, Пономарев, Муждабаев, Дзядко, Мария Гайдар, Ольга Куриленко, Екатерина Журавская, Галина Тимченко, Светлана Мартынчик – индикатор социальной деградации: чем ошутимее крушение, тем больше поток бегущих, не желающих жить с гонителями, травителями и разрушителями. Эмигрируют, ибо понимают, что в России им жить сегодня некомфортно, а завтра будет опасно. Скорее даже не вынужденная эмиграция, а эвакуация или даже бегство. И самое важное: чем больше талантливых людей убегает от травли и засилья идиотии, тем меньше шансов у страны стать нормальной, то есть тем ускоренней деградация. Чтобы окончательно восторжествовали шариковы, необходима власть серости и ничтожности, множащая темноту.

Что в таких условиях остаётся, кроме усиления темпов зомбирования и нагнетания страха? Вот и получается грандиозный евразийский Уралвагонзавод... Так что воистину «несчастлива та страна, где граждане только и смотрят, как бы улизнуть за её пределы». Когда противоестественный отбор продолжается слишком долго, то происходит поголовная дебилизация как низов, так и верхов: отсюда 90% поддержки народонаселением новых гитлеров и ста-

линых при власти, дегенеративные инициативы и законы дум и рад, настоящий триумф быдла. Любое сообщество эволюционирует благодаря думающему и творящему меньшинству, но когда процесс дебилизации заходит слишком далеко, то часто не остаётся этого критического меньшинства, которое способно спасти страну. И вот тогда-то и наступает брейкдаун, страна и народ улетают в историческую пропасть.

Как Россия дошла до такой жизни? Попробуем рассмотреть состояние науки и образования в России. В 1960-1970-е годы наука в СССР была более-менее сплошной, т.е. по крайней мере в области точных наук развивалось большинство существовавших в мире научных направлений. Около 30-40 лет назад в СССР/России это качество профессиональной научной среды было утеряно. Сейчас на современном уровне работают некоторые научные группы/лаборатории в сфере фундаментальной науки (в основном в институтах РАН и нескольких классических университетах) и возникшие в постсоветский период сильные группы в исследовательских центрах отдельных компаний. Очень значительная часть сотрудников научных учреждений либо производит рутинную продукцию в форме статей, не влияющих на дальнейшее развитие каких-либо научных направлений, либо просто имитирует деятельность. Соответственно, в технологической сфере практически некому решать научно-прикладные задачи, а в сфере высшего образования растёт разрыв между передаваемыми знаниями и знаниями, необходимыми для работы в современном исследовательском секторе.

Непоследовательные и непрофессионально реализованные псевдореформы в сфере науки и образования в течение 25 лет лишь усилили имитацию деятельности в государственных научных учреждениях. В высшем образовании из-за «реформ» ведущая роль перешла от действующих учёных к чудовищно разросшейся бюрократии. Основным методом распределения значительной части средств на науку и образование по факту стал админи-

стративный сговор, и растёт уже второе поколение научных работников, не представляющих, что дело может обстоять иначе. В последние годы к руководству научными учреждениями приходит первое такое поколение. Оно проникает и в разнообразные «научные советы» при власти, в которых наряду с действительно авторитетными учёными заседает немало научных администраторов.

Механизмы, которые в течении десятилетий составляли основу внутреннего саморегулирования науки в развитых странах, в России уже фактически не работают. Замкнутый цикл имитации и вранья включает разветвлённую сеть институтов: национальные журналы, зачастую не рецензируемые; Высшую аттестационную комиссию (ВАК), не выполняющую своих экспертных функций; внутрirosсийскую базу публикаций РИНЦ с не отвечающими реальности данными; подобные конструкции регионального масштаба. Карьерное и материальное положение руководителей крупнейших вузов и научных институтов никоим образом не связано с реальными успехами возглавляемых ими организаций.

Период быстрого разрушения российской научной среды совпал с периодом существенных и отчасти неблагоприятных изменений в общемировом устройстве науки. Исследовательская профессия стала массовой, а скорость коммуникаций резко увеличилась (лавинообразно растёт число научных изданий и число публикаций, соответственно снижается их качество). Поэтому имитация в научной сфере является международным феноменом, пусть и проявляющимся в разных странах в разной степени. Российская специфика всё ещё определяется, кроме прочего, наследием эпохи «закрытой науки», предоставлявшей благоприятные условия для профессиональной бесконтрольности и имитации как минимум с 1970-х годов.

Вышеприведённый анализ, выполненный учёными Михаилом Гельфандом, Михаилом Фейгельманом, Галиной Цирлиной и Борисом Штерном, позволил им предложить

следующие первоочередные действия, в частности, минимизацию вреда от неадекватного администрирования:

1. Создать общероссийский список научных организаций, ведущих фундаментальные исследования на (а) достойном или (б) приемлемом уровне, а также уникальных организаций, поддерживающих научные исследования (библиотеки, архивы, музеи, научные коллекции, гео- и биостанции).

2. Составить список научно-технических, медицинских и сельскохозяйственных организаций, требующих ведомственного финансирования.

3. Провести ревизию функций и структуры Минобрнауки и подведомственных ему органов, а также ФАНО.

4. Сделать анализ фактических результатов работы классических университетов с обязательным делением по факультетам (карьеры выпускников последних десяти лет, научные достижения).

5. Проанализировать фактические результаты работы отраслевых вузов (сферы работы выпускников последних десяти лет, участие в НИОКР).

Далее предлагается провести:

1. Отмену финансирования «приоритетных направлений развития науки и техники», ввиду крайне субъективного способа формулировки и отбора этих «направлений» и отсутствия механизма контроля за результатами проводимых работ.

2. Отмену всех мероприятий по «реструктуризации» в отношении научных организаций, не прошедших процедуру оценки характера и качества их работы по профессиональным критериям.

3. Отмену существующего ныне порядка сбора «сведений о деятельности научных организаций» для Минобрнауки и тому подобных ведомств, ввиду бессмысленности набора этих сведений, которые в лучшем случае просто не используются, а в худшем используются для обоснования неадекватной «реструктуризации».

4. Ликвидацию Рособнадзора как организации, не имеющей шансов на реформирование.

5. Ликвидацию диссертационных советов, наиболее отличившихся в производстве фальшивых диссертаций, запрет их руководителям занимать впредь управленческие должности.

6. Отмену всех репрессивных мер в отношении специалистов, поражённых в правах за «передачу технологий за рубеж», прекращение деятельности любых спецслужб и «первых отделов» в научно-технических организациях гражданского назначения.

В результате выполнения вышеприведённых предложений ожидаются следующие результаты:

1. Формирование профессиональной системы научного анализа и экспертизы.

2. Формирование групп авторитетных профильных специалистов для участия в анализе состояния дел в разных направлениях фундаментальной и отраслевой науки, а также временного органа, координирующего работу этих групп, на условии представительства каждой группы.

3. Разработка среднесрочной программы восстановления науки и образования.

4. Появление оптимизма у действующих научных сотрудников и большой обеспокоенности значительной части «научных управленцев», не представляющих себе работы иначе как в системе имитации деятельности.

В российском научном сообществе в последние 10-15 лет возникали различные внесударственные инициативы, связанные с организацией аналитической и экспертной работы. В рамках этих инициатив накоплена и систематизирована разнообразная информация, разработан ряд дееспособных регламентов, сформулированы подробные и обоснованные предложения о конкретных организационных решениях. «Все эти разработки могут быть представлены вменяемым политикам и экономистам, заинтересованным в развитии науки и образования как важнейшей части развития государства», – заканчивают свои рас-

суждения учёные Михаил Гельфанд, Михаил Фейгельман, Галина Цирлина и Борис Штерн.

Одним из реальных путей развития российской науки является широкая возможность привлечения научной диаспоры, что делает, например, Китай. В 2010 году прошла первая конференция «Научная диаспора и будущее российской науки» российских учёных, работающих за рубежом. Учёные обсуждали, как вернуть России статус научной мировой державы, ругали систему управления наукой, искали минусы в том, как распределяются гранты. Спустя несколько лет мало что изменилось. Недавно на форуме «Наука будущего – наука молодых» представители российской научной диаспоры вновь встретились с властью и рассказали, что их волнует. Темы обсуждений все те же: мегагранты забюрократизированы, диалога между властью и учёными нет, талантливые исследователи уезжают из страны и не возвращаются, реактивы приходится возить в чемоданах.

Так что же печалит ведущих российских учёных и как им можно помочь? По мнению большинства учёных и многих чиновников – главная боль российской науки в том, что наша страна раздаривает выращенных учёных всему миру. «В глобальном рейтинге возвращения талантов Россия находится в шестом десятке стран, выступая в роли донора человеческого капитала для мировой науки», – рассказывает научный сотрудник Центра теоретической физики имени Рудольфа Пайерлса физического факультета Оксфордского университета Андрей Старинец. По разным оценкам, из России уехали от 100 до 800 тысяч учёных.

«Вместе с этими учёными Россию (это обычная арифметика) покинули, вероятно, триллионы долларов, потраченные на их образование: детсадовское, школьное, профессиональное. Мы потеряли не только человеческий капитал, но и абсолютно реальный капитал, вложенный в этих людей», – добавляет профессор Сколтеха, заведующий лабораторией компьютерного дизайна материалов МФТИ Артём Оганов.

В России нет сайта, на котором иностранные и российские учёные, работающие за рубежом, могли бы найти предложения о работе. Более того, страна не представлена и на ведущих мировых сайтах и порталах, где учёные со всего мира ищут вакансии.

«Самые авторитетные источники информации об открывающихся позициях – это раздел Jobs в журналах Nature и Science. Загляните туда ради интереса, и вы увидите, что процентов 60-70 всех открытых вакансий – это США, оставшиеся позиции делят между собой все больше и больше Китай, все меньше и меньше Европа, время от времени Япония и Корея и – отрезвляющий для нас факт – Казахстан», – рассказывает Артём Оганов.

Такого же мнения придерживается и Андрей Старинец. «Осень – это стандартный академический цикл найма этих людей (постдоков, профессоров и других) в разных странах мира. Есть один сайт, где все эти позиции публикуются, и все люди, которые хотят эти позиции занять, смотрят только туда. На этом сайте в моей области Россия не представлена», – рассказывает Андрей Старинец.

Даже если в России и появятся сайты с вакансиями, полезное дело может испортить исполнение. Зарубежных учёных отпугнут канцеляриты из «федеральных государственных бюджетных организаций», переведённые калькой на английский язык. «Вы представьте себе казённый «замечательный язык», там какие-то ФЦП, ФГБУ... Это все переводится на английский дословно. Представьте себе, что будет делать, например, постдок из Аргентины. Он на это посмотрит в ужасе и дальше читать не будет», – поясняет Андрей Старинец.

Хотя, стоит все ж таки заметить, что в России есть сайты, на которых учёные могут найти вакансии, но их посещаемость достаточно низка. «Есть какие-то сайты, но их никто не читает... В моей области биологии нет ничего, из Китая – пожалуйста, из Кореи – пожалуйста, из Японии – пожалуйста. Везде все доступно, а Россия как чёрная ды-

ра», – отмечает профессор нейробиологии в Университете штата Флорида Леонид Мороз.

На этот счёт достаточно жёсткое мнение у Артёма Оганова. По его словам, главная задача в том, чтобы вернуть в Россию именно талантливых учёных. «Не нужно возвращать всех, оставьте Западу неудачников, – предлагает Артём Оганов. – Верните лучших, верните самых талантливых, не только звёзд и суперзвёзд, верните также молодых. Есть масса молодых, талантливейших ребят, которым на Западе не светит ровным счётом ничего». В Китае и Японии, по мнению профессор Сколтеха, среднестатистический человек работать не сможет, в США при приёме на работу преимущественно пользуются женщины и афроамериканцы, и виной тому политкорректность. И этих людей надо тоже вернуть в Россию.

Артём Оганов считает, что привлечение учёных, работающих за границей, поможет и Российской академии наук. «Мы все плачем о том, что мы не знаем, что делать с РАН. Что делать? Вводить туда лучших учёных. Привлеките лучших учёных с Запада, привлечите лучших учёных из России», – предлагает профессор Оганов.

Учёных, которые хотели бы вернуться в Россию, сегодня достаточно много. «Есть целый класс, это постдоки, которые окончили аспирантуру и работают постдоками. Им нужно искать постоянные позиции. Ситуация очень трудная за рубежом, и найти постоянную позицию трудно. Ребята с интересом смотрят на то, что происходит в России и какие есть возможности. К сожалению, никакой информации, где и как можно устроиться, толком нет. Сайта, на котором бы писалось, что открываются позиции для молодых профессоров, доцентов и так далее, нет», – считает директор центра нанотехнологий университета Ecole Polytechnique Вячеслав Сафаров.

Чтобы привлекать учёных необходимо создать им такие условия, в которых их академическая карьера будет предсказуема, считает научный сотрудник Детского госпиталя Бостона Николай Васильев «Для привлечения как моло-

дых, так и более зрелых учёных очень важна предсказуемость. Когда молодой человек, который только что закончил постдока и нанимается на первую позицию, должен понимать, что у него есть абсолютно чёткая и понятная программа работы на ближайшие минимум три года», – поясняет Николай Васильев.

Дополнительные сложности для учёных создаёт то, что в России невозможно быстро и недорого заказать, например, необходимые реактивы или оборудование. По словам Леонида Мороза, в России отсутствует динамика инфраструктуры. «То, что я могу решить во Флориде за один день, здесь делается месяцами, – сетует он. – Я никогда не думал, какие есть окопы тендера и посредников, даже когда это касается специального оборудования и специальных задач. То, что я могу сделать за тысячу долларов, здесь превращается в два раза дороже в лучшем случае, если всех знаешь, в реальном случае – в восемь раз. В плане мегагранта, к примеру, можно выбросить на ветер, сжечь до 80%», – недоумевает учёный.

Леонид Мороз предлагает разрешить научным сотрудникам заказывать уникальные материалы напрямую. Из-за того, что заказывать реактивы и необходимые материалы долго, учёные вынуждены самостоятельно привозить их в Россию, рассказывает профессор Школы инженерии и наук о материалах Лондонского университета королевы Марии Глеб Сухоруков. «Я каждый раз контрабандистом себя чувствую, каждую поездку», – делится он.

Многие учёные согласны с тем, что появление мегагрантов стало серьёзным стимулом для развития российской науки и привлечения иностранных учёных. Каплей дёгтя здесь оказалась зашкаливающая в сравнении с зарубежными грантами отчётность, и то, что по завершении гранта лаборатории остаются без поддержки. «Для меня загадочно: вы даёте мегагранты, огромные деньги, создаются высококлассные лаборатории, через 3-5 лет мегагрант кончается, лаборатория умирает. Простите за мой французский, на хрена это все делать, если потом закрывается?»,

– недоумевают Артём Оганов. «Я бы очень хотел увидеть тот день, когда к мегагрантнику в конце его мегагранта приходит человек из Министерства и говорит: «Слушай, друг, ты создал классную лабораторию, ты нам нужен. Давай обсудим условия, на которых ты навсегда останешься в России». Такого не происходит», – отмечает профессор Оганов.

«Мегагрант кончился, и потом мы были брошены в чистое поле, никакой поддержки на продолжение созданных лабораторий нет», – делится заведующий лабораторией криогенной наноэлектроники Нижегородского государственного технического университета имени Р.Е. Алексеева Леонид Кузьмин. Среди других мнений интересно отметить слова профессора Александра Забутого (Израиль), который считает, что в России более 50% мегагранта идёт на откаты.

«Мегагранты ужасно забюрократизировались. Стало гораздо сложнее подавать заявки, а ведь мы хотим буквально считанное количество талантливых людей, звёзд перевозить назад. Надо, конечно, адресно их просто звать, чтобы они ничего не делали, чтобы к ним приходили», – считает заведующий лабораторией оптики спина имени И.Н. Уральцева СПбГУ Алексей Кавокин.

Основная печаль российских учёных, живущих или работающих за рубежом, состоит в том, что они недостаточно активно участвуют в государственной научной политике. Так, Андрей Старинец предлагает создать специальный орган, который будет курировать работу научной диаспоры и решать рутинные вопросы, с которыми необязательно обращаться в министерство. Владимир Шильцев, директор центра ускорительной физики Национальной лаборатории имени Э. Ферми, предлагает включить представителей диаспоры в советы по областям научно-технологического развития. «Надо предусмотреть с самого начала, чтобы люди, понимающие, например, в биохимии, биомедицинской технике и направлениях, люди диаспоры имели там представительство», – отмечает Владимир Шильцев.

Касательно системы оценки работы вузов, как основных элементов инновационной системы, небезынтересно мнение проректора по научной работе и стратегическому развитию МФТИ Тагира Аушева, который считает, что вузы не должны стремиться только к тому, чтобы улучшать свои позиции в международных рейтингах: «Продвижение в рейтингах – лишь индикатор достигнутых результатов. Физтех выбрал, как и положено вузу такого уровня, более консервативную стратегию, имеющую в своей основе глубинные изменения в вузе, а не просто погоню за рейтингами. Человеческий капитал – это главное, за что идёт борьба в XXI веке. Наша задача быть центром притяжения не только талантливых студентов, но и лучших учёных, инженеров, предпринимателей, всех тех, кто создаёт новые знания, технологии и умеет внедрять их в экономику», – заявил Тагир Аушев.

Эксперты отмечают, что российских университетов в международных рейтингах становится все больше. «Причин тут может быть несколько. Это происходит и за счёт того, что растёт финансирование этих вузов, и сами они отправляют более полные данные. Кроме того, надо учитывать, что за последние годы российские вузы приобрели опыт в конкурентной борьбе за место на рынке образования», – рассказал руководитель центра развития цифровой экономики МГУ, член рабочей группы по созданию Московского международного рейтинга «Три миссии университета» Барасби Карамурзов.

Важную роль играет проект повышения конкурентоспособности ведущих российских университетов «5-100», считает региональный директор QS по Восточной Европе и Центральной Азии Зоя Зайцева. «Рост количества и качества представительства российских университетов в предметных рейтингах QS отчасти является результатом проекта «5-100». 59 новых номинаций среди 28 университетов, включая впервые вошедшие в публикуемые таблицы МИСиС, ИТМО, РЭШ и прочие вузы, подтверждает, что проект даёт эффект не только для участников, но и всех

вузов страны. Особенно приятно то, что такой рост является для многих органичным, а не искусственно накрученным», – отметила региональный директор QS по Восточной Европе и Центральной Азии.

Такого же мнения придерживается и и.о. директора ФГАНУ «Социоцентр» (Проект «5-100») Надежда Полихина. «Если в прошлом году в рейтинги входило девять университетов проекта, а в топ-100 присутствовало только два вуза в единственной категории «Физика и астрономия», то в этом году вузы-участники проекта «5-100» совершили настоящий скачок: 15 вузов в рейтинге, сразу три университета: МИСиС, МФТИ и НГУ – попали в топ-50, ещё два, МИФИ и ВШЭ, вошло в число 100 лучших. В общей сложности университеты-участники проекта присутствуют в топ-100 пяти предметных рейтингов», – рассказала Надежда Полихина.

Предметные рейтинги можно считать одними из наиболее объективных. «Попасть в предметные рейтинги не так просто, поскольку там нет репутационной оценки, которая могла бы отразиться на позиции университета. А если репутационная оценка и присутствует, то её проводит узкий круг экспертов-специалистов по данному направлению. Отмечу, что важно очень осторожно подходить к рейтингам. Наша рабочая группа по созданию международного рейтинга «Три миссии университета» провела анализ, который показал, что репутационные рейтинги достаточно субъективны. Ведущие мировые рейтинги, скажем Times Higher Education или Шанхайский рейтинг, не оценивают влияние университета на общество, а ведь это одна из важнейших функций университета, особенно если он классического типа», – поделился своим мнением Барасби Карамурзов.

«Предметные рейтинги наиболее точно отражают реальные достижения университетов в науке и образовании: они в лучшей степени учитывают качество научных публикаций, и оценка репутации вуза проводится профессионалами, а «не понаслышке», как это случается в так называ-

емых институциональных или сводных рейтингах, где оцениваются вузы в целом», — отметили в пресс-службе Высшей школы экономики.

«Ценность подобных рейтингов по учебным дисциплинам заключается в том, что они позволяют получить более углублённую информацию по сравнению с рейтингами общей направленности. И ещё раз подтверждают, что на уровне конкретных предметов и наук российские вузы занимают достойные позиции среди лучших учебных заведений мира», — отметил начальник исследовательского отдела QS Бен Саутер. «Положение российских вузов в предметном рейтинге QS будет интересно в первую очередь абитуриентам и их родителям, — добавил Барасби Карамурзов. — Предметные рейтинги, безусловно, важны. В первую очередь они нужны родителям и абитуриентам, чтобы ориентироваться при поступлении. Если ребёнок хочет стать биологом, он смотрит, в каких университетах биология, согласно рейтингам, лучше всего преподаётся».

Что касается основополагающей функции вузов — образования, то, как пишет израильский учёный Михаил Козлов, в общественном образовании самых развитых стран сформировалась кризисная ситуация. С одной стороны, количество тех, кто получил высшее образование, резко возросло и составляет значительный процент трудоспособного населения, но с другой стороны качество образования не удовлетворяет общественным потребностям. По многим интеллектуально сложным профессиям наметился дефицит, в котором не просматривается улучшение, а по отношению к ряду стран, он усугубляется из-за выезда за границу наиболее грамотных специалистов. Слабо контролируемая государством система подготовки кадров способствует тому, что получающие образование стремятся идти по пути наименьшего сопротивления и в результате с минимальными материальными и умственными затратами учащиеся получают дипломы, которые оказываются мало востребованными. И как следствие, получаемое современное либерализованное массовое образование в неко-

торой степени является обманом тех, кто и сам был психологически подготовлен к этому. В результате недостатки существующей системы образования бумерангом возвращаются в общество поколением «лишних людей», которые не могут и, зачастую, не хотят искать себе достойное место в обществе.

В 2015 году в Российской академии наук появилось новое звание. К членам-корреспондентам и академикам добавились профессора РАН. Это почётное звание присуждается за научные достижения и участие в жизни Академии. Его присваивают учёным не старше 50 лет и не являющимися членами РАН. Хотя формально их статус ниже, чем у действительных членов Академии, зачастую они участвуют в жизни научного сообщества и работе РАН больше академиков.

30 ноября 2017 года в Доме учёных прошла встреча профессоров РАН с президентом Академии Александром Сергеевым, вице-президентом РАН Алексеем Хохловым, заместителем министра образования и науки Григорием Трубниковым и помощником президента России Андреем Фурсенко. Учёные жаловались на зарплату, просили новые линейки грантов, чиновники от науки рассказали, как жить дальше. Александр Сергеев признался, что два года назад в разгар реформы Академии он считал введение нового звания «профессор РАН» ненужной затеей. «Мне казалось, что добавление профессоров сделает структуру Академии ещё более рыхлой. У нас были институты. Что Академия наук из себя представляет? Две тысячи академиков, 500 человек аппарата. Наоборот, казалось, что надо каким-то образом консолидироваться в структуре Академии науки и не допускать такого дальнейшего размывания», – рассказал он. Но сомнения Сергеева не подтвердились. «Оказалось, что это действительно свежая, молодая кровь, которая в Академию наук влилась. И по ряду направлений видно, что профессора РАН ведут себя даже более активно, чем основная часть наших избранных членов Академии наук», – пояснил президент РАН. Поэто-

му руководство РАН будет поддерживать профессоров, но при этом не увеличивать их состав.

Андрей Фурсенко напомнил профессорам о прошлом собрании и рассказал о том, что в науке наступает переломный момент, что появляются области исследований, например, когнитивистика, в которых гуманитарные исследования смешиваются с естественнонаучными. Григорий Трубников напомнил учёным о главном – «Стратегии научно-технологического развития России» (СНТР), в рамках которой предстоит жить всем научным сотрудникам страны. Сотрудник Института геоэкологии, профессор РАН Пётр Микляев поинтересовался у Трубникова, как СНТР будет работать на практике, ведь именно с практикой обычно возникают проблемы. Так, в майских указах сказано, что зарплата научных сотрудников должна быть вдвое больше средней зарплаты по региону, а на деле люди получают по 15-20 тысяч рублей. «Сейчас заставляют институты, как известно, заниматься приписками, фактически фальсификацией данных и, в общем можно сказать, обманом в государственных масштабах. Я знаю, что некоторые институты отказываются в этом участвовать, но большинство участвует», – заявил Пётр Микляев. Григорий Трубников ответил, что ни об одном факте таких махинаций он не знает. «Я общаюсь со своими коллегами из Отделения физических наук. Действительно, шума много, но пока ни одного такого факта я не видел», – ответил замминистра. Но профессор РАН продолжал: «В моем институте средняя зарплата считается по отчётам 80 тысяч рублей, а сотрудники получают 15-20 тысяч рублей, понимаете? Вот это факт».

Было непонятно, почему за зарплаты научных сотрудников отвечал заместитель министра образования и науки, и на помощь ему пришёл Александр Сергеев. Он напомнил, что эти вопросы относятся к ФАНО. «Он не виноват», – сказал Сергеев, указывая на Трубникова. Впрочем, замминистра все же попробовал ответить: «На следующий год правительство добавило несколько десятков миллиардов

рублей в науку на увеличение зарплаты. Это колоссальные средства, и таких шагов не было, наверное, лет 15», – пояснил он. И все же учёные не могли понять, почему им говорят про какие-то миллиарды, когда у них их нет.

После зарплат перешли к грантам. Один из профессоров РАН предложил создать линейку грантов для учёных в возрасте от 40 до 55 лет. Так, для молодых учёных предусмотрены гранты, а для других возрастов – нет. «Перешагивать этот барьер за 40 лет человеку очень сложно, по научным показателям конкурировать с людьми, которым 60-70 лет», – пожаловался он. Опять ответил Трубников. По его словам, в правительстве обсуждается вопрос о том, чтобы ввести новые гранты в РФФИ. «Мы хотим ввести новую грантовую линейку для возраста где-то от 37 до 43, в этом диапазоне», – заявил Трубников и добавил, что все-таки у Минобрнауки ограниченный бюджет и «очень трудно с Минфином бороться за увеличение финансирования».

Директор Института высокомолекулярных соединений Сергей Люлин обратился к Андрею Фурсенко. Его волновало, что власть не делает выводов из реформ и не даёт учёным ощущения стабильности. «Чтобы любые реформы были положительными, не хватает некоей стабильности. Надо зафиксировать правила и где-то пять лет по ним играть, – отметил Люлин. – Есть большой зазор между реструктуризацией и реформами, которые идут наверх, и пониманием этих реформ внизу, чем конкретно они закончатся для людей, которые могут планировать своё будущее в науке?»

Андрей Фурсенко ответил не сразу и вернулся к вопросу денег. По его мнению, слова о зарплатах в 15 тысяч – это обман. «Попросите у человека, который получает 15-20 тысяч, его налоговую декларацию, доход за год. Гарантирую вам, что ни один из ваших коллег, который говорит, что он получает 15-20 тысяч, по налоговой декларации годовой доход 150 тысяч рублей не имеет. Проверяли неоднократно», – усомнился Фурсенко. Он вспомнил и про пресловутые 1,77% ВВП на науку из майских указов президен-

та и добавил, что если бы эти деньги и были, то их попросту было бы не на что потратить. «Освоение, использование этих денег должным образом на сегодняшний день невозможно. У нас не хватает сегодня человеческого капитала, у нас не хватает сегодня масштабных задач, в которые можно было бы вложить такого масштаба деньги», – заявил Фурсенко.

В перерывах между вопросами о деньгах и зарплатах профессора РАН спросили представителей власти о новом законе о науке и болонской системе. И Трубников, и Фурсенко сошлись во мнении, что текущий проект закона нужно дорабатывать, переписывать. Что касается вопроса, будут ли российские вузы продолжать работать по болонской системе, или есть надежда вернуть специалитет, Григорий Трубников ответил: «Мы зря отказались от специалитета, это моё мнение». Зал от неожиданности захлопал, кто-то воскликнул «Вау!».

Но взаимопонимание было недолгим. Опять заговорили про деньги. «Можно было бы очень условно разделить институты на три категории, работающие, например, по тематике «биотехнологии». Институты, которые уже работают по приоритетным направлениям, получают довольно серьёзное финансирование, и средняя зарплата там 80-90 тысяч. В ведущих вузах у исследователей, не только московских, средняя зарплата профессорско-преподавательского состава 140 тысяч рублей», – заявил Трубников. И тут зал не выдержал. «Извините, а в каких конкретно? Хотелось бы услышать», – кричали учёные. «Например, Физтех», — привёл пример Трубников. «А вы знаете, что Физтех устраивает людей на 1% ставки?» – поинтересовался один из участников. «А сколько времени они работают?» – спросил в свою очередь Фурсенко. «А работают больше. Нам, например, на всю кафедру дали одну ставку и вот разделили по 10%, ну вот нормально. Люди по 6% получают ставки», – ответил его оппонент. «Вы не знаете, давайте мы вам расскажем», – кричал кто-то в конце зала. Фурсенко не давали сказать. «Можно я до-

говору? Я вас ни разу не перебил, ну что за люди. Или так принято у вас?» – негодовал помощник президента. «Сколько можно одно и то же говорить?» – не унимался участник собрания. «А вы сколько можете одно и то же говорить?» – Фурсенко начинал раздражаться. Атмосфера накалялась, и вмешаться пришлось даже вице-президенту РАН Алексею Хохлову. Андрею Фурсенко все же удалось смягчить взволнованных коллег анекдотом, после чего они с Трубниковым удалились.

Президент Российской академии наук Александр Сергеев в дискуссию не вмешивался. Он задумчиво молчал и потирал руки. Ему ещё предстояло выступить. Выслушав несколько докладов профессоров РАН, он прокомментировал все то, что волновало собравшихся и его самого. По его мнению, до сих пор есть силы, которые хотят ослабить влияние РАН, но есть и те, кто понимает, что реформа Академии пошла не туда, и нужно что-то делать. Он предложил учёным прислушаться к приоритетам и попытаться работать в их рамках. Добавил, что ФАНО все-таки не абсолютное зло, и оно делает много грязной работы. А также он добавил, что закон о науке вряд ли будет серьёзно пересматриваться. Уже отвечая на вопросы, президент РАН рассказал про научный обмен с другими странами и мобильность. «Западные страны делают так, чтобы им от нас ничего нужно не было, кроме мозгов. Это ещё один очень существенный момент мобильности. Я очень много сотрудничаю с заграницей, езжу, смотрю, но давайте будем иметь в виду, что не так просто. И нас ждут туда с распротёртыми объятями не только для того, чтобы получились какие-то новые технологии, а и в том дело, что у них мозгов мало. Наши российские мозги гораздо больше ценятся, чем мозги, которые приезжают из Юго-Восточной Азии», – подвёл итог Александр Сергеев.

Об особенностях реформирования российской высшей школы размышляет декан философского факультета МГУ профессор Владимир Миронов.

«Раньше преподаватель выступал по отношению к студенту скорее как наставник и в некоторых случаях видел в студенте или аспиранте напарника по научной проблематике. Это было сопряжено с обоюдным чувством доверия друг к другу. Даже в достаточно жёсткое в идеологическом смысле советское время на факультете между, например, научным руководителем и студентом часто возникало особое смысловое пространство, в рамках которого обе стороны были очень откровенны и открыты.

Сегодня меняется тип взаимоотношений, преподаватель воспринимается как «продавец» на рынке образовательных услуг. Ряд студентов и уж особенно родителей контрактных студентов чувствуют себя в рамках таких взаимоотношений весьма комфортно, пишут жалобы на факультет или преподавателя, мотивируя это тем, что какие-то образовательные услуги не были оказаны.

Я как декан, в ситуации отчисления контрактного студента, часто слышу от его родителей: «Мы привели к вам своего ребёнка, оплатили обучение, а он не может сдать экзамен. То есть вы не выполняете договор по оказанию услуг». Получается, меня обвиняют в том, что я, как в магазине, обвесил покупателя. Хотя условия договора не предусматривают конкретную оценку. Но логика родителей другая: мы платим хорошие деньги, значит, нам должны обеспечить качество. Если студент знает на тройку, это вы, преподаватели, не смогли его обучить на пятёрку.

Преподаватели сегодня становятся осторожнее в коммуникации. Это парадокс. Да, раньше меня могли вызвать в партком и сделать замечания за какие-то «идеологически невыдержанные фразы». В этом, конечно, тоже не было ничего хорошего. Однако это ограничивалось пространством факультета, к тому же мы, молодые преподаватели, не очень обращали внимание на такие замечания. Главное, что внутри мира «студент-преподаватель» мы могли свободно говорить обо всем.

Сегодня, в каком-то смысле, функцию парткома стал выполнять интернет. Могут записать вашу фразу, вырвать её

из контекста, разместить в социальных сетях. Уже известны случаи, и, кстати, не только в нашей стране, настоящей травли преподавателей. Такое было в Германии, когда студенты обвиняли педагогов в излишне левацких или, напротив, правых взглядах. Такой виртуальный партком очень удобное средство манипуляции, которое не прочь использовать чиновники от образования в качестве механизма давления.

Кстати, именно поэтому я противник трансляции защит диссертаций в интернете. В общественных науках диссертация может быть сопряжена с критическим отношением, например, к власти – это часть научного дискурса, в котором должны разбираться, прежде всего, сами учёные. Трансляция нарушает условия нормального научного диалога», – замечает профессор Владимир Миронов.

Далее профессор Владимир Миронов отмечает, что «раньше преподаватель был, условно говоря, носителем той информации, которой не было у студента: либо знал, где её найти, либо имел её в своей голове. Сегодня же студент, умеющий находить нужные сведения в интернете, может превосходить педагога по имеющейся у него информации. В современных условиях преподаватель должен это учитывать и использовать новые возможности, не сводя свою деятельность к ретрансляции имеющихся у него знаний.

Но здесь есть одна опасность, особенно на ранних стадиях обучения, когда происходит формирование внутреннего мировоззренческого каркаса молодого человека. Например, ученик 1-2 класса заинтересовался Великой Отечественной войной. Зашёл в интернет и нарвался на изложение событий Виктором Суворовым (автор книг «Аквариум», «Ледокол» и т.д.). Нет гарантии, что он на этом не прекратит свой поиск, и война не останется в его голове в такой интерпретации.

Это касается любой информации, просто относительно истории это проявляется в наибольшей степени. Значит, педагог должен научить искать и сравнивать, выбирать

более аргументированное изложение. В этом смысле, единый учебник на фоне возможностей интернета, не является гарантией восприятия истинных идей. Напротив, он будет стимулировать поиск альтернативных и не всегда верных точек зрения. Мы должны доверять учителям.

В вузе лектор тоже перестаёт быть носителем информации, и на первый план выходят яркость фигуры преподавателя, его взгляда, его лекций и семинаров. Педагог должен оставить за собой право мудрого наставничества. Но нас все больше толкают в массовость, не учитывая, что преподавательский труд уникален».

Обсуждая проблему наукометрии, профессор Владимир Миронов так характеризует эту проблему: «Гумбольдтовская модель по сути инновационная, она базируется на высокой степени свободы университета: учёных и профессоров. Поэтому так важна автономия университета. Это не означает, что вуз оказывается вне государства. Именно в режиме автономии, университет работает на науку и общество, является через образование частью культуры. Удивительный акт доверия государства: выделить деньги на образование и науку, но при этом дать возможность университету и сообществу преподавателей самим определять принципы своего устройства и формировать научные и образовательные цели. Это риск, но пока ни в одной стране мира с такой моделью государство не проиграло. Университет – это ещё и особая атмосфера творчества. Внешнему наблюдателю покажется, что, например, физики слишком много пьют чая, вместо того чтобы работать. Однако затем происходит открытие, которое покрывает все затраты, в том числе и на выпитый чай.

Я немного иронизирую, но понятно, о чём идёт речь. Нам навязывается грантовая инновационная модель, которая очень напоминает известный принцип: «утром деньги – вечером стулья». Большая ошибка переводить исследовательскую деятельность на гранты. Это форма дополнительного стимулирования труда учёного. А фундаментальная наука, безусловно, должна развиваться, прежде

всего, через бюджетное финансирование. Конечно, есть специфические технологические задачи, на которые заказчик найдёт иное финансирование, но это не главное в развитии фундаментальной науки.

Наукометрия и выступает во многом в качестве таких весов. Наукометрические результаты «взвешивают» количество публикаций, но не анализируют их качество. Кроме того, сама наука весьма неоднородная система и разные науки анализируют весьма разнокачественные объекты. В частности, философия стоит на стыке между наукой и иными формами постижения бытия, а, следовательно, в ней некоторые достижения имеют глубоко личностный характер, что не всегда может быть выражено в научной публикации. Это может быть, например, поэтическая форма выражения.

К сожалению, игра в наукометрию становится чуть ли не фундаментом реформирования науки и образования в нашей стране. В.А. Садовничий очень точно сказал, что деньги, потраченные на искусственное поднятие индексов цитирования, было бы гораздо эффективнее вложить в развитие российских научных журналов, в том числе и с целью продвижения русского языка. Сам по себе этот фактор цитируемости в ряде случаев важен, но он не должен быть доминирующим. А в рыночных условиях это порождает целую индустрию подготовки нужных публикаций, что, по сути, является имитацией научной деятельности.

Например, формально у меня достаточно хорошие наукометрические результаты – и Хирш нормальный (индекс Хирша – характеристика продуктивности учёного, основанная на количестве публикаций и цитирований этих публикаций), и так далее. Но я понимаю, что частично это связано и с моим статусом руководителя, которого чаще публикуют и т.д. Для молодого учёного иметь такие показатели тяжелее. Это медленный процесс накопления научных результатов и их публикаций. Гипотетично высокая цитируемость может быть, например, у плохой научной

статьи, если её много критикуют. То есть, этот показатель весьма далёк от объективной оценки.

И совсем плохо, когда наукометрические показатели становятся главным критерием при решении кадровых проблем, так как они не учитывают индивидуальных особенностей научной работы того или иного преподавателя. Кто-то пишет достаточно быстро и много, а для кого-то на статью может уйти целый год. У нас эти показатели становятся критерием переизбрания по конкурсу, при найме молодого специалиста.

И ещё одна особенность, связанная со спецификой тех или иных наук. В естественных науках цитирование – это чаще всего ссылка на какое-то открытие или разработку проблем. А в гуманитарной сфере, где важна роль субъекта, особое значение приобретает даже форма изложения, её личностное самовыражение, включающее, в том числе, и эмоциональное переживания бытия. Это не фиксация того, что было осуществлено в лаборатории, а результат погружения мыслителя в проблему. Текст здесь строится совершенно иным образом, в него могут включаться озарения, украшения, воспоминания, ритмика, принципиальная игра слов, от которых представитель конкретной науки стремится избавиться. Поэтому для гуманитариев особую ценность приобретает перевод текста с языка одной культуры на другой. Это условие, как отмечал академик Дмитрий Лихачёв, диалога культур. Часто это перевод не только по горизонтали, то есть соседствующих во времени культур, но и по вертикали, когда культуры могут быть отдалены большим временным промежутком. Для гуманитария гораздо более важной является монография, как некий личностный взгляд на ту или иную проблему. В научной статье на первый план выходит новизна результата, а в монографии важным может оказаться просто новое прочтение даже старой проблемы.

То же самое можно сказать о призывах публиковаться преимущественно в западных журналах и на английском языке. В центре гуманитарных наук, уже по этимологии

слова, находится Человек, в том числе и конкретный субъект с его чувствами и переживаниями. Человек – это всегда представитель конкретной культуры, связующим звеном которой является национальный язык. Отказ от языка, к чему нас призывают, может привести к глобальным последствиям и такой деформации культуры, которую восстановить уже будет нельзя. Можно тогда просто запретить использование русского языка, лучше с детства, что обеспечит через некоторое время лучшие показатели индекса цитирования и размещения статей в англоязычных журналах».

Оглядываясь назад к истокам нынешней ситуации с наукой, образованием и инновациями в России, стоит вспомнить, что реформы научно-инновационного комплекса, стартовавшие в начале 90-х годов, через пять лет были остановлены. Возобновлены были только в середине первого десятилетия XXI века. Этот период воспринимался научным сообществом как «десятилетие забвения», когда государство не просто забыло о развитии науки, но даже не знало, как распорядиться этим советским наследием. К тому же экономический кризис конца 1990-х годов нарушил связи науки с производством, сведя к минимуму источники финансирования НИОКР.

К этому времени ситуация в науке усугубилась. Обыденными стали такие явления, как взятки при проведении тендеров на закупку научной продукции, систематические откаты за возможность получить бюджетное финансирование, фальсификация научных результатов для получения доступа к государственным заказам. Широкое распространение получила торговля научными степенями. Согласно данным Яндексa, в месяц имеет место 1542 показа контекстной рекламы для людей, осуществляющих поиск с ключевыми словами «диссертация заказ», 1144 показа приходится на запрос «купить диссертацию» и 1114 – на запрос «заказать диссертацию». Ограниченное сопротивление, оказываемое научным сообществом подобным процессам саморазрушения (примером служит вольное

сетевое сообщество экспертов, исследователей и репортеров «Диссернет»), не пользуется поддержкой властей, поскольку затрагивает и дискредитирует в первую очередь саму эту власть и её представителей.

Попытки государства нормализовать ситуацию с помощью введения формальных критериев оценки труда учёных (таких как публикационная активность, через индексы цитирования в системах РИНЦ, Scopus, Web of Science и т.п.), с одной стороны, ориентировали научных работников на осязаемый конечный результат. Но, с другой стороны породили мелкотемье, искусственное дробление этапов исследований и даже нелегальный рынок платных услуг по публикации в российских и зарубежных изданиях.

Впрочем, в соответствии с международными оценками (Консорциум Корнельского университета (США), Школа бизнеса INSEAD (Франция) и Всемирная организация интеллектуальной собственности), в глобальном инновационном рейтинге Россия за период 2012-2016 годов переместилась с 51-го места на 43-е. Но этот прогресс достигнут преимущественно за счёт показателей уровня человеческого капитала (Global Innovation Index 2016) и роста ресурсного потенциала инновационной сферы без учёта его результативности, падение которой стало тревожной тенденцией. Так, если в 2000 году Россия выпускала 3,22% мировых публикаций, индексируемых в Web of Science, то в 2014-м на её долю пришлось 2,05%, тогда как вклад Индии в 2014 году составил 3,93%, Китая – 17,55%, а США – 24,91%.

Следует заметить, что даже в СССР с его тотальным государственным контролем институты науки были наделены большей свободой и самостоятельностью в решении вопросов научной политики. Власти стремились учитывать позицию научного сообщества, которую представляла, пусть и не всегда чётко, Академия наук СССР. Последняя, пользуясь своим официальным статусом высшей научной организации страны, обладала определённой независимостью в решении внутриорганизационных проблем и, более

того, имела право на свою точку зрения по вопросам, затрагивающим интересы научно-технологического и социально-экономического развития страны. Все это отражалось в разрабатывавшейся каждую пятилетку Комплексной программе научно-технического прогресса и его социально-экономических последствий.

В постсоветской России АН СССР, превратившись в Российскую академию наук (РАН), вынуждена была приспособливаться к новой социально-экономической реальности. Экономическая и социальная нестабильность объективно способствовала утрате общественного интереса к науке и технике, и эта ситуация не изменилась даже с началом устойчивого роста экономики в 2001-2007 годах.

Проблемное положение РАН особенно ярко проявилось в ходе реализации мероприятий по созданию национальной инновационной системы (НИС). Они включали формирование институтов развития, модернизацию системы образования и усиление контроля за инновационной активностью государственных компаний и компаний с государственным участием. Все эти мероприятия были составными частями двух стратегий развития науки и инноваций в Российской Федерации, принятых в 2006 и 2011 годах. Последняя из этих двух стратегий представляла собой масштабный пошаговый план, охватывающий большинство значимых направлений для обеспечения развития науки и инноваций.

Однако, несмотря на значительные усилия, через пять лет после начала реализации целей этой стратегии оказалось, что она выполнена только на 10% и нуждается в переработке. Разработчики этого документа слишком поверхностно подошли к диагностике сложившегося состояния науки, экономики и производства. В результате реальные проблемы перехода к инновационной экономике оценили слишком оптимистично, а мы оказались там, где есть.

В заключение обзора положения дел с наукой, образованием и инновациями в России приведём предложение Ки-

рилла Персиянова, изложенное на сайте «Российская общественная инициатива».

«России нужна Умная, Интеллектуальная Революция, – считает Кирилл Персиянов. – Это новое поколение социальных революций, приводящих к смене одного социально-экономического строя другим за счёт высокого человеческого интеллектуального капитала, прорывных инновационных решений и умных цифровых технологий. Интеллектуальная революция ассоциируется с полными социокультурными преобразованиями, социально-экономическими и политическими реформами и революциями, с полной сменой характера интеллектуальной и социально-практической деятельности людей. Без научных революционных открытий Коперника и Галилея не было бы современной науки и религиозной Реформация, без эпохи Просвещения – Французской революция 1789 и Промышленной революции.

Интеллектуальная революция – это коренное изменение глубинных структур мышления человека, совокупность знаний и верований, управляющих коллективной мыслью, состояние ума современника, менталитет, абсолютные предположения, рамки мышления, парадигмы, как реформа интеллекта, изменение взгляда на мир, полная смена интеллектуального мира, усвоение совершенно нового мировоззрения. Понятие интеллектуальной революции не следует смешивать с понятием научной революции, интеллектуальная революция отражает более фундаментальный уровень изменения структур мышления, выражающегося в первую очередь в ломке мировоззренческих и ценностных установок. Сущность интеллектуальной революции состоит в коренной реформе самого способа мышления – в выработке новой философии, новой концепции науки и технологии. Россия на мировом рынке наукоёмкой продукции занимает менее 1 %, когда доля США оценивается в 36 %, Японии – 30% и Германии – 16 %. Причина – полное отсутствие государственного заказа на интеллект, знание и инновации и соответственно на отечественных

творцов философского, научного, технологического и инженерного знания.

Научная и творческая интеллигенция обеспечила самую передовую науку и систему образования во времена СССР. Сегодня интеллигенция ликвидирована как класс, и занимает промежуточное положение беженцев и касты неприкасаемых. В результате, мы имеем то, что имеем. Почему утекают мозги и как вернуть наш отечественный интеллект?

Имеет место массовое «бегство мозгов» за рубеж, а «интеллектуальный капитал» крупных российских компаний, нематериальные активы, разность рыночной цены фирмы и стоимости её материальных активов, близок к нулю. Процесс массовой эмиграции, когда из России уезжают специалисты, учёные и инженеры, а также квалифицированные рабочие, наносит значительный экономический, культурный, а также политический ущерб стране, тогда как страны Запада приобретают огромный и дешёвый интеллектуальный капитал. Утечка мозгов намного хуже другой напасти – вывоза за границу финансового капитала, утечки капитала.

Если после Октябрьской революции часть русских интеллектуалов была просто выслана на «философском пароходе», то с начала 90-х у нас идёт нескончаемый поток «философских» самолётов, поездов и теплоходов. Исследователи оценили ежегодные потери России в 1990-е годы от «утечки мозгов» в \$ 50 млрд., из России уехало 70-80 % математиков, 40 % физиков-теоретиков, работающих сегодня на мировом уровне, страна растратила около одной трети своего интеллектуального потенциала, и ударно продолжает растрчивать. Сюда надо добавить более опасное явление – «утечку идей», сопряжённую с внутренней миграцией специалистов и скрытой добровольной передачей новейших проектных предложений на Запад, как это делает фонд «Сколково». Около половины молодых учёных не считают Россию привлекательной для дальнейшей научной деятельности. А после проведённой в

2013 году реформы Академии наук, согласно опросу полутора тысяч деятелей науки Россию собирается покинуть больше тысячи из них.

Массовая «утечка умов», интеллектуальной элиты страны, влечёт за собой огромные социально-экономические потери для России, а именно:

- невосполнимый урон интеллектуальному потенциалу страны;
- коррупционное государство с малокомпетентными чиновниками;
- массовое оглупление населения через СМИ и гостелевидение;
- остановка научно-технического прогресса;
- замедление устойчивого научного и экономического роста;
- бесполезные государственные затраты на подготовку учёных и недополученный вклад в развитие экономики страны;
- упущенная выгода для науки, образования, экономики и социального развития страны;
- серьёзные демографические потери наиболее креативного творческого населения;
- стратегическое отставание развития страны от ведущих стран мира.

Необходимо использовать все средства и ресурсы и регенерировать интеллектуальный класс как самую ценную социальную группу населения, определяющую будущее развитие страны через передовую науку, технологию, инновации, а также постиндустриальный сектор экономики знаний. Интеллектуальный класс включает в себя исследователей, учёных, инженеров, инноваторов, которые предпочитают моральное и духовное удовлетворение коммерческому денежно-материальному интересу. Он относится к творческой элите и существенно отличается от среднего класса, массовой социальной группы в развитых странах по доходам и потребительской культуре. К примеру, в США их доля составляет более 36 % всех работаю-

щих, в Австралии – 66 % населения, в Италии, Британии и Японии – свыше 55 %, в США – 38 %, в Китае – 11 %, в Африке и Индии – 3 %, в России – около 4 % взрослого населения, в Украине – менее 1 %. Будучи генератором инновационной экономики, интеллектуальный класс также качественно отличается от так называемого «творческого класса»: журналистов, писателей, артистов, художников, специалистов PR, бренд-дизайнеров и прочих.

Интеллектуальный класс является ключевым звеном инновационной экономики, требующей носителей высшего общенаучного, научно-инженерного или гуманитарного знания, творческого мышления и способности к оригинальному системному и междисциплинарному решению задач. Интеллектуальный класс – источник самого дорогого интеллектуального капитала: стратегии, модели, концепции, знания, навыки и уникальный производственный опыт, know-how, нематериальные активы, патенты, базы данных, программное обеспечение, товарные з. В классификации социальных групп Великобритании, класс интеллектуалов определён как особая категория элитного общества. В доиндустриальном обществе приоритет принадлежал природным и трудовым ресурсам, в индустриальном – материальным, в постиндустриальном – интеллектуальным и информационным ресурсам, знаниям, философским, общенаучным, историческим, экономическим и физико-математическим, технологическим и системным. Новая постиндустриальная технологическая революция с интеллектуальными информационными технологиями формирует новый технологический уклад и новую основу общества.

В новой экономике, основанной на инновациях и знаниях, источник производительности заключается в технологии генерирования новых знаний и умном производстве товаров и услуг. Сегодня Россия находится в промежуточной «мракобесной» стадии доиндустриального общества с приоритетом природных и дешёвых трудовых ресурсов, и индустриального общества ресурсоёмкого тяжёлого ма-

шиностроения. На последнем экономическом форуме чиновник в ранге зампреда правительства РФ заявил: пока есть нефть и газ, нам не нужны инновации, пусть Запад этим занимается, а Россия у них просто купит. «Реанимация «интеллектуального класса» и возврат отечественных умов – есть вопрос жизни и смерти Российского государства», – резюмирует физик-теоретик Кирилл Персиянов.

В завершение приведённых в данной главе хроники и обзора состояния дел с построением инновационной системы в России... Авторы не будут делать каких-то заключений и выдавать рекомендации участникам процесса. Все что есть, что происходит и к чему все это может привести, изложено выше в формате наиболее значимых мнений научного экспертного сообщества и высказываний облечённых властью лиц. Выводы делать читателям.

Единственно, что надобно пояснить. У авторов есть большие сомнения, что к каким бы выводам не пришли читатели, без построения механизма воздействия на власть и околоставные структуры в России все умозаключения останутся благими пожеланиями. Причина тому – рассогласованность действий учёных мужей перед сплочённостью госаппарата. Российские руководящие лица всех рангов получили указание излучать оптимизм и ободрять народ, в том числе и во всем, что связано с наукой и инновациями. И у них это неплохо получается, в отличие от научного сообщества, раздираемого внутренними противоречиями, чем нынешняя российская власть с успехом пользуется, взяв на вооружение принцип: «Разделяй и властвуй!».

В российском научном сообществе нет единства, имеет место рассогласованность действий по части продвижения принципиально важных моментов взаимодействия со структурами власти всех уровней. Поэтому наверху и не слышат. А если и слышат, то продолжают гнуть свою линию. Нынешняя власть уважает только силу. Со слабыми не церемонится. А сила в единстве. А его-то как раз и нет

среди учёных. Нет, прежде всего, потому, что нет чёткого представления, в какое время им обрелось ныне науку вперёд двигать. Сейчас у нас время волков.

Волки... На всем протяжении эволюции рода человеческого жили они рядом с людьми... и в каждом, кто считал себя образом и подобием Божиим. Наступали сумерки, и серые хищники выходили на охоту. Падала тьма на души людские, и злобная серость пробуждалась в них.

Время волков. Время, когда спит гражданская совесть и меркнут нравственные ориентиры. Время, когда дремлет правосудие и серые ночные звери чувствуют себя хозяевами жизни. Они жадно рвут куски из тела могучей страны, давясь и грызя друг друга, а наша Родина, одного движения которой достаточно, чтобы разметать пирующую стаю, застыла в оцепенении. Невидимые цепи духовной несвободы опутали её, и усыпляющее гражданские чувства бессилие проросло в душе её народа. И волки вышли из зарослей этих.

Встанет солнце, и ночное зверье забьётся в свои логова. Настанет время, и Россия воспрянет ото сна. Честный труд, а не разбой и обман станут залогом преуспевания её граждан. Но это ещё только будет. А пока... А пока безрадостная картина предстаёт взору нашему. Вот лишь некоторые фрагменты её.

Власть мочится на своих сограждан с высокой колокольни, а журналисты её за струйку стараются поймать. Обмоченные с головы до ног, труженики пера и эфира пытаются разжечь огонь, который отпугнёт разбойничающую серость, но сами один за другим становятся жертвами обнаглевшего от безнаказанности зверья.

Разношёрстная правительственная команда пытается вести корабль нашей экономики по пути реформ. Попасть в команду непросто: прежде чем получить допуск на борт надо вдосталь побарахтаться в мутных водах аппаратной свалки. Вести корабль ещё сложнее: правила судовождения капитан указывает на ходу, руководствуясь скалозубовскими рецептами судовой obsługi, набившейся в капи-

танскую рубку. Посмевающие перечить капитану выбрасываются за борт под жизнерадостный гогот обслуги и сдержанный ропот команды.

Звонкоголосые народные избранники, услаждавшие слух избирателей сладким предвыборным пением, занялись заботами о потомстве и потомках. Первые вьют гнезда в коммерческих структурах, попутно пропикивая законы и экономические программы, основным критерием жизненной важности которых является возможность запустить в них руки по самые плечи. Вторые насиживают золотые для налогоплательщиков яйца, неспешно копошась в законах и галдя о минимальных зарплатах, пенсиях, доходах населения, особо не задумываясь о том, что пустой галдёж лишь только подстёгивает рост цен и ведёт к дальнейшему обнищанию тех, кто их в эти кресла посадил.

Опьянённая близким дыханием власти свита приближенных суетливо делит между собой и своими покровителями собственность, созданную и создаваемую трудом миллионов. Воровато озираясь и копая друг под друга, хватают они куски общего пирога и тащат их подальше от очагов своего Отечества. По их петляющим следам пускаются стаи серых хищников, и лишь кровавые следы дельца добычи остаются на месте разбойных разборок.

Паразитирующая на первобытных человеческих инстинктах и свободе слова бульварная мушиная братия слетается на запах отходов общества и смакует подробности их нравственного гниения. Переноса эту грязь на страницы своих изданий, они заражают бактериями разложения утратившие иммунитет души наших сограждан. Чтобы преодолеть естественную при соприкосновении с нечистотами человеческую брезгливость, в обиход, вместо едких отечественных определений, вводятся нейтральные для русского языка иностранные заимствования. Шлюха переименовывается в путану, бесстыдство – в порнографию, вымогатель – в рэкетира, убийца – в киллера, разбойная шайка – в мафиозную группировку. Не избежали этого поветрия и солидные издания. Так, ласкающее русский слух,

родное: «царь-батюшка», превратилось у нас в канцелярски несуразное: «всенародно избранный президент».

Фоном общей картины материального и духовного кризиса России, фрагменты которой набросаны выше, служит серая пелена, заволакивающая наши души.

Никто, кроме нас самих, эту пелену не разгонит. Никто, кроме нас самих, нашу Родину из ямы не вытащит. Никто, кроме нас самих, нашу жизнь счастливой не сделает.

Любое человеческое сообщество опирается на своих рядовых членов. Даже самые деспотичные режимы сильны не личностями, их возглавляющими, а рядовыми исполнителями. Рядовыми гражданами в конечном итоге формируется та общественная атмосфера, которой дышит все общество.

Если рядовые члены общества воспримут волчью психологию обмана, грабежа и насилия и сами уподобятся волкам, то любые их выборные органы станут не органами самоуправления, а органами самоуправства, и жить такое общество будет по законам волчьей стаи, где правит тот, у кого острее клыки и крепче когти. Анархия и беззаконие - удел общества, рядовые члены которого, забыв о труде праведном, начинают жить обманом, грабежом и насилием.

Если рядовые члены общества проникнутся рабской психологией баранов, которые лишь бездумно следуют за вожаками-козлами, то за последними дело не станет. Волки найдут, кого сделать козлами. Под их чутким руководством главы администраций станут главарями администраций, а общество попадёт в жёсткие тиски авторитарного правления. Авторитаризм – это гиперактивность волков и обыденная пассивность баранов.

Нормальные человеческие отношения складываются только в том обществе, рядовые члены которого исповедуют общепризнанную человеческую мораль и осознают свою ответственность за все, происходящее в этом мире. Не убий, не укради, не лги, не предавайся порокам, поступай по отношению к другим так, как бы ты хотел, чтобы

другие поступали по отношению к тебе – вот те основные постулаты общепризнанной человеческой морали, которые из века в век лучшие сыны человечества пытались и пытаются донести до сознания людского. Соблюдение этих прописных истин – долг каждого члена общества, и ссылка на обстоятельства и поступки других людей, отступающих от этих норм морали, не может служить оправданием своего собственного отступничества.

Живём и вершим дела неправедные мы в этом мире вместе с другими смертными, но переступает ту грань, что отделяет Бытие от Небытия, каждый из нас в полном одиночестве. Что за этой гранью... ведомо немногим, но то, что отвечать перед богом и людьми за дела и помыслы свои в той или иной форме приходится каждому, осознает любой разумный человек. Отвечать своей личной судьбой, судьбой своих близких, будущим своих детей. Хотим мы или нет, признаем это или не признаем, но каждый из нас несёт персональную ответственность за все происходящее в нашем мире. Глобальные общественные процессы в обществе формируются из частных межличностных отношений. Какими будут эти отношения, зависит от каждого члена общества.

От каждого члена общества зависит и общественное благосостояние. Первооснова любого, праведного и неправедного богатства – труд миллионов. Не правительство, не банкиры, не ворье производят те первичные операции, на основе которых произрастают все духовные и материальные ценности человечества. Эти первичные операции производят руки, головы и души миллионов тружеников. Без них все прочие, так охочие до отчуждения, дележа и пожирания плодов труда человеческого, просто-напросто не смогут существовать. Как не смогут они существовать и без молчаливого согласия подавляющего большинства общества на те правила перераспределения продуктов совместного труда, которые они нам навязывают, пользуясь нашей разобщённостью.

Волки смертельно опасны для одинокого путника. На организованные человеческие сообщества хищники нападать опасаются. От сплочённой группы людей, во весь голос заявляющей о своём единстве, в панике бежит любое зверье. Сила людей – в единстве, а многие наши беды проистекают от нашей неорганизованности, неумения сплотиться, неспособности пожертвовать мелкими личными интересами во имя достижения общей цели. Общая цель, если она понята и принята каждым членом сообщества, и объединяет людей, и указывает им перспективу их дальнейшей жизни.

FOR AUTHOR USE ONLY

Послесловие

По прочтении этой книги:

Кто-то скажет: «Весьма интересно, занятно, но не более»;

Кто-то заметит: «Все это мы давно знаем»;

Кто-то отметит: «Это пересказ идей и мыслей других авторов»;

Кто-то посетует: «Зачем это тут все написано, все равно это у нас не пройдёт»;

Кто-то пробурчит: «Ерунда какая-то»;

Кто-то воодушевится: «Все правильно, что дальше».

Всё будет верно, все будут правы. Ничто не ново под Луной, равно как и не вечно. Вечно, разве что, присущее человечеству состояние вечной перманентности, когда все то, что уже поколения назад было пройдено, воспринимается последующими поколениями, как уникальность, на их долю выпавшая.

А может, кто-то воспримет эту книгу не столько, как пособие для научных работников, сколько как инструкцию для инвесторов: во что надо вкладываться уже сейчас, чтобы завтра оказаться во всякого рода списках, типа Forbes – успешных предпринимателей, оседлавших научно-технический прогресс и построивших на этом деле свой бизнес. Оно, может быть, скорее и да – эта книга для инвесторов, в просторечии – «денежных мешков». Инвестору проще подняться чуть выше, посмотреть чуть шире, копнуть чуть глубже, нежели исследователю, который с головой погружен в решение своей научной задачи, порой узкоспециализированной. Он в отличие от научного работника не завязан на решении сидящей в голове задачи и не привязан к планам отчётов. Ему проще. Была б голова на плечах да деньги на счету, дальше инвестор сам разберётся, во что и как ему вкладываться. А подсказки, наряду с обозначением подводных камней на пути инвесторов в инновации и как их можно обойти с учётом особенностей

функционирования инновационных систем разных стран – в этой книге.

В настоящей книге, написанной по материалам обзорных и публицистических статей академика Олега Фиговского, опубликованных за последние годы в изданиях России, США, Израиля и Украины, были использованы интервью и другие материалы учёных многих стран, коим мы выражаем искреннюю благодарность.

FOR AUTHOR USE ONLY

Библиографическая справка.



Олег Фиговский

Профессор Олег Львович Фиговский родился 9 апреля 1940 года в Москве в семье инженерной интеллигенции. В возрасте 18 лет создал своё первое изобретение «Пластасфальтовый бетон». В 20 лет сделал первый научный доклад на семинаре вице-президента РААСН С.С. Давыдова.

Окончил технологический факультет ВЗИСИ, продолжая работать во время учёбы в НИИМосстрое; в этот период он написал книгу «Полиэфирные и полиуретановые смолы в строительстве» и создал более 25 изобретений, в том числе клей «Бустилат», выпускаемый более чем 20 предприятиями в СССР. После окончания института перешёл на работу в лабораторию антикоррозионной защиты ВНИПИ «Теплопроект» Минмонтажспецстроя СССР, и создал научную школу по химическому сопротивлению неметаллических материалов. После защиты кандидатской диссертации перешёл в ЦНИИ Промзданий Госстроя СССР, где создал серию оригинальных составов и конструкций монолитных покрытий полов, опубликовал 2 книги по полам промышленных зданий и создал более 40

изобретений в области материалов для защиты от коррозии.

С 1981 года возглавил департамент неметаллических материалов Межотраслевого научно-исследовательского комплекса «Антикор» ГКНТ СССР, где уделял особое внимание созданию материалов для экстремальных условий эксплуатации, в том числе для атомной и космической отраслей. Написал книгу «Антикоррозионная служба предприятий» и создал более 50 изобретений, значительная часть которых была освоена промышленностью. Одновременно преподавал на кафедре оргстройматериалов и пластмасс МИСИ им. В.В. Куйбышева и руководил рядом кандидатских работ. В 1986 году перешёл во ВНИИК Минхимпрома СССР зав. отделом «Проблемы защиты от коррозии», одновременно исполнял обязанности зам. директора института по координации всех работ по защите от коррозии в этом министерстве. За время работы во ВНИИК опубликовал несколько обзоров по технике защиты от коррозии и создал более 50 изобретений, а также подготовил докторскую диссертацию.

С 1991 года работает в Израиле, сначала как замдиректора Израильского коррозионного исследовательского института (Рамат Хашарон) и директор технологической компании «Polyadd» (Назарет Илит), активно публикуясь в иностранных научных журналах и выступая на международных конференциях, в основном в области композиционных материалов специального назначения.

В 1998 году Олег Фиговский создал научно-исследовательский центр «Polymate» (Мигдаль ХаЭмек), где разрабатываются новые материалы и способы их получения, сосредоточив основное внимание на нанотехнологических процессах. За последние годы им получено более 40 патентов (в основном американских) и опубликовано более 50 оригинальных научных работ, в том числе 3 статьи в Американской Энциклопедии Коллоидной и Поверхностной химии. В 2014 году им были опубликованы две монографии «Полимерные бетоны и компаунды»

(США) и «Наноматериалы на основе растворимых силикатов» (Германия), а в 2017 «Зелёные нанотехнологии» (США).

В последние 12 лет профессор Олег Фиговский являлся директором по науке и развитию американской компании «Nanotech Industries, Inc» (США, Калифорния), которая осваивает производство новых материалов, разработанных под его руководством, в том числе уникальных неизоцианатных полиуретанов. Научно-исследовательскую деятельность Олег Фиговский сочетает с большой издательской и общественной активностью, являясь главным редактором 2 научных журналов в Израиле и в США и членом редколлегии 6 журналов в России, Швейцарии, Украине и Польше.

Олег Фиговский избран в Европейскую академию наук, Российскую академию архитектуры и строительных наук и Российскую инженерную академию. Он является почётным профессором Высшей Школы Экономики Польши, Воронежского государственного архитектурно-строительного университета, Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева и почётным доктором Казанского государственного химико-технологического университета, зав. кафедрой ЮНЕСКО «Зелёная химия».

Профессор Фиговский награждён рядом наград: GoldenAngelPrize (IFIA), орденами «Инженерная Слава» (PIA) и «Antoine de Saint-Exupery» (ISJAEE), премиями NASA Nanotech Briefs®' Nano 50™ (США) и Совета Министров СССР. Лауреат 2015 Presidential Green Chemistry Challenge Award (USA) и 2017 и 2018 Albert Nelson Marquis Lifetime Achievement Award (USA).

Олег Фиговский является президентом Ассоциации изобретателей Израиля и членом президиума Нанотехнологического общества России, опубликовал множество научных статей и имеет более 500 изобретений в том числе награждённых 15 золотыми медалями на международных выставках изобретений.

Более подробно с работами профессора Олега Фиговского можно ознакомиться на его персональном сайте <http://figovsky.com/index.html>.

FOR AUTHOR USE ONLY

FOR AUTHOR USE ONLY

FOR AUTHOR USE ONLY

**More
Books!** 



yes
I want morebooks!

Покупайте Ваши книги быстро и без посредников он-лайн - в одном из самых быстрорастущих книжных он-лайн магазинов!
Мы используем экологически безопасную технологию "Печать-на-Заказ".

Покупайте Ваши книги на
www.morebooks.de

Buy your books fast and straightforward online - at one of the world's fastest growing online book stores! Environmentally sound due to Print-on-Demand technologies.

Buy your books online at
www.morebooks.de

SIA OmniScriptum Publishing
Brivibas gatve 1 97
LV-103 9 Riga, Latvia
Telefax: +371 68620455

info@omniscrptum.com
www.omniscrptum.com

OMNI Scriptum



FOR AUTHOR USE ONLY

FOR AUTHOR USE ONLY

FOR AUTHOR USE ONLY