

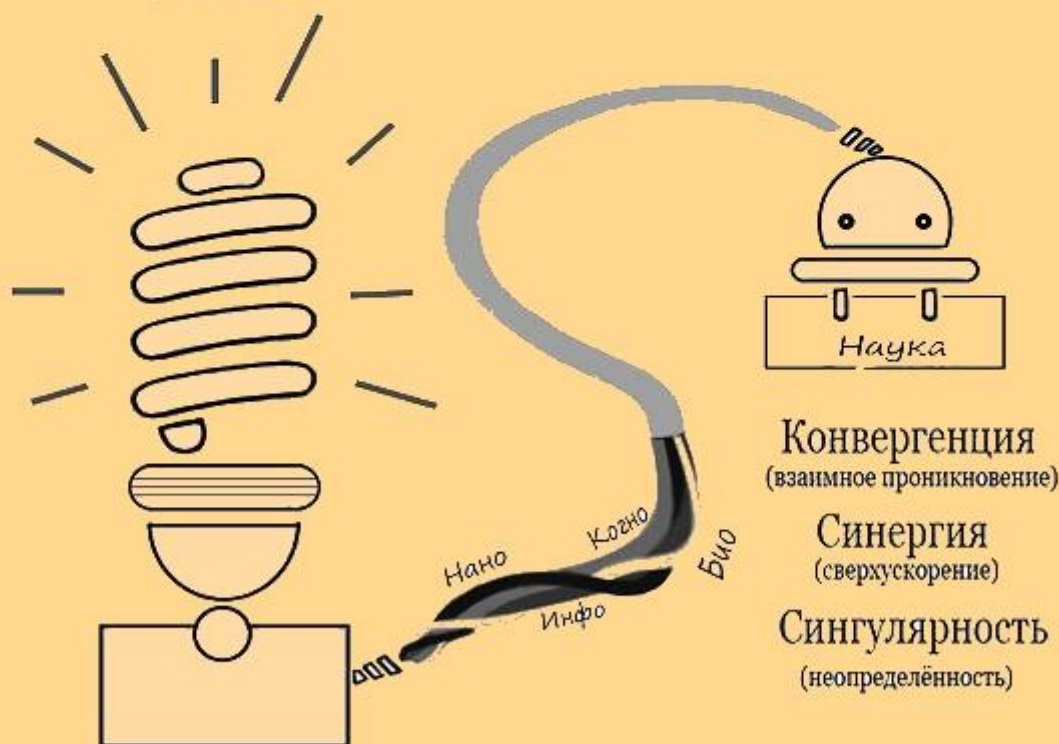
Научно-публицистический журнал

NBICS —

(нано, био, инфо, когно, социо)



Наука. Технологии.



Москва.

Редакционный совет

Главный редактор



- **Кричевский Герман Евсеевич**, доктор технических наук, профессор, Заслуженный деятель науки РФ, вице-президент Нанотехнологического общества России, заведующий кафедрой МГУТУ. Научные интересы: фотоника окрашенных веществ, медтекстиль, химия и физико-химия производства волокон и текстиля, диффузионно-сорбционные явления, гетерогенная химическая кинетика.

Заместители главного редактора



- **Шахраманьян Михаил Андраникович**, доктор технических наук, профессор, Заслуженный деятель науки РФ, Почетный строитель России, академик РАЕН, член Экспертной Коллегии инновационного центра Сколково, эксперт Российского фонда фундаментальных исследований. Научные интересы: архитектура и строительство, математическое моделирование, педагогика, дистанционное зондирование Земли из космоса.



- **Андреюк Денис Сергеевич**, кандидат биологических наук, исполнительный вице-президент Нанотехнологического общества России, доцент Экономического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова. Научные интересы: эволюционные процессы в экономических и социальных системах, поиск и анализ аналогий в принципах управления между живыми организмами и социальными группами.

Ответственный секретарь



- **Гумаров Валерий Александрович**, редактор портала Нанотехнологического общества России.

Члены редакционного совета:



- **Аршинов Владимир Иванович**, доктор философских наук, профессор, главный научный сотрудник Института философии РАН, руководитель направления «Философские проблемы науки и техники» в Институте философии РАН. Научные интересы: исследования в области философских проблем междисциплинарности, трансдисциплинарности, процессов конвергенции в сфере высоких технологий.



- **Берлин Александр Александрович**, доктор химических наук, профессор, академик РАН, директор Института химической физики им. Н.Н. Семенова. Научные интересы: физика и химия высокомолекулярных соединений и композиционных материалов.



- **Буданов Владимир Григорьевич** доктор философских наук, кандидат физико-математических наук, заведующий сектором Междисциплинарных проблем научно-технического развития Института философии РАН. Научные интересы: философия науки, теория сложности и синергетика, междисциплинарные исследования, моделирование социальной реальности, антропологические риски NBICS-технологий.



- **Быков Виктор Александрович**, доктор технических наук, профессор, президент Нанотехнологического общества России, Почетный президент «НТ-МДТ Спектрум Инструментс». Научные интересы: нанотехнологии, молекулярные технологии, жидкие кристаллы, приборостроение для нанотехнологии и метрологии.



- **Гонтмахер Евгений Шлемович**, доктор экономических наук, профессор, Институт мировой экономики и международных отношений имени Е.М. Примакова Российской академии наук. Научные интересы: изучение социально-политических процессов, регионалистика.



- **Гудилин Евгений Алексеевич**, доктор химических наук, профессор, член-корреспондент РАН, МГУ имени М.В. Ломоносова, заместитель декана Факультета наук о материалах МГУ, заведующий Кафедрой наноматериалов Факультета наук о материалах, заместитель директора НОЦ МГУ. Научные интересы: высокотемпературные сверхпроводники, материалы с колоссальным магнитным сопротивлением (КМС), наноматериалы.



- **Гусев Борис Владимирович**, доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РАН, президент Российской инженерной академии, президент Российского Союза общественных академий наук. Научные интересы: прочность материалов, оптимизация технических решений и технологий создания новых материалов, строительное материаловедение и технология строительных материалов.



- **Дубровский Давид Израилевич**, доктор философских наук, профессор, главный научный сотрудник Сектора теории познания Института философии РАН, профессор Философского факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, сопредседатель Научного совета РАН по методологии искусственного интеллекта. Научные интересы: проблемы «сознание и мозг», методологические вопросы развития информационных и когнитивных технологий.



- **Койфман Оскар Иосифович**, доктор химических наук, профессор, член-корреспондент РАН, президент Ивановского государственного химико-технологического университета, председатель Экспертного совета по органической химии ВАК. Научные интересы: синтез, исследования физико-химических свойств и применения макрогетероциклических соединений и их металлокомплексов.



- **Кривецкий Сергей Владимирович**, доктор философских наук, кандидат технических наук, профессор, ведущий научный сотрудник Института истории естествознания и техники имени С.И. Вавилова РАН, космонавт-испытатель. Научные интересы: аэрокосмическая деятельность, история и философия техники, «зеленые» технологии, эволюция технологий и техносферы, космическое будущее человека и человечества.



- **Куринный Александр Николаевич**, создатель и руководитель проекта NanoNewsNet.ru, член Центрального правления Нанотехнологического общества России. Сфера интересов: популяризация знаний в области нано- био- инфо- когно- науки, технологий, индустрии, информационно-аналитическая и просветительская деятельность в области высоких технологий.



- **Лютотский Николай Вадимович**, архитектор, лауреат Государственной премии РФ, лауреат премий Москвы 1999 и 2007 годов, творческий руководитель компании «Архитектурное бюро ЭЛИС».



- **Москалёв Игорь Евгеньевич**, кандидат философских наук, доцент, директор центра мониторинга качества образовательных программ ИГСУ Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации. Научные интересы: антропосоциальные проекции конвергентных технологий, управление будущим, теория сложных систем, управление социальными изменениями.



- **Ордин Станислав Владимирович**, старший научный сотрудник ФТИ им. А. Ф. Иоффе РАН, Заслуженный изобретатель СССР. Научные интересы: физика твердого тела.



- **Фиговский Олег Львович**, директор по науке и развитию INRC Polymate (Israel) и Nanotech Industries, Inc. (CA, USA), академик Европейской Академии Наук, президент Израильской Ассоциации Изобретателей. Научные интересы: нанокompозиты на основе полимерных, силикатных и металлических матриц, экологически безопасные материалы на основе наноструктур.



- **Чеклецов Вадим Викторович**, кандидат физических наук, сооснователь, исполнительный директор Российского IoT-центра (Russian Research Center on the Internet of Things).



- **Швец Виталий Иванович** – доктор химических наук, профессор, академик РАН и РАМН, профессор Кафедры биотехнологии и промышленной фармации Института тонких химических технологий Московского технологического университета. Научные интересы: физиологические и фармакологические свойства биологически активных соединений, получение диагностических и лекарственных препаратов с помощью нанобиотехнологических приемов, формирования эффективной системы подготовки современных кадров в этой области.



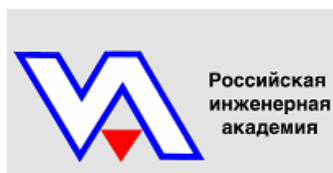
- **Юртов Евгений Васильевич**, доктор химических наук, профессор, член-корреспондент РАН, и.о. ректора Российского химико-технологического университета им. Д.И. Менделеева, заведующий кафедрой «Нанотехнологии и наноматериалы». Научные интересы: разработка и исследование свойств наноматериалов и наноструктур, физико-химия экстракционных систем.

Художник



- **Екатерина Никифорова.**

Журнал поддерживают и с ним сотрудничают:



[Российская инженерная академия](#)



[Российский союз научных и инженерных общественных организаций](#)



[Международный союз научных и инженерных общественных объединений](#)



ИНСТИТУТ
ФИЛОСОФИИ
РАН

[Научный совет РАН по методологии искусственного интеллекта](#)



[Ивановский государственный химико-технологический университет](#)



[Компания «НТ-МДТ Спектрум Инструментс»](#)



[Нанотехнологическое сообщество «Нанометр»](#)



[Российское on-line издание NanoNewsNet](#)



[Типография «Паблит»](#)



[Российский исследовательский центр Интернета вещей](#)



[Архитектурное бюро «Элис»](#)



[Нанотехнологическое общество России](#)

09

Колонка главного редактора

12

NBICS-конвергенция технологий: исторический обзор.
Часть I: 2001 - 2006гг.
Быков Е.М.

25

Введение в НБИКС-технологии
Кричевский Г.Е.

53

Методология науки
Ордин С.В.

66

«Сетевой путь» современной нано-техно-научной практики
Аршинов В.И.

78

Природные и искусственные конструкционные материалы
Берлин А.А., Шаулов А.Ю.

96

Прогнозирование прочностных характеристик адгезионных соединений в дисперсных системах
Кудрявцев П.Г., Фиговский О.Л.

122

Экологичные (чистые, «зелёные») аэрокосмические технологии и проекты: методика исследований, краткая история, перспективы
Кричевский С.В.

131

Дирижабли в качестве уникальной платформы для развития новых технологий и внедрения нестандартных технических решений
Гумаров В.А.

144

Экологическая архитектура, как результат синтеза технологий
Лютотский Н.В.

150

Актуальные вопросы профильного инженерного образования в школе: взгляд в будущее
Шахраманьян М.А.

156

Центры молодежного инновационного творчества – маршруты НБИКС
Ахметова А.И., Мешков Г.Б., Яминский И.В.

161

Наноиндустрия и высшее образование: задачи, проблемы, решения
Ахметова А.И., Яминский И.В.

165

New and Bestselling Lecture Notes and Books on NBICS-Technologies

Уважаемые читатели журнала «НБИКС-Наука.Технологии»!

Перед Вами первый номер нового журнала (пока в электронной форме). Мы, весь Редсовет, очень волнуемся, ждем от Вас объективной оценки (в том числе критической) о содержании журнала, эстетики его оформления, дизайна, удобства пользования журналом и, конечно, ответа на принципиальный вопрос о необходимости журнала такого направления.

Зачем, почему и для кого журнал «НБИКС-Наука.Технологии»? Журнала подобного названия и такого содержания нет ни в России, ни в мире. Имеется огромное количество специализированных журналов по всем наукам и технологиям конвергентного характера, то есть по нано-, по био-, по инфо-, по когно- и социальным технологиям. Но, не смотря на очевидное конвергентное взаимодействие и глубокое проникновение между ними, на возникающие от этой конвергенции синергии и сингулярности, не смотря на безусловное лидерство НБИКС-технологий в 6-ом технологическом укладе 4-ой научно-технической революции, не смотря на непредсказуемость (сингулярность) развития по крутой экспоненте научно-технического прогресса и возникающих, как следствие, многочисленных рисков (прежде всего, социально-этического характера), такого журнала до сих пор не возникло. Отсутствует публичная информационная платформа для обсуждения проблем технического, технологического, философского, социального, юридического характера, проблем межгосударственных отношений, токсикологической безопасности, экологии, устойчивого развития общества, необходимости развития зеленых (экологически чистых), синих (эффективное использование потенциала водоемов, включая мировой океан) и космических технологий, цивилизованного развития киберпространства и многих других проблем, системно связанных друг с другом.

В этом плане журнал «НБИКС-НТ» предоставляет информационную площадку для широкого круга российских и зарубежных авторов и читателей. В журнале будут публиковаться оригинальные научные материалы, научно-публицистические и научно-популярные статьи, содержание которых будет выходить за рамки одной области знаний и практик. Особое внимание будет уделяться вопросам образования (школьного и вузовского) под углом зрения необходимости междисциплинарного, межпредметного и межотраслевого характера обучения.

Мы отдаем себе отчет о тех трудностях, которые нам предстоит преодолеть, чтобы завоевать интерес будущих авторов и читателей. Содержание первого номера сформировано за счет внутренних резервов. Большинство статей написано членами редсовета, весьма авторитетными специалистами. В дальнейшем будем стараться привлекать и других отечественных и зарубежных авторов, не менее квалифицированных.

Мы долго шли к изданию этого журнала. Очень тщательно собирали команду единомышленников, специалистов высокого уровня в отдельных областях науки и практики, соответствующих каждой букве аббревиатуры названия журнала, людей не только авторитетных в своем научно-практическом ареале, но и способных выходить за рамки своих основных профессиональных интересов, не заकुкливаться в этом коконе, мыслить междисциплинарно, межотраслево. Да еще быть порядочным человеком, иметь свою гражданскую и жизненную позицию.

Направление НБИКС возникло в конце прошлого века на пике успехов нано-, инфо- и биотехнологий и укрепилось в начале этого века в Северной Америке, а затем получило развитие в Европе и в других странах. В России осознание важности этого научно-технологического кластера только в самом начале пути. При этом возникло два разных подхода к оценке значимости для будущего развития мирового и для России.

Одна группа влиятельных и очень активных научно-политических лидеров фокусирует внимание руководителей страны на рисках и опасностях НБИКС-технологий для национальной безопасности государства (сингулярность-непредсказуемость в широком смысле, трансгуманизм) и необходимости для преодоления отставания в этом направлении сосредоточить основную часть госинвестиций в одном научном центре.

Другие весьма авторитетные ученые РАН отвергают это направление, опасаясь, что оно претендует на слияние всех наук и технологий в один мегапроект. Они также говорят, что готовить специалистов по направлению НБИКС не представляется возможным при современной узкой специализации науки.

Какие тут могут быть возражения?

Сначала по поводу опасения о слиянии всех наук и технологий и практик в один мегапроект. Ни мировые лидеры НБИКС, ни сама жизнь не ставят вопрос о слиянии. Более того, разговор идет о взаимном глубоком проникновении и взаимовлиянии, при котором каждая область знаний и практик будет в этом участвовать со своими особенностями и инфраструктурой. Так конвергентно развивалась и функционирует живая природа. И, конечно, не следует готовить специалистов НБИКС на специальных кафедрах. Но включить в школьные и вузовские учебные планы основы НБИКС-технологий весьма полезно и актуально. Это позволит сформировать у школьников и студентов целостную, конвергентную междисциплинарную картину мира. Правда, начинать следует со школьных учителей и преподавателей вузов.

Что касается обозначенных рисков от НБИКС для национальной безопасности, вернее, отставания в этом направлении, то самые большие риски носят не внешний, а внутренний характер. Они, эти риски, возникают от общего, системного отставания отечественной науки, технологий и деиндустриализации страны.

Структура журнала «НБИКС-Наука.Технологии» призвана выполнять интегрирующую задачу и будет состоять из следующих блоков:

- Блок публикаций по всем составляющим НБИКС-технологий научно-технологического и научно-технологического характера с желательным выходом автора за пределы научно-отраслевой направленности с демонстрацией конвергентной связи с другими науками и практиками, входящими в НБИКС-комплекс, и, по возможности, нахождения эффекта синергии.

- Блок текстов общественно значимого характера, связанных с действием НБИКС-технологий в настоящее время и в будущем. Это вопросы организации науки, образования, управления социальными и другими рисками национального и международного характера.

- Информационный блок, в котором сообщается о выходе в свет книг, сообщается о прошедших и планируемых конференциях, семинарах, интересных инновациях в сфере НБИКС-технологий.

На стадии стартапа, в первых номерах журнала «НБИКС-НТ» будет делаться опора на статьи высококвалифицированных авторов (членов Редсовета) и привлеченных членами Редсовета квалифицированных специалистов.

В дальнейшем, с укреплением позиций журнала, мы надеемся на статьи широкого круга авторов разного возрастного, географического и профессионального спектра. Мы постарались сделать дизайн журнала эстетически привлекательным и эргономически удобным для пользователей, как молодых, так и не очень. Мы с удовольствием учтем все замечания и пожелания читателей по улучшению работы журнала

Главный редактор Герман Кричевский

NBIC-конвергенция технологий: исторический обзор. Часть I: 2001-2006 гг.

*Статья подготовлена при поддержке гранта РГНФ 15-03-00860а:
«Методология управления сетевыми структурами в контексте парадигмы
сложности».*

Быков Е.М.

*Сотрудник школы философии факультета гуманитарных наук
Национального исследовательского университета*

«Высшая школа экономики».

Адрес: 105066, Москва, ул. Старая Басманная, 21/4.

eugenius.solus@gmail.com.

Аннотация: В статье рассматривается история первого этапа (2001-2006) возникновения и распространения концепции NBIC-технологической конвергенции: сперва в США (2001), затем в ЕС (2003). Отдельное внимание уделяется проектному характеру NBIC как форсайту, связывающему прагматику частного сектора, решения государственных структур и приоритеты научно-исследовательских разработок. Демонстрируется роль в NBIC трансгуманистической темы «технологического улучшения человеческих способностей».

Ключевые слова: NBIC-конвергенция, форсайт, трансгуманизм, история NBIC

NBIC-Converging Technologies: Historical Overview.

Part I: 2001-2006.

Bykov E.M.

*Scientific researcher at the School of Philosophy of the Faculty of Humanities of
the National Research University — Higher School of Economics.*

Address: 21/4 Staraya Basmannaya str., 105066 Moscow, Russia.

eugenius.solus@gmail.com

Abstract: History of the first period (2001-2006) of emergence and spreading of the concept of NBIC Converging Technologies is observed in the given pa-

per. Special attention is paid to *projective* feature of NBIC as a foresight being, which helps to link pragmatics of private sector, decisions of governmental structures, and priorities of R&D in sciences with each other. Role of transhumanistic topic of “Enhancement / Improving of Human Performances” in NBIC project is also demonstrated.

Keywords: NBIC convergence, foresight, transhumanism, history of NBIC

Преамбула

NBIC-конвергенция технологий¹ – вне зависимости от природы возникновения её в публичном поле – один из самых значительных мегатрендов с начала XXI в., и нам, читателям этих строк, ещё предстоит увидеть его развитие в пару ближайших десятилетий.

Терминологический анализ показывает, что в России аббревиатуре «NBIC» только-только исполняется 10 лет (технически, первое упоминание имело место в 2006², хотя более признанное – с 2008 [22]). За это время конвергенция технологий успела возникнуть в США, покинуть их пределы, попасть в поле зрения ЕС, подвергнуться там комплексному анализу и вернуться в США (после финансового кризиса 2008—2010гг) на новом витке. В таких обстоятельствах невольно задаёшься вопросом: «Не опоздали ли мы, если события уже движутся полным ходом?» Отнюдь – и первый выпуск журнала «НБИКС НТ» успевает как раз вовремя.

В 2001 году, в самом начале формирования повестки NBIC, ключевые участники (взгляните на расшифровку аббревиатуры) сошлись во мнении, что N-V-I междисциплинарные области уже произвели *технологии*, а С, когнитивные, пока остаются в большей степени научными изысканиями. Ситуация изменилась в 2012/13 годах: «BRAIN Initiative» принята Обамой 2 апреля 2013³. Годом ранее (и тоже в апреле) Филип Рубин инициировал принятие конгрессом «White House’s Neuroscience Initiative»⁴ – в то же самое время, когда Евросоюз заявил о выделении 1,2 млрд. Евро на «Human Brain Project» [15]. Снова США и ЕС, снова потрясающая синхронность! Каждый из игроков анонсировал 5-летний (в среднем) период инвестиций в сотни научно-исследовательских проектов, с прицелом на построение: полных карт

¹ NBIC-конвергенция технологий (N – Нанотехнологии, В – Биотехнологии, I – Информационные технологии, С – Когнитивные науки; + англ. convergence – схождение в одной точке) – термин, предложенный в 2001 году Майклом Роко и Уильямом Бейнбриджем, США [6]. Конвергенция описывает мегатренд ближайших десятилетий, заключающийся во взаимном влиянии и взаимопроникновении технологий (в основном – 4х выделенных в аббревиатуре областей), когда границы между отдельными технологиями стираются, а многие результаты, интересные с научной и прикладной точек зрения, возникают при междисциплинарной работе. В качестве сопряжённых эффектов NBIC-конвергенции ожидаются также глобальные, ускоряющиеся изменения, затрагивающие социально-экономическое устройство сообществ и формы человеческой жизни.

² Онлайн-версия статьи: <http://transhuman.ru/biblioteka/filosofiya-religiya/konvergentsiya-tekhnologi>

³ <http://www.whitehouse.gov/the-pressoffice/2013/04/02/fact-sheet-brain-initiative>

⁴ <http://www.opencongress.org/bill/112-hr613/text>

нервных связей функционирующего мозга (США)⁵ и комплексной компьютерной симуляции когнитивных процессов человека (ЕС). В течение этого года заявленные сроки подходят к концу, так что – нет, мы ничего не пропустили: напротив, NBIC-конвергенция наконец-то входит в свою наиболее интегральную фазу!

А наш журнал, тематически первый в России, предлагает платформу, с которой прекрасно видны детали разворачивающихся панорам.

Не будет преувеличением сказать, что социальные сети распространения концепции NBIC-конвергенции в совокупности насчитывают свыше нескольких тысяч агентов: для полотна, способного запечатлеть их со всей возможной аналитической детальностью, нужна была бы отдельная монография – если не специальная серия хронологически выстроенных монографий. Опытный знаток журнальной риторики уже чувствует приближение литоты: разумеется, данная статья – *всего лишь* краткий обзор, “NBIC in brief” (или даже “NBIC in a nutshell”), и было бы ошибкой считать, что представленная на её страницах история заполняет все событийные лакуны. Но куда большей ошибкой было бы начинать с нуля, как если бы NBIC-конвергенция технологий не имела истории вовсе! Напротив, именно в исключительной современности, приближенности к настоящему моменту, заключается одно из достоинств этого процесса – тем более, что он до сих пор продолжается. Мы можем преодолеть этап «проб и ошибок», пройденный другими, если разберёмся, какими путями конвергенция заявляла о себе, мобилизуя лаборатории, правительственные департаменты, частный сектор.

Коль скоро намерения прояснены, следует сказать о форме их воплощения: данная статья задумана в двух частях (с возможным дополнением), первая из которых охватывает временной промежуток 2001-2006 гг. За этот период в США успели пройти все 4 ключевые встречи первой волны консолидации сторонников NBIC-конвергенции, а видение будущего, сформулированное в ней, уже пересекло границы Атлантики, привлекло внимание ЕС и получило первичную оценку экспертной группой высокого уровня. Дальнейшее исследование, проводимое несколькими коллективами учёных в ЕС в 2007-2009 гг., равно как и «возрождение» NBIC в США в 2011-2013 гг., как и распространение этой концепции на территории России в 2008-2016 гг., *получат освещение в статье #2 в следующем номере журнала.*

И, наконец, о способе подачи.

Разумеется, нужна историография: базовая хронология событий, данная участниками. Историография будет предшествовать каждому из блоков внутри статьи, но, по необходимости, в довольно компактном виде – строго говоря, если взглянуть на историографический текст как на аппарат, подобный сканирующему туннельному микроскопу, он имеет свою разрешающую способность. Иными словами, есть следы, всегда ускользающие от публичных отчётов (или даже специально затираемые ими): детали распространения

⁵ Включая методы изучения наиболее труднодоступного диапазона: от нескольких тысяч до нескольких миллионов нейронов.

NBIC-конвергенции, проговоренные в кулуарах конференций или запечатлённые во внутреннем документообороте США / ЕС, так и остаются в этих локальных сетях до тех пор, пока не проведены дополнительные ресурсоёмкие исследования. Тем не менее, масштабность процессов, поименованных аббревиатурой NBIC и приписанных к ней, такова, что даже публично видимый слой записей даёт корректную репрезентацию. Именно её я предлагаю расширить – причём расширить двойным образом.

NBIC-конвергенция вознеслась к бытию на крыльях двуглавого орла, одна из голов которого говорит голосом М.Роко⁶ (главы субкомитета по нанотехнологиям, учёного ранее, автора NNI и менеджера от науки, призывающего крупный высокотехнологичный бизнес к межотраслевой интеграции), а другая – голосом С.Бейнбриджа⁷ (социолога религии и сторонника трансгуманизма, публично заявляющего о важности телесного и когнитивного улучшения человечества технологически [2]). Такое сочетание может показаться парадоксальным, но, на мой взгляд, симбиоз прагматики и визионерства стал одной из причин, почему идея конвергенции распространилась столь широко: когда скептики подвергали сомнению «бесплодную футурологию», им предъявляли гранты на NBIC-разработки и потоки инвестиций – а, когда конвергенция критиковалась как «обычный бизнес-проект», на эту риторику отвечали пассажирами о новом Ренессансе наук, роли NBIC для цивилизации и радикальном изменении человека. И хотя – забегая вперёд, – группа экспертов из ЕС приступит к декомпозиции конвергенции, медленно затапливая описанную амбивалентность следствиями, развиваемыми из её же допущений, для расширения историографии эта двухголосица подходит прекрасно. Две линии, два мотива: в каких связях NBIC-конвергенция воплощалась на практике – и как менялся *образ* связи «человек-технология» внутри неё⁸. А, поскольку NBIC можно с высокой степенью уверенности называть технологическим форсайтом, мы знаем, к кому обращены голоса, советами и рекомендациями взывающие с сотен страниц: голоса эти обращены к стейкхолдерам в США и ЕС – различия между которыми также будут подчёркнуты.

2001-2006, США. Историография:

Впервые «конвергенция технология» обретает связь с NBIC-тетраэдром в названии симпозиума — “Converging Technologies for Improving Human Performances: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science”, организованного Всемирным центром оценки технологий (WTEC) 3-4 декабря в 2001 году по заказу Национального научного фонда США (NSF) – с последующим планерным совещанием и уточнением позиций 11 мая 2001 года. В симпозиуме участвовали высокопо-

⁶ https://www.nsf.gov/mobile/staff/staff_bio.jsp?lan=mroco&org=NSF&from_org=

⁷ <https://ieet.org/index.php/IEET2/bio/bainbridge>

⁸ Хотя отмечу сразу: в данной статье трансгуманистический аспект будет затронут в меньшей степени.

ставленные представители государственных департаментов и национальных лабораторий (32 чел.), академической науки (28 чел.), а также частного сектора (19 чел.) [6; Appendix A]. Самим фактом своего проведения мероприятие было обязано уже упомянутым «промоутерам» NBIC-конвергенции – представителям WTEC Майклу Роко и Уильяму Симсу Бейнбриджу.

Развивая выводы симпозиума, в 2003 году в Северо-Западном университете в Иллинойсе прошла рабочая встреча, ориентированная на реализацию коммерческого потенциала NBIC-технологий “Commercializing and Managing the Converging new Technologies”, собравшая приблизительно 90 участников. В их числе – профессорско-преподавательский состав и учёные национальных лабораторий (14 научных учреждений), представители правительственных агентств (6 федеральных: NASA, NSF, OSTP, DoC, DoE, Sandia), секторов юридического и венчурного капитала, а также бизнес-менеджеры, приглашённые из больших, средних и малых организаций (33 промышленных предприятия, считая сферу обслуживания и объединения) [10: Appendix 3, pp.369–371]

В последующие годы встречи, организованные WTEC, проходили в:

- 2003 – Лос-Анджелес [4],
- 2004 – Нью-Йорк [10],
- 2005 – Гавайи [13].

Вторая половина 2000-х отмечена паузой в работе WTEC-группы, связанной как с пробным периодом реализации планов предыдущих встреч, так и с Мировым финансовым кризисом 2008-2010 гг.

Начнём с простого вопроса: почему именно NBIC? Что делает данную комбинацию областей предпочтительной? Отсутствие альтернатив, состязавшихся бы с ней за «жизненное пространство». Впрочем, отсутствие на текущий момент отнюдь не означает отсутствия предшествующего выбора. Напротив, именно то, что он был сделан, позволяет скрыть все отвергнутые, словно их никогда не было. «У проекта NBIC-конвергенции были и альтернативные варианты: GNR (Genetics, Nanotechnology, Robotics), GRIN (GNR + Information), GRAIN (GNR + Artificial Intelligence), BANG (Bits, Atoms, Neurons, Genes) и др. Итоговый выбор, очевидно, продиктован наиболее широкой областью исследований и разработок, в рамках которой возможно осуществление практически любых капиталоемких исследовательских проектов» [23; с.57] Стоит отметить связь NBIC с вариантом BANG: Биты, Атомы, Нейроны и Гены – не что иное, как «тетраэдр редукций» каждой из NBIC-областей до их базовых объектов. Эта аббревиатура настолько однозначно дублирует конвергирующие технологические поля, что фигурирует в целом ряде NBIC-текстов [6: pp. 75, 82, 113; 11: p.48; 1: p.2; 18: с.18] – более того, именно BANG стал объектом гражданской критики [7]. Не менее интересен пример парадигмального трансгуманиста Р.Курцвейла, в чьей книге о наступлении Технологической Сингулярности конвергенция упоминается в версии GNR [9: Ch.5]. Впрочем, случаи подобного запаздывания редки: «время выбора аббревиатур» прошло, его следы неприметны, занесены тек-

стами, не имеют собственных голосов. Кому же обязаны они возникновением и селекцией? Тому, кто собирает центр, двигаясь по перифериям: речь о Майкле Роко и его команде.

«На передний край пропаганды нанотехнологий выдвинулось промышленное лобби, а на смену Э. Дрекслеру пришел М. Роко. Его выдвижению способствовали директор Национального фонда науки (NSF) Н. Лейн и особенно советник президента Б. Клинтона по экономическим вопросам Т. Калил. Именно с помощью последнего М. Роко собрал рабочую группу, которая к 1999 г. подготовила проект Национальной нанотехнологической инициативы (NNI), где нанотехнологии трактовались как стратегически важные, качественно новые способы миниатюризации, близкие к нанометрическому диапазону измерения. ... Тяжелая болезнь Р. Смолли с 2003 г. вновь вывела в центр лоббирования М. Роко, выступившего с новой идеей NBIC-конвергенции, еще более размывшей ключевой термин — нанотехнологии» [23; с.56]. С самого своего возникновения NBIC опирается на «целостное видение природы на наноуровне» [6; pp. ix, 1] как на своего рода «здоровую форму редукционизма»: более того, и зарубежные [14; 8; 1], и отечественные исследования [17; 21] неоднократно подчёркивали, что NBIC-технологическая конвергенция фундирована нанотехнологиями: N→BIC.

Чтобы убедиться в этом, достаточно ознакомиться с исходным сборником Роко и соавторов, подготовившим почву для NNI [12] – в частности, эффект осцилляции между визионерским масштабом и конкретными шагами реализации присутствует уже там. Исходя из логики развития подобных проектов, начинает казаться по-своему естественным и ожидаемым, что NBIC-конвергенция «прежде всего, амбициозный мегапроект межотраслевой интеграции крупного, наукоемкого, высокотехнологичного бизнеса, а никак не «объективный» процесс интеграции и синергии естественных нанонаук. ... [она] нацелена на лоббирование ... увеличения бюджетных расходов на широкий спектр исследований в сфере высоких технологий и их эффективное «освоение» [23; с.57]. Однако, на мой взгляд, всецело придерживаться подобной точки зрения означало бы соглашаться на дихотомию между «найденным/сделанным», естественным/искусственным – дихотомию, стремительно устаревающую, когда речь касается технологических форсайтов.

Вернёмся к нанотехнологиям, чтобы высветить противоположный полюс – научную объективность / технологическую неизбежность. Да, действительно, научная картина мира настаивает на фундаментальности атомарно-молекулярного уровня как базового для манипулирования в производственных процессах. Логично тогда, что, как бы не развивались технологии обработки материи, рано или поздно они придут к нанометровому диапазону. Вот только в условиях реальных лабораторий наноредукционизм – это объективистская *дедукция* из используемых теорий, нежели полноценно освоенный практикой инструментарий (как это обычно бывает с объектами технаук, где технологии сразу теоретически нагружены, а теоретические объекты без технологий ненаблюдаемы [19]). В частности, из конфликта 2х этих очевид-

ностей в начале 2000х вырастают дебаты Дрекслера-Смолли о возможности создания наноассемблеров [3]. В случае NBIC проделанное рассуждение означает, что BANG-тетраэдр редуций – значительный, но никак не исключительный компонент, не причина конвергенции технологий. Однако сказать, что NBIC-конвергенция – всецело социально-политический конструкт, означало бы попасть в ловушку прямо противоположного клише! «Натуралистическое» и «лоббистское» прочтения NBIC процессуально симметричны: «объектность» NBIC-технологий – сопротивляющийся материал, не допускающий трактовки конвергенции как всецело произвольной (даже по сегодняшнему числу пересечений), но даже при этом их недостаточно для воплощения самих себя в заявленном WTEC объёме. Лоббирование же, подразумевающее «самоисполняющийся сценарий», – не характеристика конвергенции, но одна из процессуальных компонент, входящая в её состав. Более того, вопрос ведь не в чисто технологическом тренде – а в том, каким стейкхолдеры хотят видеть будущее, воплощающееся по мере реализации тренда. Иными словами, NBIC-конвергенция и *случится* сама по себе, и *нет*: случится – потому что на это указывают сциентометрические индикаторы [11], прогнозы экспертных сообществ [1: Appendix A; 20: с.177] и прочие акторы, которым предписывается бесстрастность; нет – потому что, бесконтрольно идя своим чередом, конвергенция предстанет «фрактальным ящиком Пандоры», хаотично выбрасывающим содержимое (в виде новых ящиков) в во все стороны. Порождая проблемы на каждом шагу, она будет непредсказуемо опасна из-за умножающегося числа технологических взаимоусиления, выплёскивающихся на рынок – поэтому даже в версии США к форсайту масштабно привлечено правительство: NBIC-образ будущего продвигают 2 высокопоставленных представителя NSF, действующих при посредничестве WTEC-центра. Последний, кстати, не только свидетельствует о себе как мощном аналитическом центре (с ориентацией на внутреннюю высокопоставленную клиентуру США)⁹, но и, со своего возникновения в 1988г., на протяжении более 70 отчётов оттачивал формат подачи материалов, адаптируя его для целевых аудиторий – равно как и расширял свою включённость в неформальные сети принятия государственных решений¹⁰.

При этом заметим, что форсайт-группа с центром в лице двуликого Бейнбриджа-Роко в течение первого этапа позиционировала государственные структуры США скорее как «опорные точки» для последующего насыщения NBIC-технологиями наукоёмких рынков – а также как необходимые в этой связи «устройства канализации» для удержания складывающихся рынков от рисков саморазрушения. Данный вывод основывается на способах реализации группой Роко NNI, широкой представленности среди участников WTEC-симпозиумов высокотехнологичных секторов экономики, банковской сферы и венчурных фондов.

⁹ Миссия WTEC – информировать учёных, инженеров и высокопоставленных политиков США о глобальных трендах в науке и технике.

¹⁰ Следует уточнить, что сам Роко в качестве администратора прошёл уникальную траекторию, но при этом не выстраивал WTEC заново, а использовал многое из уже сложившейся разметки.

Предложенное понимание довольно хорошо коррелирует с материалами симпозиумов. Так, опубликованные результаты 1го из них, прошедшего в 2001, крайне неоднородны [6] – в нём NBIC запечатлён как масштабный (как минимум по количеству собранных воедино сил!), но довольно сырой проект. Мы можем выделить отдельные рекомендации, хотя их дают не все авторы, равно как зачастую неясны и адресаты немногих данных. Разделение в каждом из 6 блоков материалов на 2 категории, «утверждения» и «видения», недостаточно хорошо прописано – многие утверждения смешиваются с видениями, или являются ещё более визионерскими! Часть утверждений описывает сегодняшнюю ситуацию в сфере NBIC-технологий, они адресованы всем участникам (чтобы было представление, что с чем и как конвергирует). Визионерские перспективы в большей части адресованы бизнесу – чтобы дальнейшие направления развития и рынки были анонсированы с самого начала. Варианты техномодификации человека, будь то в составе военно-стратегических планов или повышения образовательных способностей индивидов, в целом одобрительны, их следствия социально и экономически прибыльны. 1-й симпозиум продвигает оптимистичную картину NBIC-будущего.

По результатам встречи в Илинойсе в 2003 усиливается ориентация на бизнес (собственно, это – основная повестка) [10: Appendix 3]. Более того: озвучен интерес к созданию Ассоциации Конвергирующих Технологий, команд по подготовке «дорожных карт», проведению новых рабочих встреч. Присутствует ощущение, что материал для участников довольно свежий, поэтому в числе запросов приоритетен «инструментарий отслеживания трендов, адекватный процессам конвергенции». Среди целей ближайшего будущего фигурируют повышение координации между заинтересовавшимися игроками (в т.ч. поиск посредников для вовлечения в идущие проекты и переговоров между участниками рынка), как и рост числа коллабораций бизнес-проектов с наукой.

Лишь материалы встречи, состоявшейся в 2004, дают на порядок более сбалансированную картину [10]. Сборник открывает блок из 4-х статей – организационно-экономические советы по управлению конвергенцией (см. название сборника, оно говорит само за себя), а также ответ частному сектору по поводу «критериев разметки» NBIC, метрики, способов прослеживания трендов. Ещё 3 статьи – блок вызовов («проблем перевода» между субдисциплинами или распространением NBIC в развивающихся странах), а это уже мощно считать конкретными и вполне определёнными проблемами, возникающими только у проектов, прошедшими начальные фазы. Однако о зрелости NBIC-конвергенции как рефлексивного форсайта свидетельствуют оставшиеся 11 статей – в них возросло внимание визионерству с уклоном в анализ социальных рисков: то, чего было довольно мало по итогам симпозиума 2001 года и практически не было в 2003 году¹¹. Четыре из них касаются этических вопросов изменения мозга и когнитивных технологий перестраи-

¹¹ Забегая вперёд – материалы этого сборника были подготовлены уже после доклада Нордмана из ЕС, т.е. организаторы оценили необходимость учесть мнения европейских коллег (см. далее).

вания субъектов (область т.н. «нейрополитики» и её перспективы), три обнаруживают неожиданные пересечения IT-сферы с социальными / когнитивными науками, и заключительные четыре посвящены социальным, юридическим и этическим последствиям конвергенции технологий.

Столь возросший ажиотаж вокруг «нейрополитики» может показаться странным: разве могли быть неочевидны неоднозначные последствия бурного развития нейронаук (в связке с другими технологиями NBIC) ещё на симпозиуме 2001 года, где целых три сообщения посвящены мозг-компьютерным нейроинтерфейсам? На мой взгляд, ответ заключается в том, что техномодификация людей, понятая в сильном смысле, может быть не самой привлекательной перспективой для инвестиций (напротив, она скорее озадачивает) – а, в случае государственных аппаратов, даже заострять вопросы о переопределении принципов организации политического поля и существующих в нём субъектов.

И, если мы хотим понять, как выглядят действия государственных аппаратов, обративших на NBIC пристальное внимание, самое время переходить к рецепции идеи «конвергирующих технологий» в ЕС.

2003-2006, ЕС. *Историография:*

Термин, запущенный в оборот в США, покинул их пределы довольно быстро. «За симпозиумом 2001 года в США последовали – как минимум, частично – вдохновлённые схожими идеями симпозиумы: с 2003 года в Канаде и Азии (Корея, Япония, Тайвань)¹² и с 2004 года в Европе (ЕС, Испания, Нидерланды)» [10, p.14]

Впервые конвергирующие технологии (аббревиатура СТ используется в ЕС чаще, чем NBIC) привлекают внимание Еврокомиссии в июне 2003 года, о чём свидетельствует 2-й информационный бюллетень «Foresighting Europe»¹³ – её подразделение по форсайту науки и техники (в составе Генерального директората по исследованиям и инновациям): «Для рассмотрения вопросов, поставленных в США NBIC-отчётом, Еврокомиссия планирует учреждение группы экспертов высшего уровня (High Level Expert Group, HLEG) по конвергирующим технологиям» [5, p.9].

Этот план воплощается в декабре 2003 года основанием HLEG – с исследовательским планом под названием «Foresighting the New Technology Wave». Коллектив учёных и экспертов работает над созданием отчёта вплоть до июля 2004 года, после чего его представляет Еврокомиссии Альфред Нордман.

¹² Распространение концепции NBIC-конвергенции в странах Азии, имевшее место в период 2001—2006, не проведено из-за труднодоступности первоисточников. Как отмечают Бейнбридж и Роко, «подход азиатских коллег куда больше сконцентрирован на технологическом развитии [а европейский – на социальных последствиях]» [ibid]. Детальный обзор NBIC-конвергенции в Тайване представлен в [16]

¹³ https://cordis.europa.eu/pub/foresight/docs/for_newsletter2.pdf

1. Состав группы: 25 человек – под руководством Кристины Брюлан с Альфредом Нордманом в статусе официального докладчика.
2. Четыре (формально) проведённые встречи: 2-4 февраля, 14-15 апреля, 6-7 мая и 16-17 июня (последняя – особенно дискуссионна). Доклад подготовлен на основе групповых обсуждений, индивидуальных статей членов группы, тренировочного сценария и отчётов 4х подгрупп.
3. Передача доклада на рассмотрение: июль, 2004 года [5, p.2]

В докладе наблюдается характерное терминологическое отличие, которое только усилится в ЕС в последующие годы: речь о позиционировании СТ как СТЕКС (Converging Technologies for the European Knowledge Society, СТ для европейских обществ знания), в составе которых СТ определены как «технологии и системы знаний о возможностях, делающие друг друга [принципиально] возможными в достижении совместной цели» [5, p.12]. Новому определению сопутствует также инициатива WiCC (Widening the Circles of Convergence, расширение кругов конвергенции).

Поскольку выводы отчёта HLEG, несмотря на ряд уточнений, подтверждали заявленные WTEC масштабность и значимость конвергирующих технологий как для ближайшего, так и отдалённого будущего ЕС, рекомендация Еврокомиссии по включению развёрнутого исследования СТ в ближайшие планы выполняется уже в бй Рамочной программе – учреждением, по крайней мере, двух экспертных групп социологического профиля.

Отдельным этапом рецепции идеи NBIC можно также считать рабочую встречу 27 июня 2006 года, на которую было приглашено 13 экспертов (учёных из различных областей), один из них – трансгуманист Н.Бостром из оксфордского Института Будущего Человечества. По материалам встречи ETAG (European Technology Assessment Group) подготовила доклад “Technology Assessment on Converging Technologies”¹⁴, в рамках которого с различных сторон рассматривались перспективы негативных и позитивных сценариев технологической модификации человека, реализуемые NBIC-технологиями.

Перехватывая дескриптивную монополию на NBIC у США в 2004 году, ЕС уже не находится в положении *tabula rasa*: концепция NBIC-конвергенции произведена и озвучена, став перемещаемой. При этом для Еврокомиссии, (центрального аппарата принятия решений для государств-членов ЕС, когда речь идёт о мегатрендах) NBIC-образы будущего, обещающие множество масштабных трансформаций социального, оказываются крайне существенны. Поэтому в ЕС экспертный обзор HLEG призван улучшить прогностические способности Еврокомиссии: как и доклад ETAG, оба этих документа адресованы бюрократическим аппаратам и политическому истеблишменту.

Формулируя во введении [5, pp.5–6] и детализируя в заключении [*ibid*, pp.51–55] предоставленного отчёта список из 16 рекомендаций Еврокомиссии, HLEG распадается, вскоре «исчезая из игры», тогда как рекомендации продолжают свой путь до адресата вплоть до воплощения. С самого начала

¹⁴ https://www.itas.kit.edu/downloads/etag_beua06a.pdf

HLEG, не будучи даже устойчивой группой NBIC-форсайта, всё же создаёт повестки, различимые Еврокомиссией как значимые ориентиры в выстраивании политики относительно конвергирующих технологий.

Не представляя, как Роко, интересы высокотехнологичной промышленности, группа балансировки NBIC в ЕС не нуждается в стабилизации NBIC-концепции посредством наноредукции – что приводит к увеличению концептуальной гибкости. Отказ от логики NBIC, фундированной BANG-тетраэдром, при анализе СТ позволяет экспертам расширить саму структуру концепта: СТ из NBIC превращаются в упомянутые СТЕКС (вместе с WiCC, где WiCC – не самостоятельная программа, но 3-5-летняя расстановка «тематических приоритетов» для СТЕКС). Так, довольно кумулятивно и обтекаемо WiCC включает в себя «здравоохранение, образование, информационные и коммуникационные инфраструктуры, энергетику и заботу об окружающей среде» [*ibid*, Part 3, §2.1], или, точнее: «... развитие новых поколений чистых и экономичных воздухоплавательных средств к 2020 году; развитие водородных сетей [снабжения] и топливных элементов, изготовление электроники на наноуровне, инвестиции в будущие мобильные и беспроводные технологии и приложения, прирост совместных усилий в отношении встроенных систем, равно как и в отношении технологий получения солнечной энергии, а также Европейской координируемой программы высшей химии – для разнообразного промышленного применения и социальных целей» [Research in the Financial Perspectives 2006-2013: Commission Proposals (February 2004) [*ibid*, p.44]]. Как можно заметить, доклад HLEG адресован и рынку, но уже вторично, через приоритеты, которые расставит Европарламент.

Обобщая сказанное: управление наукой в ЕС более государственно ориентировано, чем частно-предпринимательские стратегии США, поэтому, предполагая в перспективе NBIC-конвергенции изменение не только социального ландшафта в целом, но даже самих людей – за счёт технологических модификаций¹⁵ – Еврокомиссия нуждается в исследовании-декомпозиции, чтобы понять, из чего конвергенция «была собрана». Даже «расширение кругов конвергенции» оказывается возможным в силу того, что HLEG, в отличие от форсайт-группы WTEC, не требуется поддерживать жизнеспособность WiCC. Оперативно самоустраняясь из возникновения последней, HLEG закладывает формат периодически складывающихся и распадающихся экспертных групп, которым предстоит (через посредничество WiCC как ведомства, план которого также был предложен в том же документе) продолжать работу «балансировки NBIC» в версии ЕС в 2х комплексных исследованиях, проведение которых запланировано на 2007-2009гг.

¹⁵ Как показывает доклад ЕТАГ, тема изменения людей – вплоть до возникновения новых сенсорно-когнитивных видов, интеграции с искусственными интеллектами и пр. – рассматривается более чем всерьёз. В частности, поэтому созданные ЕС эксперты предпочитают избегать полярных радикализаций «оптимизма трансгуманизма/ ультраконсерватизма биолуддизма» и находят 3-й путь, смешанно-реалистичный. Они делают акцент на том, что на практике постепенное внедрение технологий модификации умножало бы число публичных реакций на них, нежели уменьшало, сводя до 2-х крайних – и, очевидно, от предсказательных способностей институтов устойчивого развития ЕС зависит, какую роль они могли бы играть в этом процессе.

Библиография

1. Andler D., Barthelmé S., Beckert B., Blümel C., Coenen C., Fleischer T., Friedewald M., Quendt C., Rader M., Simakova E., Woolgar S. Converging Technologies and their impact on the Social Sciences and Humanities. Final report of the CONTECS project. 2008 (May) [Online: <http://www.contecs.fraunhofer.de>]
2. Bainbridge W. The Transhuman Heresy // Journal of Evolution and Technology. 2005. Vol.14. №2. pp.91–100.
3. Bueno O. Drexler-Smalley Debate on Nanotechnology; Incommensurability at Work? // HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry. 2004. Vol.10, №2. pp. 83–98.
4. Coevolution of Human Potential and Converging New Technologies / Roco M.C., Montemagno C. (eds.). Annals of the New York Academy of Science (NYAS). Vol.1013. 2004.
5. Converging Technologies – Shaping the Future of Human Societies / Nordmann A. (rapporteur). European Commission Research, High Level Expert Group (HLEG) —Foresighting the New Technology Wave||, Report Brussels, 2004.
6. Converging Technologies for Improving Human Performance / Roco M.C., Bainbridge W.S. (eds.). Arlington, VA: NSF/DOC-sponsored report, 2002. [Dordrecht (Netherlands): Kluwer, 2003]
7. ETC (Gr.). The Big Down: From Genomes to Atoms. Winnipeg, Canada: ETC Group, 2003.
8. Fuller S. Research trajectories and institutional settings of new converging technologies // (WP 1) KNOWLEDGE NBIC. Knowledge Politics and New Converging Technologies: A Social Science Perspective / Deliverable 1: Research trajectories and institutional settings of new converging technologies. European Commission FP6 project, 2008. [Online: www.convergingtechnologies.org], pp. 7–40.
9. Kurzweil R. The Singularity Is Near: When Human Transcend Biology. NY: Penguin Books, 2005.
10. Managing Nano-Bio-Info-Cogno Innovations: Converging Technologies in Society / Bainbridge W.S., Roco M.C. (eds.). Berlin: Springer, 2006. (a)
11. Michelson E. Measuring the Merger. Examining the Onset of Converging Technologies // (Bainbridge and Roco (eds.)), 2006a), pp.47–70.
12. Nanotechnology Research Directions: Vision for nanotechnology R&D in the next decade. Roco M.C., Williams R.S., Alivisator P. (eds.). 1999 [<http://www.nsf.gov/crssprgm/nano/reports/nano2/chapter09.pdf>]
13. Progress in Convergence: Technologies for Human Wellbeing / Bainbridge W.S., Roco M.C. (eds.). Annals of the New York Academy of Science (NYAS). Vol.1093. 2006. (b)

14. Schmidt J. Knowledge Politics of Interdisciplinarity. Specifying the type of interdisciplinarity in the NSF's NBIC scenario // Special Issue: Converging Science and Technologies: Research Trajectories and Institutional Settings. // Innovation: The European Journal of Social Science Research. Luce J., Giorgi L. (eds.). 2007. №20(4). [Online: <http://www.tandfonline.com/toc/ciej20/20/4>], pp. 313–328.
15. The Human Brain Project. A Report to the European Commission / Walker R. (ed), Markram H. (coord.); The HBP-PS Consortium, Lausanne, 2012 (april). [Online: https://documents.epfl.ch/groups/h/hb/hbp-medi-abox/www/Documents%20and%20releases/HBP_flagship_report_for_Europe.pdf]
16. Tzeng A. The Governance of the Emerging Technologies in Taiwan // KNOWLEDGE NBIC. Knowledge Politics and New Converging Technologies: A Social Science Perspective / Deliverable 2: Knowledge Policies and Politics and the NBIC Field. European Commission FP6 project, 2009. [Online: www.converging-technologies.org], pp.122–150.
17. Аршинов В.А., Горохов В.Г., Чеклецов В.В. Нанозтика – конвергенция этических проблем современных технологий или пролегомены к постчеловеческому будущему? // Эпистемология и философия науки. 2009. Т. XX. №2. С.96–112.
18. Аршинов В.И., Горохов В.Г. и др. Социально-философские аспекты наномедицины: перспективы, проблемы, риски (материалы круглого стола) // Философские науки. 2009. №11. С.5–29
19. Горохов В. Нанотехнологии. Эпистемологические проблемы теоретического исследования в современной технонауке // Эпистемология и философия науки. 2008. Т. XVI. №2. М.: Альфа. С. 14–33.
20. Громов А. Новые движущие силы развития нефтегазового комплекса // Журнал НЭА (Новая Экономическая Ассоциация). 2012. №4(16). С.176–180.
21. Ковальчук М. Конвергенция наук и технологий – прорыв в будущее // Российские нанотехнологии, 2011, Т.6 (№1-2), С.13–23.
22. Медведев Д., Удалова (Прайд) В. Феномен NBIC-конвергенции: Реальность и ожидания // Философские науки. 2008. №1. С.97–117.
23. Фролов Д. Институциональная логика технологического прогресса (случай нанотехнологий) // Journal of Institutional studies (журнал институциональных исследований) Т.4, №1. 2012. С.49–64

Введение в НБИКС-технологии

Кричевский Г.Е.

*доктор технических наук, профессор,
Вице-президент Нанотехнологического общества России,
gek20003@gmail.com*

Аннотация: данная статья является частью книги «НБИКС-технологии для Мира и Войны» (Г.Е. Кричевский, Ламберт, 2017, 634 с.). В статье рассматриваются основы НБИКС-технологий, приводятся основные термины и понятия этого комплекса науки и техники (конвергенция, дивергенция, синергия, сингулярность), подчеркивается, что междисциплинарность является трендом современного развития науки, техники и общества, указываются перспективы развития НБИКС-технологий в XXI веке. Если по-простому, одной фразой сказать, чем занимаются специалисты каждой составляющей NBICS-технологий, то получится где-то так: ученый когнитивист – думает, ученый нанотехнолог – делает, ученый биотехнолог – вооружает, ученый информатицист – мониторит и контролирует, ученый социолог – обращает успехи технологий на пользу человека и общества. Конечно, все эти специалисты, а не только когнитивисты, думают, и все они, а не только нанотехнологи, делают, а все вместе они творят будущее человечества.

Ключевые слова: НБИКС-технологии, нанотехнологии, биотехнологии, междисциплинарность, конвергенция.

Introduction to NBICS-Technologies

Krichevsky G. E.

*Doctor of Technical Sciences, Professor,
Vice-President of Nanotechnological Society of Russia,
gek20003@gmail.com*

Abstract: This paper is the part of book «NBICS-Technology for Peace and War» (Г.Е.Кричевский Lambert Academic Pbl.2017, 634 p.).This paper considers the Base of NBICS-science and technology, basic terms and concepts of this complex (convergence, divergence, sinergie, singularity) of this field of science and technology. The transdisciplinarity is very important for this cluster of science and practies. There are schemes of transdisciplinarity in every one of NANO-, BIO-, INFO-, COGNO-, SOCIO- Science and Technology and between them. There are forecasts of the best known scientists in the world in innovations by NBICS-Technology for XXI centure.

Keywords: NBICS-technologies, nanotechnology, biotechnology, transdisciplinarity, convergenc.

Определения и понятия NBICS-технологий

Очевидно, что в первую очередь необходимо дать определение всем ключевым словам составляющим NBICS-технологии. Для всех них существует множество определений, но мы для краткости вначале ограничимся по одному для каждого, самому простому и четкому.

Нанотехнологии. Если при уменьшении объема какого-либо вещества по одной, двум или трем координатам до размеров нанометрового (10^{-9}) масштаба возникает новое качество, то эти образования следует отнести к наноматериалам, а технологии к нанотехнологиям.



Рис. 1 Связь нанотехнологий с различными областями науки.

Нанотехнологии в настоящее время – основной мегапроект в области науки и практики, в большей степени, чем информационные и биотехнологии, являются локомотивом всего NBICS-кластера. Нанотехнологии продолжают экспоненциально развиваться по вертикали от науки к технологии, горизонтально расширяясь в такие области как сельское хозяйство, текстиль, отдых, спорт, нанофотоника, метаматериалы, спинтроника и многое другое, про что мы сейчас даже не догадываемся. Нанотехнологии позволяют создавать и реализовывать принципиально новые проекты венчурного характера, открывать производства с принципиально новыми методами: 3d-печать, прототипирование и прочее.

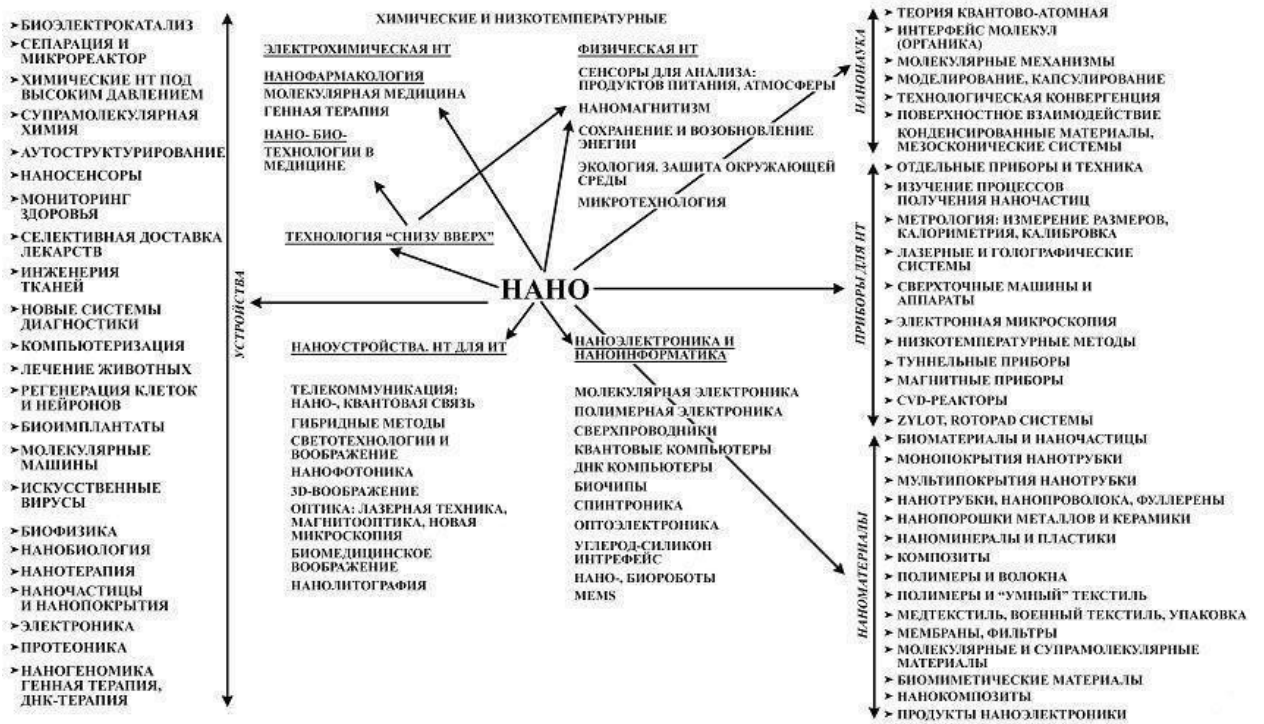


Рис. 2 Цели нанотехнологий.

На рис. 1 показана связь нанотехнологий с различными областями науки и практики. На рис. 2 показано, какие творческие цели ставились, решались и будут решаться в сфере нанотехнологий в период 2000-2030 годов.

Биотехнологии. Использование живых организмов, их систем или продуктов их жизнедеятельности для решения технологических задач, а также возможности создания живых организмов с необходимыми свойствами методом генной инженерии.

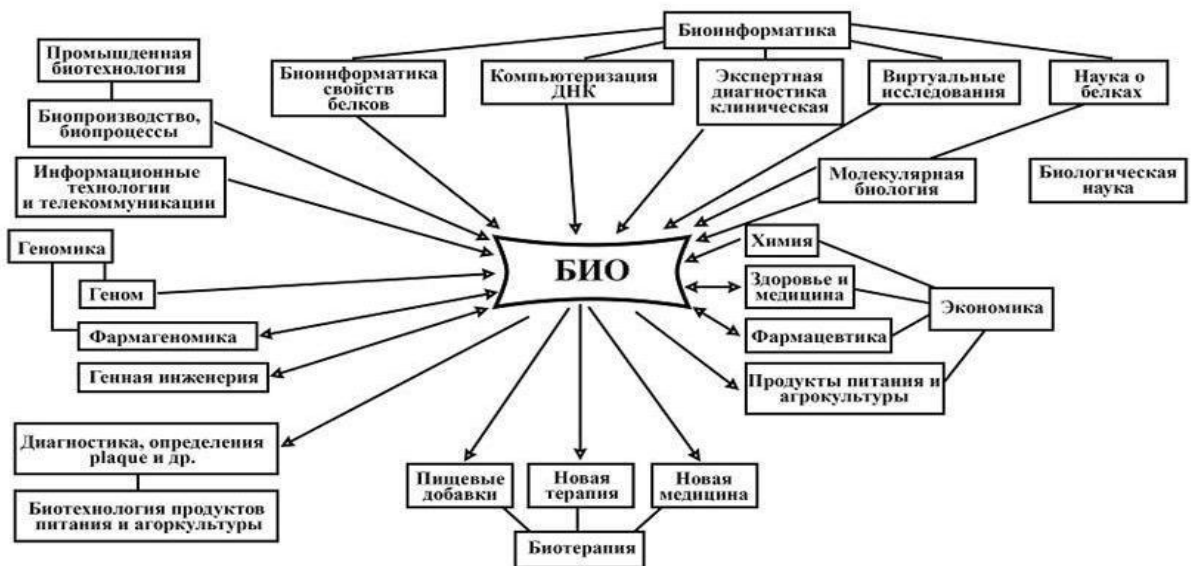


Рис. 3 Связь биотехнологий с различными областями науки и практики.

Биотехнологии использовались человеком эмпирически в производстве продуктов питания (молочнокислая продукция, хлеб, алкогольные напитки и другое) еще на самых ранних стадиях цивилизации. Современные биотехнологии и, конечно, генная инженерия, энзимология в разных областях (медицина, производство лекарств, продуктов питания) научно обоснованы и широко используются с середины XX века.

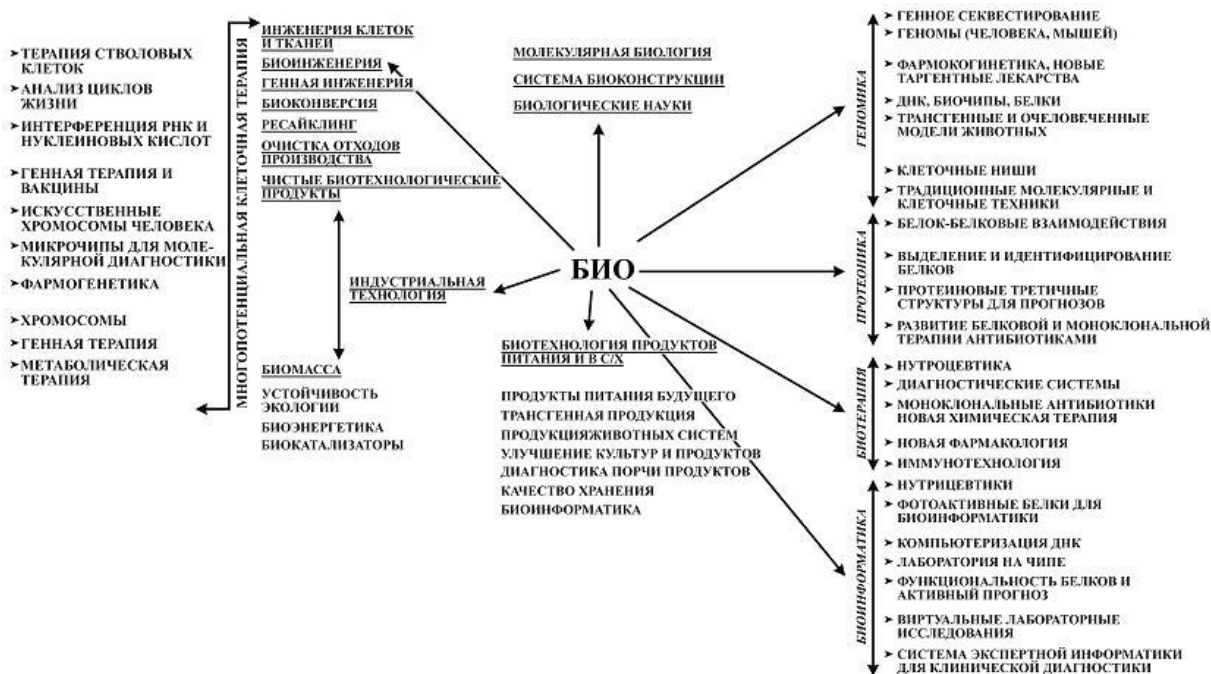


Рис. 4 Цели биотехнологий.

На рис. 3 показана связь биотехнологий с различными областями науки и практики. На рис. 4 показано, какие творческие цели ставились, решались и будут решаться в сфере биотехнологий в период 2000-2030 годов.

Информационные технологии. Методы эффективной обработки, хранения, анализа и использования информации. Одна из самых молодых технологий середины прошлого и начала XXI века, без которой невозможно представить жизнь современного человека (интернет, мобильные телефоны и другое).

Когнитивные технологии. Познание, изучение, осознание умственных и чувственных функций человека и животных. Тесно связаны с успехами биологии, физиологии, психологии. Оформились в самостоятельные направления в конце XX века. Когнитивная наука изучает процесс познания – как мы воспринимаем мир, как мыслим, на что обращаем внимание.

На рис. 5 показана связь когнитивных технологий с различными областями науки и практики. На рис. 6 показано, какие творческие цели ставились, решались и будут решаться в сфере когнитивных технологий в период 2000-2030 годов.



Рис. 5 Связь когнитивных технологий с различными областями науки и практики.

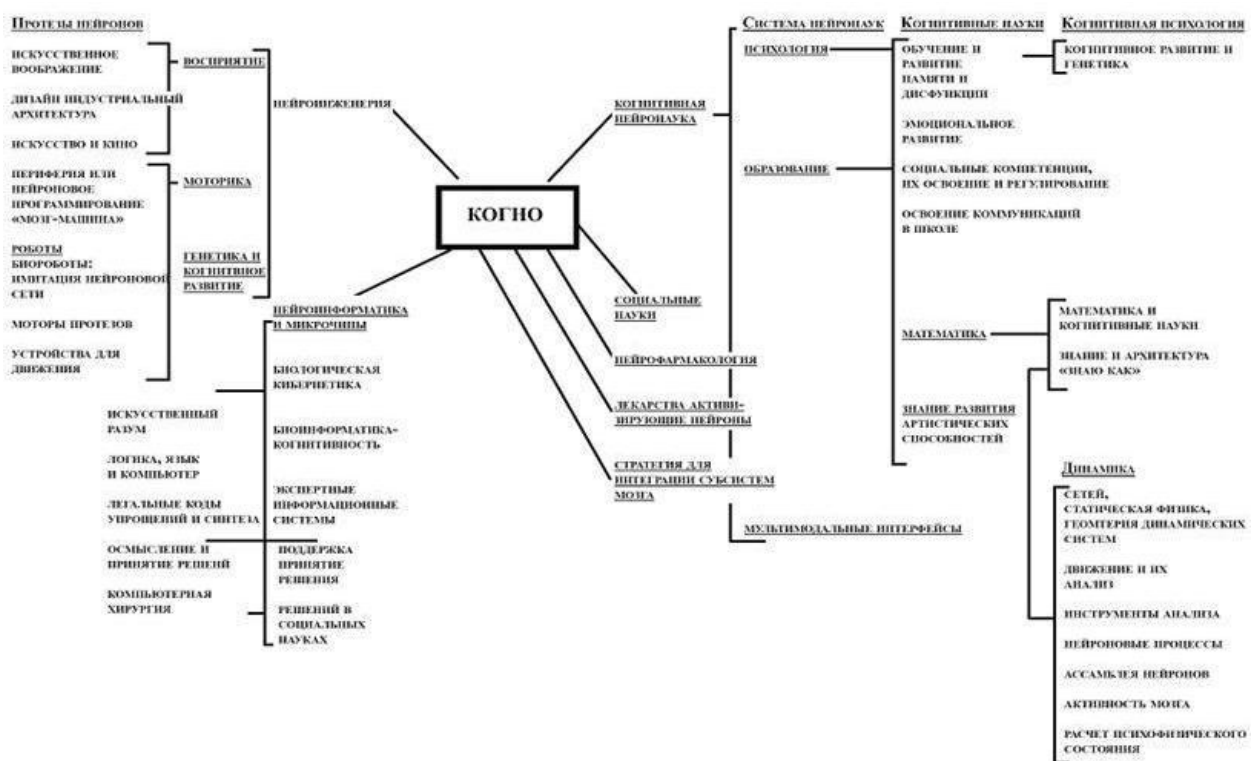


Рис. 6 Цели когнитивных технологий.

Социальные технологии. Методы решения социальных проблем, направленных на формирование условий жизни и развития общества, общественных отношений, социальной структуры с целью обеспечения потребностей человека, создания условий для реализации его потенциальных способ-

ностей и интересов с учетом одобренной обществом системы ценностей и взаимосвязи между общественным прогрессом и экономическим развитием.

Если по-простому, одной фразой сказать, чем занимаются специалисты каждой составляющей NBICS-технологий, то получится где-то так: ученый когнитивист – думает, ученый нанотехнолог – делает, ученый биотехнолог – вооружает, ученый информационщик – мониторит и контролирует, ученый социолог – обращает успехи технологий на пользу человека и общества. Конечно, все эти специалисты, а не только когнитивисты, думают, и все они, а не только нанотехнологи, делают, а все вместе они творят будущее человечества.

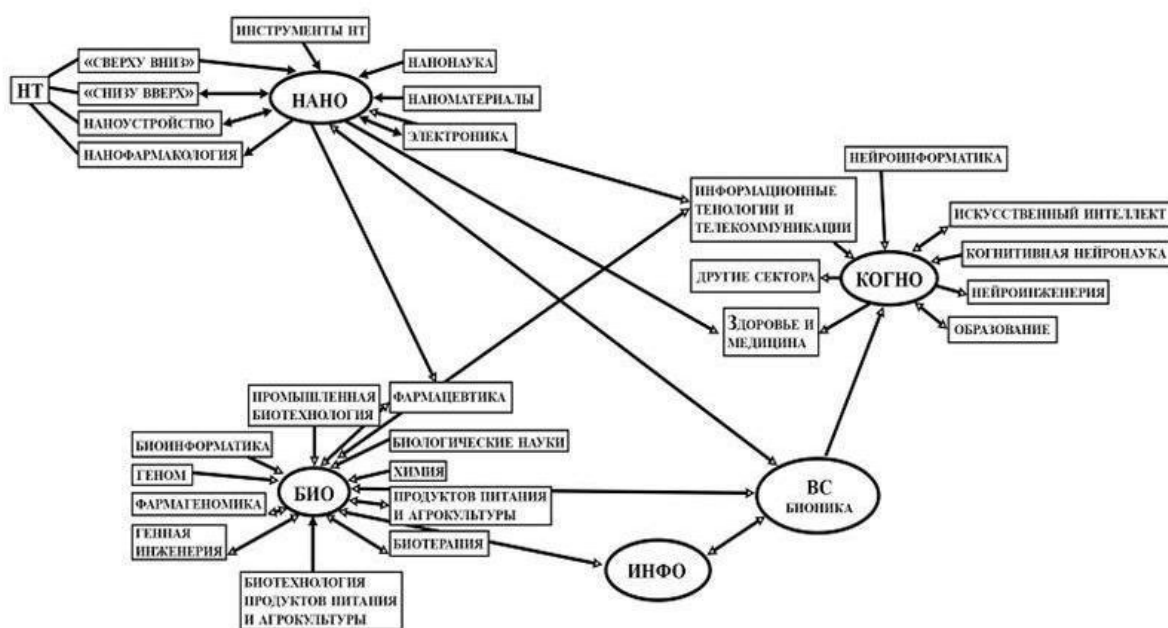


Рис. 7 Связи внутри NBICS-технологий.

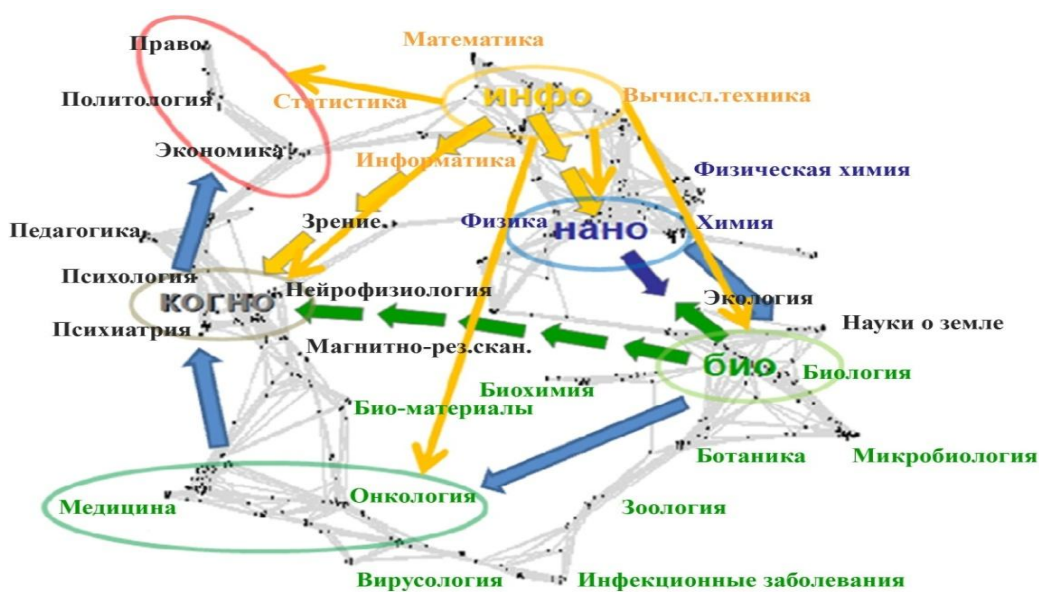


Рис. 8. Связи между NBICS-технологиями, пример конвергенции технологий.

На рис. 7 показаны прямые и опосредованные связи между нано-, био-, инфо-, когно- технологиями и их составляющими внутри NBICS-технологий. Рис. 8 демонстрирует пример взаимодействия внутри NBICS-технологий с выходом продуктов конвергенции на бионику. Как можно видеть, образуется очень сложный научно-практический кластер, между составляющими которого происходит конвергенция, приводящая к лавинообразному появлению открытий, изобретений, новых технологий и продуктов в различных областях человеческой деятельности.

Еще один ракурс NBICS-технологий с позиции конвергенции и дивергенции



Рис 9. Конвергенция наук и технологий в сфере взаимодействия природы и общества.

Конвергенция. Процессы, прохождение которых достигается взаимодействием, конкуренцией, синергизмом различных дисциплин и технологий путем интегрирования и применения знаний на всех уровнях размерности (атомы – молекулы – наночастицы – макромир – вселенная), времени и сложностей. Это не простое аддитивное, механическое объединение, сложение. Это взаимопроникновение с появлением результатов нового качества.

Из всего этого проистекают еще и другие понятия и определения.

Синергизм. Супераддитивное сложение, когда $1+1>2$, а в нашем случае NBICS-технологии $1+1+1+1+1>5$, за счет взаимного проникновения и каталитического влияния друг на друга. Схема на рисунке 1 показывает очень сложную картину взаимодействия, которую можно понять и прогнозировать её результаты, только рассматривая эту картину в целом, в совокупности. Такой современный системный целостный анализ сложных систем основан на философском понятии «холизма».

Холизм. Рассмотрение явлений, системы в целом с учетом того, что сложная система всегда сложнее, чем механическая сумма ее составляющих. Холизм как система взглядов, дополнил систему редукционизма, как сведение сложного к простому. Мир стал более сложным, многоуровневым и требует более системного осмысления (холизм). Но это не исключает в определенных случаях использование редукционизма. Такой системный подход используется в современном образовании, где в основу положена междисциплинарность, а не связанные между собой дисциплины (математика, физика, химия и другие).

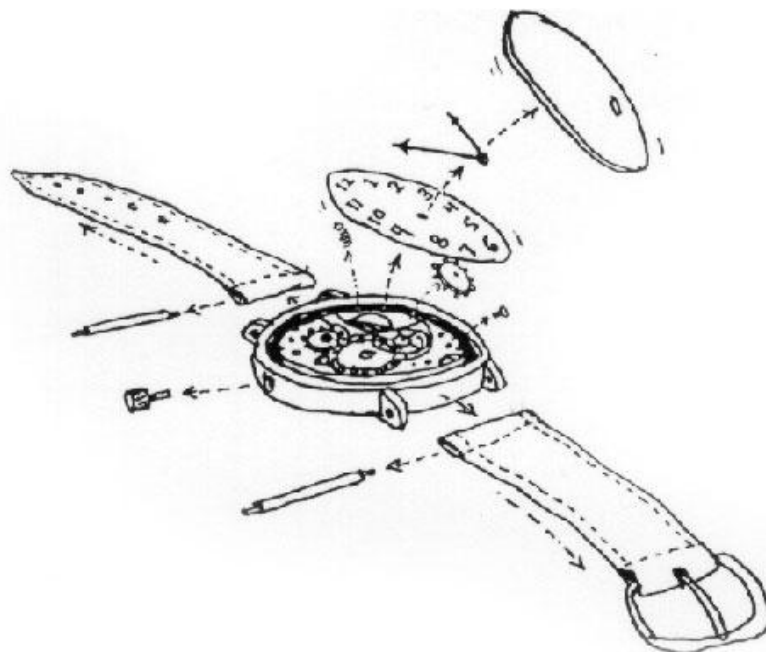


Рис 10. Холизм на примере часового механизма. Упорядоченное расположение простых элементов приводит к созданию сложной системы.

Еще одно очень важное понятие, связанное с конвергенцией и синергизмом взаимодействия NBICS-технологий – так называемая технологическая неопределенность результатов этой конвергенции и синергизма. Эта неопределенность или сингулярность способна выразиться как в положительном, так и в негативном развитии общества, цивилизации, которое может вступать в результате лавинообразного потока инноваций в новую фазу развития – трансгуманистическую.

На этой стадии развития, элементы которого мы наблюдаем уже сегодня, достижения в области NBICS-технологий и на их основе наномедицины, геной инженерии, клеточной, репаративной, реконструктивной медицины, успехи в области искусственного интеллекта и другие достижения человечества, смогут принципиально, на новом уровне усилить интеллект и физические возможности человека, существенно продлить его жизнь и даже целенаправленно изменить человеческий облик. Всё это и соответствует новой стадии развития человеческой цивилизации – трансгуманизму. И, естественно, при этом возникает множество проблем этического, морального, социального

плана. В этом и состоит неопределенность не только и не столько технологическая, сколько гуманитарная во всех ее аспектах (справедливость, возможное усиление социального неравенства, проблемы религиозного неприятия изменения сущности человека, созданного, согласно большинству религий, по образу и подобию бога).

Конвергенция и дивергенция NBIC-технологий. Очень образно дает картину конвергенции NBIC-технологий R.E. Horn, показывая, что все они стрелой нацелены на улучшение жизни человека (рис. 11 и 12).

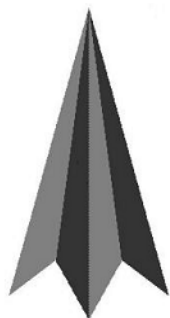


Рис 11. NBIC «стрелка».

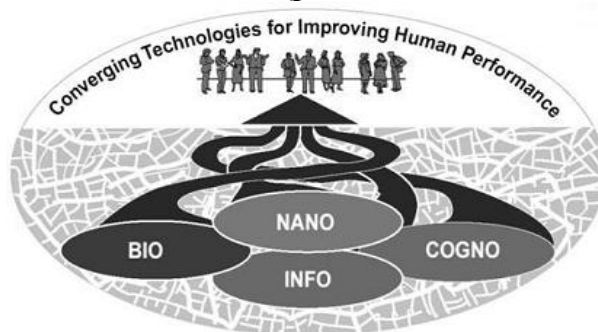


Рис 12. Конвергенция NBIC-технологий.

Объединяясь, переплетаясь, взаимно проникая, все четыре технологии сходятся в наконечнике стрелы, направленной на человека – главную ценность современной цивилизации (пока, к сожалению, не во всех странах и регионах планеты). Существует множество близких по смыслу определений конвергенции и дивергенции, некоторые из которых приведены ниже.

Конвергенция – процесс, определяемый эскалацией и трансформирующей интеграцией кажущихся разными дисциплин, технологий и сообществ для достижения конкуренции между ними, синергизма и интеграции, и как результат – дополнительный вклад в достижение намеченных целей. Конвергенция – очень сложный многофакторный процесс, сопровождаемый явлением дивергенции (расширение), продолжением по сути конвергенции на новом уровне.

Дивергенция. Процесс наступает после образования в результате конвергенции новых систем и продолжается до возникновения новой конкуренции, новых продуктов и новых областей применения, полученных при конвергенции.

Между конвергенцией и дивергенцией возникают сложные связи и зависимости, показанные на рис. 13, где А, Б – циклы конвергенции; В, Г – циклы дивергенции. А – креативная фаза, обусловленная синергизмом за счет междисциплинарного взаимодействия компонентов, Б – интеграционно-комбинационные фазы формирования новых систем, В – инновационная фаза создание новых компетенций и новых продуктов, Г – заключительная фаза новых технологий, коммерциализации, социальных результатов. На этой стадии взаимодействие знаний, новых технологий идет по спирали, которая может вести к новым стадиям конвергенции и дивергенции.

КОНВЕРГЕНЦИЯ - ДИВЕРГЕНЦИЯ В ЦИКЛЕ ГЛОБАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ ИТ

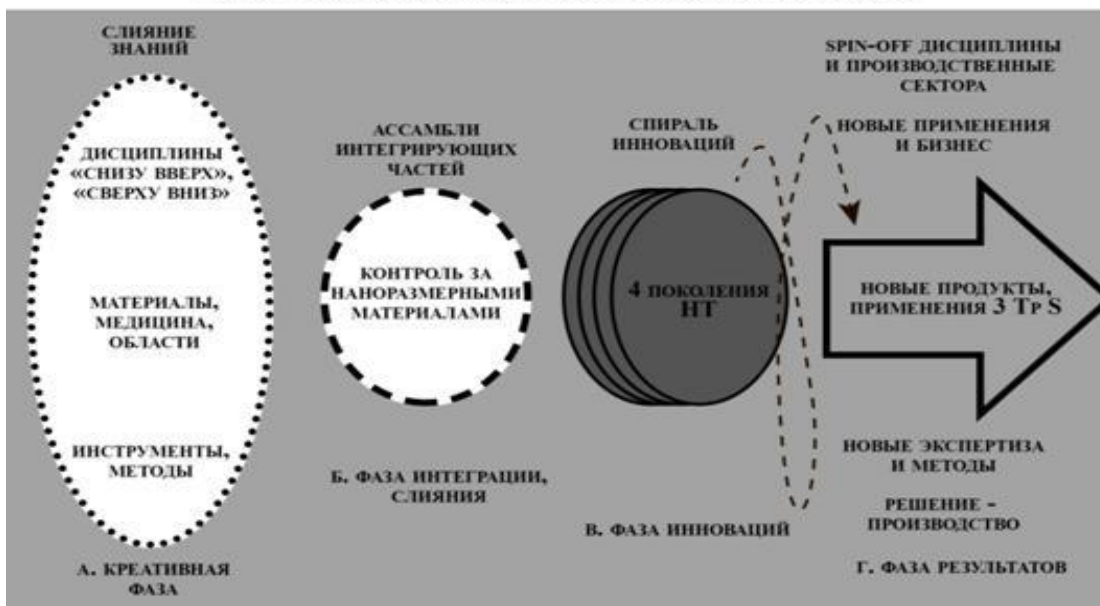


Рис. 13 Связи между конвергенцией и дивергенцией.

В отличие от начального периода развития идей конвергенции на базе четырех (тетраэдр) конвергентных технологий в последние годы к ним совершенно правильно и уместно добавляют социальную составляющую в виде социальных (социо) технологий, ставя их впереди или в конце аббревиатуры NBIC: SNBIC или NBICS. Но, понимая, что в XXI веке, когда Человек (с большой буквы) становится главным субъектом и объектом всех инноваций, его социальный статус должен быть тесно связан с развитием науки, знаний, образованием, технологиями и их продуктами. При этом статус человека ни в коем случае не должен пострадать, упасть. Напротив, должен быть защищен в широком смысле: качество жизни, образование, здравоохранение, экология, развитие общества без потери стабильности.

Наметились некоторые нюансы в формулировках конвергентной парадигмы развития цивилизации в XXI веке. Американские ученые большой акцент делают на технологиях, конечно, не забывая и социальных аспектов, а европейцы больше фокусируют свое внимание на социальной стороне развития. При этом в обоих случаях в разработке программ развития активное участие принимают государство, бизнес, общество.

В России вопросами конвергентного развития будущего занимаются отдельные ученые и организации, но государство системно, институционально не проявляет должной активности в этих вопросах, хотя, согласно конституции Российской Федерации, государство наше социальное, и роль науки, образования, современных технологий в создании современного общества не только потенциально, но и реально равных возможностей в нем должны быть приоритетными. Чего не происходит. Более того реформы РАН, высшей школы, здравоохранения, деиндустриализация сводят на нет декларацию о том что РФ – социальное государство.

Возвращаясь к конвергентным технологиям и к отношению к ним ученых различных отраслей науки (философы, физики, генетики, математики и прочие), можно заключить, что приходит общее осознание того, что конвергенция расширяет свои круги по спирали (дивергенция), восходит на более высокий уровень конвергенции с вовлечением в этот процесс широкого спектра социально-гуманитарных наук и практик.

Американцы выдвигают концепцию NBICS или Nano-Bio-Info-Cogno-Socio-концепцию; европейцы (под эгидой ЕС) выдвинули концепцию «расширение кругов конвергенции» или Nano-Info-Cogno-Bio-Socio-Auto-Geo-Eco-Urbo-Macro-Micro-конвергенцию. Между этими двумя концепциями нет никаких принципиальных различий, но имеются разные ресурсные возможности реализации этих программ. И, конечно, конвергенция касается и активного междисциплинарного сотрудничества на государственном уровне, межгосударственном, между университетами, бизнесом, культурой и другими областями деятельности человека.

Роль нанотехнологий в NBICS-технологиях



Рис. 14 История нано.

Надо отдать должное нанотехнологиям, в последние несколько десятилетий они послужили началом конвергенции науки, знаний и технологий и связали воедино био, инфо, когнитивные технологии.

Первой фазой конвергенции стало производство с помощью нанотехнологий новых продуктов с вовлечением знаний из области биологии, химии,

физики, математики, материаловедения. На этой стадии возникали междисциплинарные и межотраслевые связи. На второй фазе конвергенции произошла не только интеграция NBIC-технологий, но и их взаимопроникновение, начал проявляться эффект синергизма. И, наконец, третья (наверняка, не последняя) фаза конвергенции – подключение к NBIC-технологиям социальной составляющей, где человек – цель, адрес всех конвергентных технологий.

Конвергенция NBICS-технологий имеет потенциал для решения и уже начинает решать такие проблемы, как создание новой индустрии и новых рабочих мест высокой квалификации, увеличение продолжительности и качества жизни (зачем и кому нужна долгая, но некачественная жизнь), роста человеческого, творческого и физического потенциала, использования персонального, интегрированного образования и медицины, глобальной охраны природы, обеспечения её устойчивости.

К сожалению, даже в настоящее время на третьей фазе наметился разрыв между высокой скоростью (начиная с 2000 года) роста (квазиэкспоненциального) знаний, открытий и инноваций даже в развитых странах G8 (золотой миллиард) и относительно низким (квазилинейным) ростом экономики. Другими словами, происходит недоиспользование потенциала управления всем сложным процессом конвергенции / дивергенции. Этот процесс при научно-обоснованном управлении должен приносить более ощутимые результаты и, прежде всего, в социальной сфере, решая следующие гуманитарные задачи:

- повышение экономической эффективности и продуктивности;
- повышение человеческого потенциала;
- содержание, защита устойчивого качества жизни во всех областях.

Как было сказано ранее, до настоящего времени процесс конвергенции на базе NBIC-технологий прошел три фазы.

1 фаза: 1990-2000 гг. Нанотехнологии интегрировали научные дисциплины и технологии в области наноразмерных систем (атомы, молекулы и кластеры молекул), создали новые материалы, приборы, устройства и живые системы макроразмеров с новыми свойствами.

2 фаза: 2000-2010 гг. Происходит конвергенция всех четырех NBIC-технологий с вовлечением основных элементов-объектов этих технологий: атомы, ДНК, биты, синопсы, с переходом к фундаментальным инструментам этих технологий по горизонтали и вертикали с формированием многофункциональных, сложно организованных (архитектура), многоуровневых систем.

3 фаза: после 2010 года. NBIC интегрирует базовые области активности человека (знания, технологии, поведение отдельного человека и общества), фокусируясь на поддержке социальной активности и потребностях человека.

Каждая из этих трех фаз имела специфику роста, развития, типы связей, эффективность, принципы управления рисками, успешных решений и результатов.

Рис. 15 демонстрирует связи нанонауки с фундаментальными науками (рис. 15а) и области использования нанотехнологий (рис. 15б).

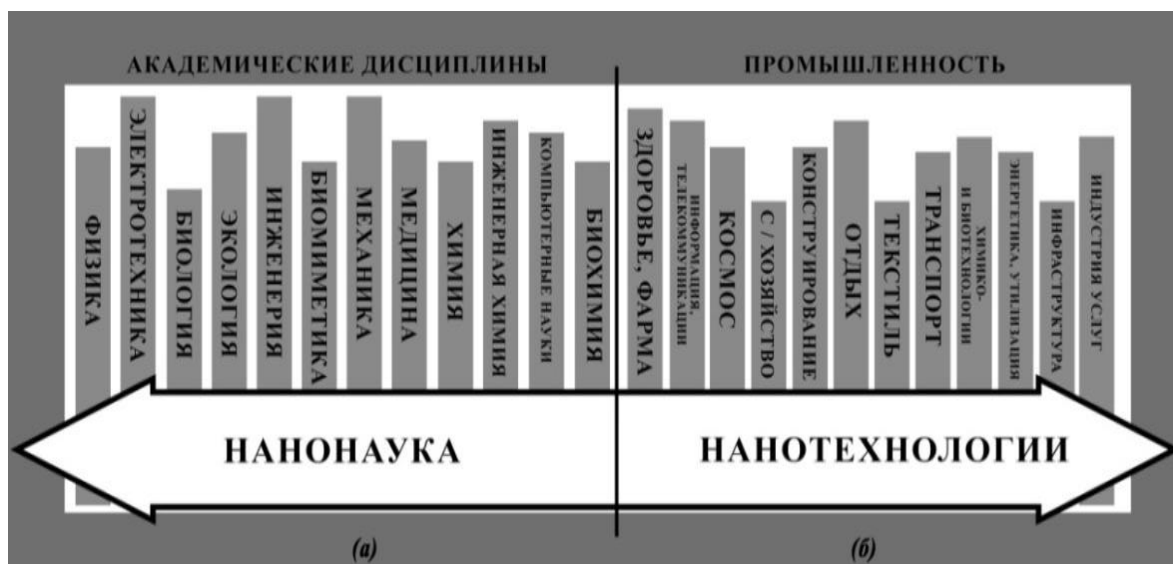


Рис. 15 Связи нанонауки с фундаментальными науками (а), области использования нанотехнологий (б).

На рисунке 16 схематично показаны основные характеристики трех фаз развития нанотехнологий, а на рис. 17 пролонгировано развитие нанотехнологий до и после 2020 года (5 фаз развития).



Рис. 16 Основные характеристики 3-х фаз нанотехнологий.



Рис. 17. Развитие нанотехнологий до и после 2020 года.

На рис. 18 представлен результат развития нанотехнологий во времени (1950-2050 гг.), а на рис. 19 – переход во времени развития от макро к микро и наномирам вплоть до 2040 года. На рис. 20 показано развитие и прогноз развития нанонауки и основные задачи, требующие решения.

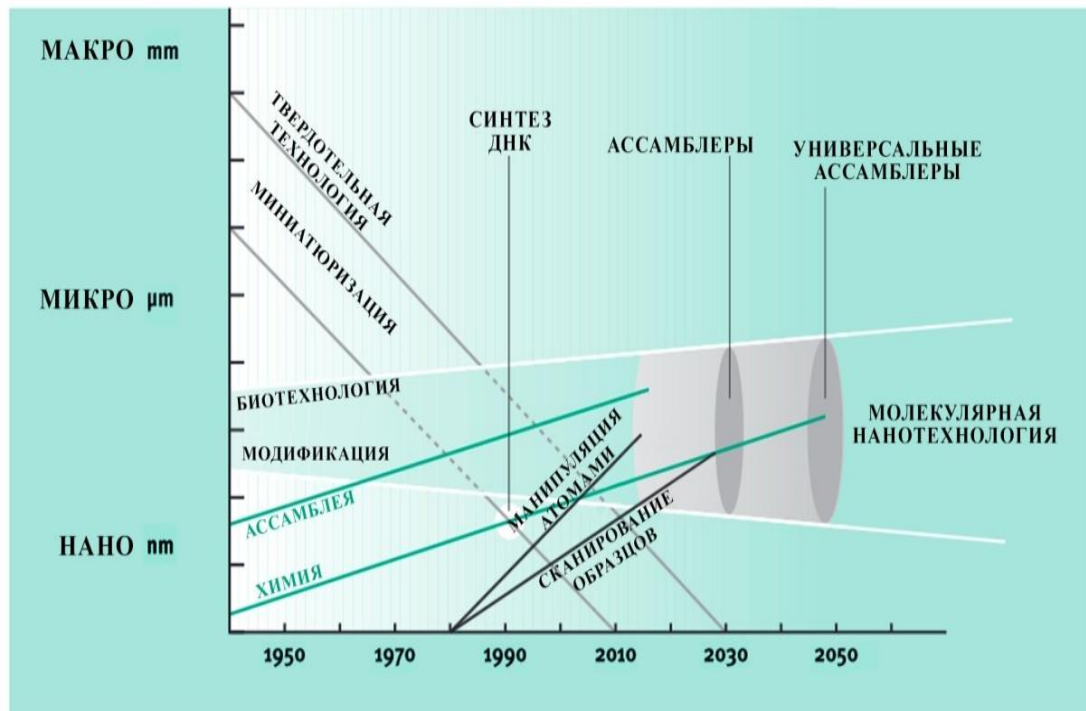


Рис. 18 Результаты развития нанотехнологий во времени.

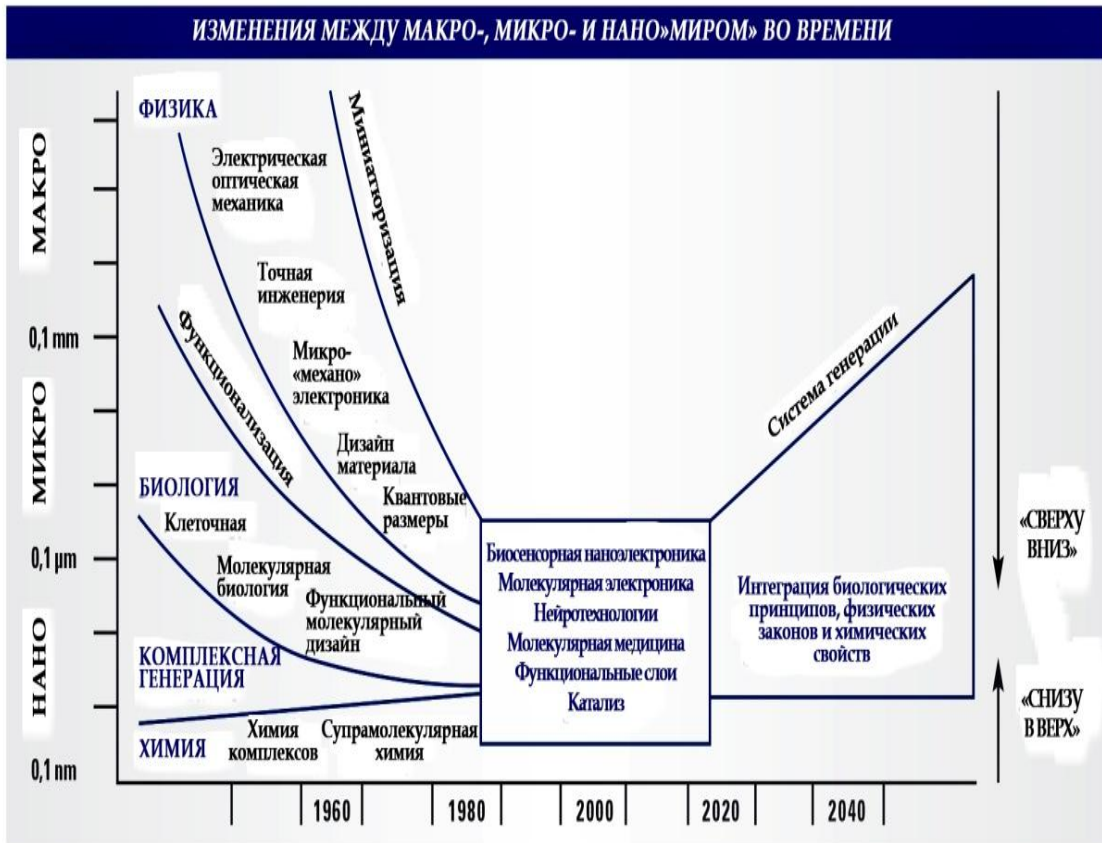


Рис. 19 Переход во времени развития от макро к микро и наномирам.



Рис. 20 Развитие и прогноз развития нанонауки и основные задачи, требующие решения.

НБИКС-технологии – тренд развития человеческой цивилизации XXI века

С появлением во второй половине XX века новых прорывных технологий: НАНО, БИО, ИНФО, КОГНО (нанотехнологии, биотехнологии, информационные технологии, когнитивные технологии), объединившихся в единый научно-технологический комплекс – NBIC-технологии – и ставших вместе с подключившимися к ним социальными технологиями ядром развития цивилизации XXI века – NBICS-технологиями – многое в мире изменилось в результате каждодневного использования ожидаемых и совершенно неожиданных результатов синергетики (слияния) и конвергенции (взаимопроникновения) различных технологий.

Я не буду перечислять все многочисленные примеры этой беспрецедентной роли науки, техники, технологий и практики интегрированного NBICS-комплекса в повседневной жизни жителей планеты, а не только стран золотого миллиарда. Только один пример: «умный» телефон, который поместил практически всех людей в единое информационное сообщество со всеми вытекающими из этого научными, техническими, социальными последствиями, объединивший разработчиков (ученых) из разных стран и пользователей всей планеты.

Это лишь одна из множества иллюстраций нового тренда развития цивилизации в XXI веке. Тренд этот – Конвергенция – объединение различных на первый взгляд наук, дисциплин, практик, сообществ в сложные глобальные системы, способные самоорганизовываться, саморегулироваться, самоподдерживаться. Альтернативы этому тренду в сегодняшнем чрезвычайно противоречивом, в ряде случаев, безумном, мире нет. При существующих планетарных проблемах только конвергирующие технологии и сообщества могут решить эти вызовы и проблемы современности. И роль ученых, инженеров, технологов в реализации этого тренда огромна.

Об этом думают многие ведущие ученые самых разных специальностей, от физиков и лириков до философов ведущих стран, а также лидеры этих стран – они очень внимательно прислушиваются к мнению лучших умов нашего времени. Правда, выводы все делают разные.

Как работает конвергенция, основные принципы

Следующие принципы используются по отношению к конвергируемым технологиям для решения проблем человеческого, планетарного и социального измерения:

1. Взаимосвязь и взаимозависимость природы, технологии и общества.
2. Конвергенция / дивергенция – эволюционный процесс.
3. Динамические системы подчиняются и изучаются на основе принципов логической дедукции и принятия решений.

4. Необходимость формирования унифицированного, междисциплинарного языка (термины, понятия) между различными областями знаний.

5. Исследование на основе воображения, предвидения, отвечающие вызовам времени.

КОНВЕРГЕНЦИЯ → СОЦИАЛЬНЫЕ УСПЕХИ



Рис.21 Конвергенция в социальном направлении.

Конвергенция уже активно действует и оказывает существенное влияние на жизнь каждого человека на планете. Но человек обычно это не замечает, пользуясь мобильным телефоном, Интернетом, умным автомобилем, умной одеждой и еще множеством видов продукции NBICS-технологий, без дивергенции которых эти продукты не появились бы.

На рис. 21 показаны 10 основных принципов реализации конвергенции в социальном направлении.

Конвергенция – самая актуальная составляющая динамичного и циклического процесса конвергенции / дивергенции, органически связанного с умственной деятельностью и другими областями глобальной, системной деятельности человека. Этот процесс способствует ускорению, развитию, совершенствованию продвижения по цепочке: творчество – инновация – продукция.

Фаза конвергенции этого сложного процесса состоит из анализа, креативных заключений о новых идеях и интеграциях.

Фаза дивергенции (расширение в широком смысле) возникает из результатов фазы конвергенции и использует концептуальное формирование новых систем, инноваций в новых областях, в новых открытиях на принципах конвергенции, мультиразмерности систем, компетенций, технологий и продуктов.

Процесс конвергенции / дивергенции реализуется в когерентной (связанной) цепи от идеи до конечной цели. Модель развития заключается в том, что скорость роста (ускорение) творчества и инноваций возрастает при внимании к процессу конвергенции и его разумном управлении, при способствовании связям, движению между различными областями человеческой активности, между циклами конвергенции и дивергенции.

Концептуальное влияние конвергенции на креативность и инновации может быть оценено индексом скорости роста инноваций (I), который является квадратичной функцией размера (S) области конвергенции ($I \sim S^2$), времени (T) цикла конвергенции и дивергенции ($I \sim 1/T^3$).

Авторы теории конвергенция (C) знаний (K) и технологий (T) для пользы общества (S) формулируют пять основных подходов, определяющих суть (ядро) SKTS:

1. Спиралевидный характер процесса конвергенция / дивергенция обуславливает генерацию дополнительно новых решений и трансформацию знаний в эволюционном процессе развития науки, технологий и практик.

2. Холистический (системный) подход глобальной эволюционирующей системы человеческой активности, соединенной многоуровневой сетью знаний, технологий и социальных систем.

3. Формирование высокого уровня унифицированных языков, основанных на междисциплинарной конвергенции с использованием знаний, технологий, культурных обобщений. Создание дорожных карт знаний, банка знаний, обобщенной терминологии, что поможет в появлении новых областей знаний и деятельности человека.

4. Усиленное внимание (фокус) на видение, научный анализ и прогноз принципиальных изменений, связанных с конвергенцией. Эффективное и ответственное достижение и использование результатов конвергентных наук и технологий, выработка стратегии развития на этой основе. Систематическая коррекция стратегии развития в соответствии с результатами.

5. Опережающая активная работа с обществом по продвижению и коррекции идей конвергенции.

Ярким примером положительных результатов, успехов конвергенции NBICS-технологий к настоящему времени могут служить: формирование универсальных баз данных, развитие когнитивных и коммуникационных связей, компьютерные «облака», система «человек-машина» (робот), киберфизическая система, безлюдная техника и транспорт, телемедицина, новые космические программы, наука об элементарных частицах, «умная» техника (авто, дома, одежда и другое), появление новых дисциплин (синтетическая биология, квантовые коммуникации, нанофотоника, нанофлюидика), биомедицина, медицинская физика и инженерия. На рисунках 22-24 представлены важнейшие платформы развития конвергенции.



Рис. 22 Важнейшие платформы развития конвергенции в направлении интересов человека.



Рис. 23. Важнейшие платформы развития конвергенции в направлении социальных задач.



Рис. 24 Важнейшие платформы развития конвергенции в направлении планетарных проблем.

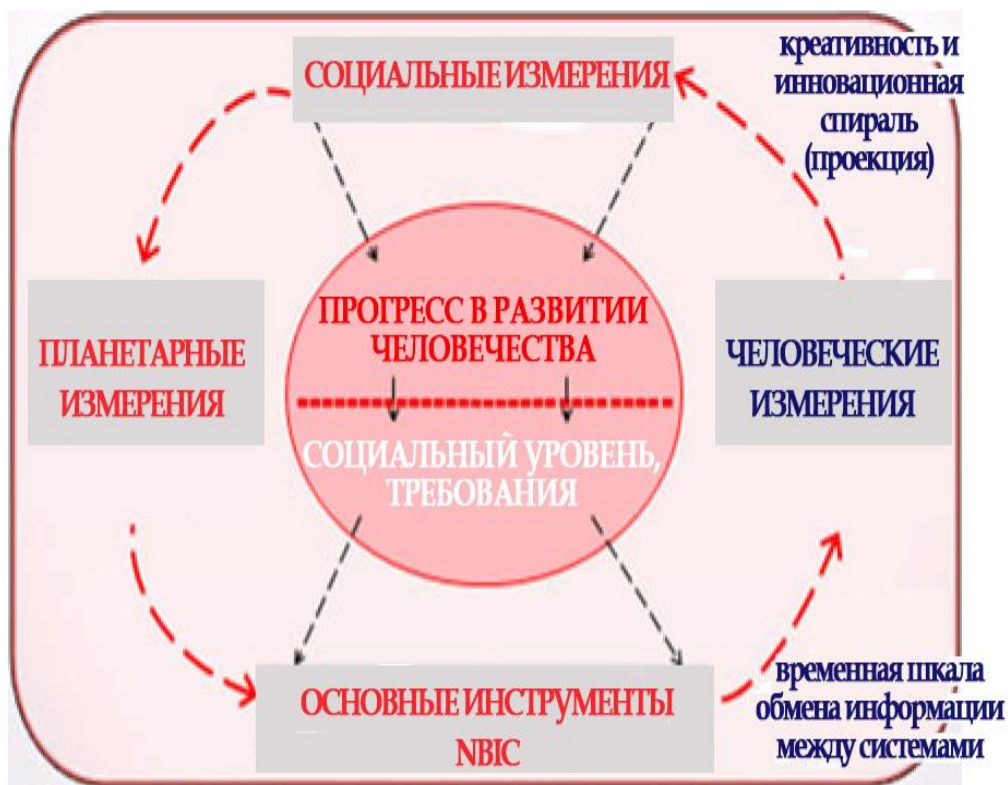


Рис. 25 Полная эволюционная система активности людей, которая включает четыре основных платформы конвергенции.

На обобщающей схеме на рис. 25 показана полная эволюционная система активности людей, которая включает четыре основных платформы конвергенции – основные инструменты человеческого, планетарного и социального измерения. Согласно этой схеме спираль проекции творчества и инноваций перекрывает все четыре платформы конвергенции системы.

Конвергенция в динамическом развитии

Каждый уровень конвергенции определяется главной областью применения, спецификой интеграции. Ее высший пик соответствует максимальной активности людей в обществе, социальной активности, которая требуется для развития.

Для реализации проекта «Конвергенция (С) знаний (К) и технологий (Т) для пользы общества (S) – СКТС» должны быть сформированы четыре платформы: общие связи NBICS-технологий через инструменты и технологии, платформа человеческого измерения, платформа социального измерения, платформа планетарного измерения – каждая из которых характеризуется ядром, главными участниками (игроками – индивидуумами, организациями, технологиями), специфическими проникновениями, характеристиками, институтами и целями.

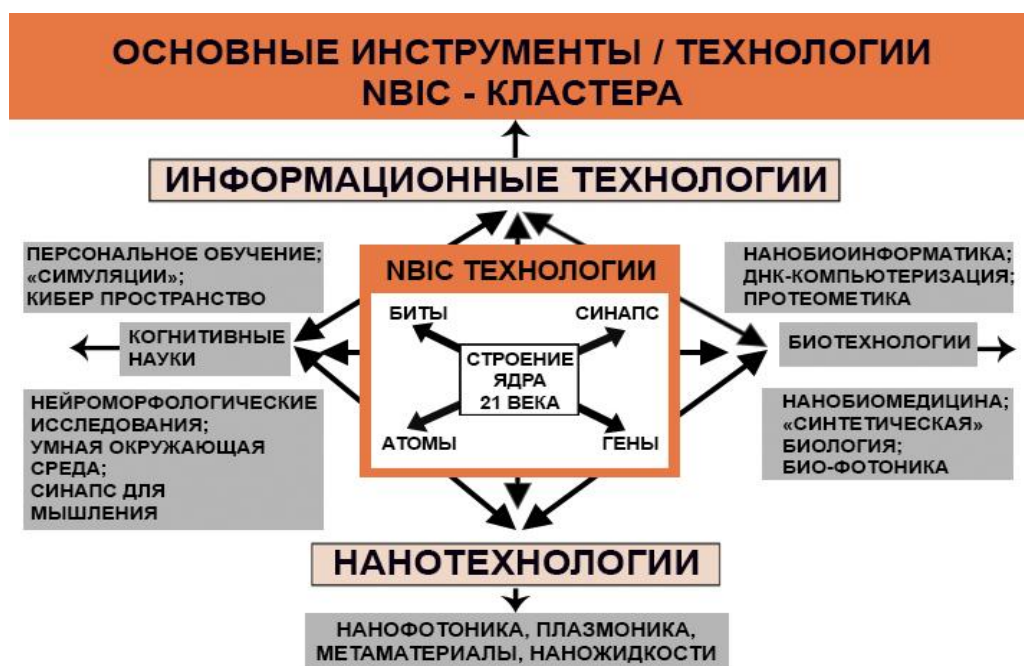


Рис. 26. Единая блок-основа развития XXI века, интегрированная в саморазвивающуюся, самовоспроизводящуюся систему.

Формирование этих глобальных комплексов-кластеров «систем систем» началось с концепции NBIC конвергенции, которая в свою очередь началась с нанотехнологий, которые сразу вошли во взаимодействие с био-, инфо- и коммуникативными технологиями с образованием общего фундамента. Каждый из этих доменов (платформ) базируется на основных элементах (атомы, ДНК, биты, синапсы (синапс, греч. «связь» – место контакта между двумя нейронами), и образуют единый блок-основу развития XXI века, интегрированную в саморазвивающуюся, самовоспроизводящуюся систему (рис. 26).

Нано и информационные технологии – главные элементы, формирующие общий блок NBIC-технологий. Они продвигают методы и связаны с комплексами: материал (биомедицина, информация) и коммуникация (компьютеризация). Био и когнитивные технологии «поставляют» знания и являются движителями (драйверами) технологий, необходимых человеку в биомедицине, экологии, мыслительных процессах.

Все четыре NBIC-технологии конвергируют и порождают, генерируют новые ответвления в науке и практике. Поскольку принято, что конечной и главной целью конвергенции и развития технологий является удовлетворение нужд человека с учетом тонкости этики и морали, то к NBIC-технологиям добавляется еще и социальная составляющая (NBICS) и формируется еще одна платформа человеческого измерения. Эта платформа характеризуется интересом к отдельным личностям и группам лиц, связям человек-машина, человек-компьютер, человек-окружающая среда, виртуальная интеграция. У этой платформы-программы два движителя: биофизические и

когнитивные требования к повышению физического и мыслительного (умственного) потенциала.

Область блока «человеческие измерения» выходит за рамки только когнитивной науки и вовлекает социальную технологию, социологию, что требует формирования специальной платформы-блока «социальные измерения», включая связь человек-технологии-коэволюция-управление, и основана на следующих драйверах-требованиях: биофизическом (здоровье, образование, инфраструктура) и когнитивном (мораль, этика).

Нет сомнения, что через определенное время наша цивилизация вырвется в полной мере за пределы Земли в Солнечную систему и дальше, безусловно, благодаря и при участии той же конвергенция NBICS-технологий. Это дело не очень далекого будущего, но в настоящее время еще многое надо обустроить лучшим образом на нашей родной, многострадальной от антропогенной, рукотворной деятельности человека планете Земля (особенно современного человека, в значительной своей мере охваченного страстью потреблять, потреблять и потреблять (консюмеризм)). Поэтому озабоченные этим бесперспективным будущим ученые разных специальностей строят, формируют различные программы глобальной устойчивости (экология, экономика, социум), которые в большей степени, чем предыдущие блоки-программы, могут быть реализованы только глобальной конвергенцией на национальном и международном уровнях.

Необходимость формирования унифицированного языка конвергенции

Междисциплинарная природа процессов конвергенции / дивергенции выдвигает требования к формированию унифицированного языка общения специалистов различных направлений. Для этого не только нужно определиться с понятиями, терминами, но и найти общие концептуальные значения проблем научного, технического и гуманитарного характера. Это непростая задача ментального характера. Сейчас существует достаточно хорошее взаимопонимание у специалистов естественнонаучных областей знаний (математика, физиков и химиков). Но и здесь требуется большая совместная работа. Инженерные дисциплины существенно обособлены друг от друга и от естественнонаучных дисциплин. Что уж говорить о гуманитариях, для которых язык математиков, физиков, химиков и инженеров кажется иностранным. И дело даже не в терминах, а в образе мыслей, мироощущении и даже мировоззрении. В этом случае чаще всего у гуманитариев и технарей задействованы, главным образом, разные полушария и части головного мозга.

Необходимо перестроить принцип образования на всех уровнях от детского сада до высшей школы. Необходимо сменить парадигму образования, перейти от дисциплинарного к междисциплинарному принципу обучения. И ребенок в саду, в школе, студент в университете должны понять, что устройство мира во всех его проявлениях – это единая, чрезвычайно сложная, мно-

гоуровневая, эволюционно развивающаяся система, которую нельзя описать только законами и формулами математики, физики, химии и биологии. А только всеми вместе и еще многими законами и закономерностями, которые в природе существуют во взаимной связи, взаимнопроникновении. Это не значит, что нужно готовить дилетантов. Нет – специалист должен очень хорошо знать свою область деятельности, хорошо понимать, как она связана с другими областями знаний.

Очень четко по этому поводу сказал один из создателей, отцов нанотехнологий Эрик Дрекслер: «Следует и должно стать мастером в одной области и знать многое о других». Тут ключевые слова «мастер» и «знать о других». Далее Эрик Дрекслер продолжает: «Следует думать о трёх уровнях знаний о предмете:

- знать о чем этот предмет, с какого рода физическими системами и феноменами, явлениями он имеет дело, какого рода вопросы он спрашивает и на какие отвечает;

- знать содержание предмета на качественном и количественном уровнях, чувствовать какого рода явления могут играть роль в этой области знаний;

- знать, как получить ответы самому, основываясь на владении достаточного материала из данного предмета.

На 200 % согласен с Дрекслером. Вообще-то, он ничего нового не сказал, но очень часто очевидная мысль и есть истина, устоявшаяся во времени. К сожалению, соответствовать определению трех уровней компетенций могут не многие выпускники наших вузов, а бакалавров по определению нельзя считать мастерами своего дела. Максимумы Дрекслера требуют перестройки всего нашего образования. Качественные изменения в содержании, в развитии цивилизации XXI века требуют одновременно решения вопросов подготовки специалистов двух типов:

- Подготовка лидеров, творцов с энциклопедическим образованием, мульти- и междисциплинарными знаниями, способных обозначить, обосновать концепции мегапроектов и возглавить их реализацию. Настоящее время вновь требует своих Леонардо да Винчи, Ломоносовых, Курчатовых, Королевых, фон Браунов. Без них никуда. Успешные менеджеры с гуманитарным образованием не помогут.

- Подготовка широкого профиля специалистов по учебным планам междисциплинарного принципа, способных работать как самостоятельно, так и в команде (творческих коллективах) при решении широкого круга межотраслевых и междисциплинарных проектов. Междисциплинарность в образовании будет способствовать формированию пограничных новых областей знаний, инноваций, новых технологий и продуктов.

В процессе выполнения различных проектов на основе конвергенции NBICS-технологий и будет вырабатываться общий, унифицированный язык (понятия, термины), который сам тоже будет играть роль интегратора в процессах конвергенции / дивергенции.

Прогноз Рэймонда Курцвейла о развития технологий до 2099 года

В заключение о перспективах развития НБИКС-технологий в свете прогноза одного из самых авторитетных специалистов по прогнозам в области инноваций, технического директора Google, Рэймонда Курцвейла. Многие его прогнозы сегодня кажутся фантастическими, но этот автор с исключительно высоким интеллектом и реноме в научном мире каждый из своих частных прогнозов обосновывает.

Идеологической основой этих прогнозов является экспоненциальная зависимость скорости развития конвергентных NBIC-технологий, приводящих к реальному действию трех технологических революций: генетика, нанотехнология, робототехника. Эти три технологических революции находятся в тесной конвергентной связке и развиваются по экспоненте. По мнению Рэймонда Курцвейла мы находимся только в начале экспоненты и экспоненциальный рост довольно обманчив. Он может начаться практически незаметно, а затем быстро ускориться.

«Это невозможно было бы представить раньше, если смотреть на частные детали, а не на общую картину. Вполне очевидно, что скорость развития технологий растет по экспоненте. Хотя многие недалёковидные люди считают, что технологии развиваются линейно, и именно поэтому они недооценивают наше будущее», - считает технический директор Google.

2019 год

- Вычислительная мощность компьютеров стоимостью до \$4000 достигает 20 квадриллионов вычислений в секунду. Микрокомпьютеры будут встраиваться в одежду, ювелирные изделия, мебель и даже стены. Это касается также фото- и видеокамер, объективы которых уменьшаются до булавочной головки.

- Люди получают системы виртуальной реальности, формирующие изображение непосредственно на сетчатке глаза.

- Пользователи будут общаться с компьютерами через двухсторонний речевой и жестовой интерфейс (без клавиатуры). Кабели и проводные интерфейсы периферийных устройств почти полностью исчезнут.

- Основное обучение будет построено в виде дистанционных адаптивных курсов удаленного расположения преподавателей и студентов.

- Слепые и слабовидящие люди с помощью очков будут ощущать реальный мир с помощью речи. Глухие станут использовать носимые устройства, преобразующие речь в текст или знаки, а музыку в образы или тактильные ощущения. Появится искусственная сетчатка глаза, бионическое ухо и другие нейроимпланты.

- Инвалиды с поврежденным позвоночником смогут ходить с помощью экзоскелета, управляемого через интерфейс мозг-компьютер или непосредственно командой от собственных нервных окончаний.

- Появятся многочисленные устройства обратной тактильной связи. Например, перчатки или целые костюмы, транслирующие удаленные прикосновения, которые будут использованы в системах виртуальной реальности и для более эмоционального общения людей через интернет, включая виртуальный секс.

- Кремний из микроэлектроники будет вытеснен объемными решетками из нанотрубок. Вместо традиционных алгоритмов массово начнут использоваться параллельные нейронные сети и генетические алгоритмы.

- Системы автоматического перевода станут настолько эффективными, что будут широко использоваться в профессиональных областях и повседневной жизни.

2021 год

- Доступ в интернет будет доступен с 85% земной поверхности. Он станет преимущественно беспроводным и очень дешевым. Формально оплата за него будет списываться автоматически.

- Компьютерные программы научатся создавать предметы искусства на уровне современников или даже лучше них. Появятся созданные AI картины, музыкальные композиции и скульптуры.

- Бумажные книги станут раритетом. Основным средством для просмотра текстов будут тонкие легкие дисплеи с очень высоким разрешением.

2022 год

- Роботы станут привычными как домашние животные.

- Будут приниматься национальные законы, регулирующие взаимодействия между людьми и роботами. Несколько раньше это произойдет с виртуальными персонажами.

2024 год

- Системы автопилота и помощи водителям будут широко распространены в легковых, грузовых машинах и общественном транспорте. В ряде стран людям вовсе запретят управлять автомобилем без электронного ассистента водителя. В период 2020-2025 гг. появятся компактные персональные летательные аппараты.

2025 год

- Носимая электроника будет вытесняться имплантируемой. Научимся эффективно бороться с процессами старения и будем продлевать жизнь с помощью нанороботов и других технологий, которым пока нет даже названия.

2028 год

- Альтернативная энергетика станет одной из ключевых технологий для развития всех остальных. Это будет доминирующей концепцией. Солнечные батареи станут настолько эффективными, что их хватит на покрытие большей части энергетических затрат.

2029 год

- Компьютер за \$1000 будет на порядок превосходить мозг среднего человека в большинстве областей.

- Моделирование мозга станет гораздо точнее. Будут определены функции сотен различных субрегионов, алгоритмы их развития и работы нашего мозга. Они будут расшифрованы и включены в алгоритмы нейронных сетей.

2031 год

- Многие люди добровольно станут киборгами, а из-за обилия имплантов будет переосмыслен и сам термин «человеческое существо». Органы будут изготавливать машины в любой крупной больнице.

- Появятся компьютерные импланты с прямым подключением к мозгу и отдельным группам нейронов. Они будут способны наделять человека сверхспособностями – усилить восприятие, улучшить память, увеличить скорость реакции и сократить время обучения.

2033 год

- Компьютеры станут обучаться без человека. Небиологические формы интеллекта объединят тонкие организации человеческого разума со скоростью, памятью и безграничными возможностями обмена знаниями машинного интеллекта. Практически все автомобили станут самоуправляемыми.

- Сельскохозяйственные работы и системы транспорта будут полностью автоматизированы.

2034 год

- Развитие ИИ (искусственный интеллект) приведет к появлению общественных движений за права машин (профсоюзы роботов!).

- Глобальная программа орбитальной защиты будет эффективно предотвращать падение на Землю крупных метеоритов и астероидов.

2038 год

- Трансгуманизм станет одним из направлений. Нейроимпланты позволяют быстрее получать любые специфические познания. Клетки тела можно будет запрограммировать на новые функции и лечение болезней.

2041 год

- Интернет трафик возрастет в сотни миллионов раз, а поисковые системы будут встроены повсюду. Запросы на них можно будет отсылать даже силой мысли через всемирную сеть.

2045 год

- Первая реализация физического бессмертия, нанороботы будут помогать преодолевать апоптоз и защищать организм от любых негативных воздействий.

2049 год

- Еда будет производиться (ассамблироваться) нанороботами из подручных материалов. Такая пища будет неотличима от «природной», но может быть как угодно видоизменена простой модификацией программ (калорийность, вкус, содержание аминокислот, витаминов, микроэлементов, ферментов). Тем самым решится проблема голода, производство пищи станет независимым от климата, погоды и наличия природных ресурсов.

- Сотрутся границы между реальным миром и «виртуальной реальностью». Все физические объекты смогут выполнять немедленную самооборону или изменение своих свойств.

2072-2099 год

- Нанотехнологии породят пикотехнологии. Люди смогут манипулировать структурами, размерностью в одну триллионную долю метра (сейчас нано - одна миллиардная часть метра).

- Мышление человека не будет обладать преимуществом перед искусственным разумом. Люди и машины сольются на всех уровнях бытия. Многие люди перестанут существовать в постоянной форме, а будут существовать в виде программ. Их сознание будет способно контролировать сразу несколько разных физических тел и создавать новые. Границы между вещественными проявлениями личностей постепенно стираются, поэтому невозможно точно определить, сколько людей живет на Земле и за ее пределами.

- Начнется эра технологической сингулярности, которая распространится за пределы Земли вместе с человечеством. Сингулярность – это период ближайшего будущего, когда скорость технического развития будет настолько высока и изменения окружающего мира будут настолько фундаментальны, что это кардинально изменит все наше существование за очень короткое время. Сингулярность изменит наш мир навсегда, наш взгляд на прошлое, наш взгляд на будущее и изменит само понятие жизни в целом. Многим людям тяжело понять, почему это произойдет. Но это неизбежно так же, как восход солнца. И уже сейчас мы видим первые лучи этого солнца в виде всех технологий последних 20 лет.

Список рекомендуемой литературы

1. Ю.Д. Третьяков. Проблемы развития нанотехнологий в России и за рубежом. Вестник РАН, №1, т.77, 2007, с. 3-10.
2. Г.Е. Кричевский. Нано-, био-, химические технологии и производство нового поколения волокон, текстиля и одежды / Москва, МГУ, 2011, 528 с.
3. Г.Е. Кричевский. НБИКС-технологии для Мира и Войны / Саарбрюккен, Германия: Ламберт, 2017, 634 с.
4. Г.Е. Кричевский. Возрождение природных красителей /Москва: ПабЛит, 2017, 563 с.
5. Г.Е. Кричевский. Опасности и риски нанотехнологий и принципы контроля за нанотехнологиями и наноматериалами. М., ж-л «Нанотехнологии и охрана здоровья», Т.2, №3, 2010. с. 10-24.
6. Н.В. Губина, И.Б. Морзунова. Проблемы современной нанотехнологии. М., Дрофа, 2010 г. 288 с.
7. В. И. Балабанов. Нанотехнологии: наука будущего / Москва: Эксмо, 2009. – 246 с.

8. Ю. П. Васильев. Активизация научных исследований в США, или Путь к изобилию / – Москва: Экономика, 2007. – 429 с.
9. Фостер Л.. Нанотехнологии. Наука, инновации и возможности / Москва: Техносфера, 2008. – 349 с.
10. Оуэнс Ф., Пул Ч. Мир материалов и технологий. Нанотехнологии. М.: Техносфера, 2007. - 375 с.
11. PCAST (Presidential Council of Advisors on Science and Technology) (2010) Report to the President and Congress on the third assessment of the National Nanotechnology Initiative, Assessment and recommendations of the National Nanotechnology Advisory Panel. Washington, DC: Office of Science and Technology Policy.
12. Roco M.C. (2002) Coherence and divergence in science and engineering megatrends. *J. Nanopart Res.* 4(1-2):9–19.
13. Roco MC, Mirkin CA, Hersam MC (2010) Nanotechnology research directions for societal needs in 2020: retrospective and outlook. NSF/WTEC report, Springer.
14. Chen H, Roco M (2009) Mapping nanotechnology innovations and knowledge. Global and longitudinal patent and literature analysis series. Springer, Berlin.

Методология науки

Ордин С.В.

старший научный сотрудник

ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН

stas_ordin@mail.ru

Аннотация: В работе рассмотрены различные аспекты развития науки, как непрерывно расширяющейся сферы сознательного знания. Рассмотрен субъективный аспект развития всей науки, определяемый выбором индивидуума заниматься самообразованием на базе установленных наукой инвариантов. Рассмотрен метод отражения объективной реальности – Единой Природы в виде многомерной сферы качественных и количественных описаний Природы на базе инвариантов, продемонстрированный на описании двух её сечений: физические различия разных масштабов и разветвление на живое и неживое на наномасштабе. В рамках предложенных представлений показан способ определения индивидуальной цели, ведущей к расширению общей сферы знаний, и описана траектория пути решения задачи по достижению этой цели. Показано, что человечество находится на стадии регресса и что эту негативную динамику можно исправить формированием научных школ.

Ключевые слова: Представления, Природа, наука, субъект-учёный, сфера знаний, динамика.

Methodology of science

S.V. Ordin

senior research scientist

A.F. Ioffe FTI RAS

stas_ordin@mail.ru

Abstract: The paper considers various aspects of the development of science as a continuously expanding sphere of conscious knowledge. The subjective aspect of the development of the whole of science is considered, determined by the choice of the individual to engage in self-education on the basis of invariants established by science. The method of reflection of objective reality - Unified Nature in the form of a multidimensional sphere of qualitative and quantitative descriptions of Nature on the basis of invariants, demonstrated on the description of its two sections is considered: physical differences of different scales and ramification on the living and nonliving at the nano scale. Within the framework of the proposed representations, a method is shown for determining an individual goal, leading to the expansion of the general scope of knowledge, and a trajectory of the way to solve

the task to achieve this goal is described. It is shown that now the mankind is at the stage of regression and that this negative dynamics can be corrected by the formation of scientific schools.

Keywords: Representations, Nature, science, subject-scientist, sphere of knowledge, dynamics.

Преамбула

Различным освоенным и использованным мною в процессе научной и околонуучной деятельности экспериментальным и теоретическим подходам и методам, посвящена большая часть из моих 150 научных публикаций и 68 научно- и околонуучно-популярных статей на сайте НОР. Просто перечисление вошедших в публикации заняло бы много места. А все использованные мной за почти 50 лет жизни в науке теоретические и экспериментальные методы описать, мягко говоря, сложно. Даже простому рабочему или сельскому труженику приходится всё время на ходу что-то изобретать, а при неформальном ведении научной работы, тем более в наших стеснённых сейчас, да и ранее, условиях, без изобретения измерительных устройств, разгона компьютеров, разработки и технологических, и математических приёмов и с места не сдвинуться. Этим во многом отличались научные исследования в СССР – мы «пёрли» не по проторённым дорогам, не стесняли себя стандартными методиками и приборами, а, как само собой, их модернизировали, доводили до совершенства и даже заменяли. При этом, чаще никак это не оформляя промежуточные результаты ни в патенты, ни в научные статьи, потому что для глубокого осмысления и оформления было намечено использовать конечный продукт решения поставленной задачи.

Вот почему, когда «ворота» в страну были настежь распахнуты, к нам в Академию, как на испытательный полигон, просто хлынули иностранцы. Вот почему если бы не бездарное академическое руководство, то РАН в золоте купалась бы, а не попрошайничала у дебильного государственного руководства, занятого лишь дележом денег и власти. И весь этот, застрявший у меня в голове промежуточный методический «хлам», также как и сотня папок с промежуточными результатами исследований, я, по мере возможности, причёсываю и вываливаю в популярных статьях на головы читателей, в надежде, что кому-то из молодых это пригодится, а кое-кого даже подвинет заняться столь неблагодарным в наше время делом – наукой. Хотя, т.к. при нынешнем упадке РАН преемственность, обеспечивающая ранее непосредственную передачу этого «хлама» следующим поколениям исследователей, нарушена, «мелкие» детали, которые могли бы вылиться, возможно, в новые отрасли промышленности, канут в лету. Но так как я ещё не прекратил перед собой ставить принципиально важные в моём понимании задачи, и продолжаю идти к их решению, то тратить много из оставшегося у меня времени на передачу «хлама» не могу. Поэтому я и решил сделать некоторое методоло-

гическое резюме, которое бы помогло хоть по основным принципиальным моментам, а в деталях пусть будущие поколения сами напрягают мозжечок.

Необходимость написания такого методологического резюме связана и с тем, что когда я вновь вынырнул из занятий чистой физикой, то обнаружил, что уже отражал в своих статьях, что «больна» не только современная физика, а и наука целиком. Это с одной стороны, естественно, так как наука по большому счёту есть сознательное знание о единой Природе и, следовательно, как понял ещё Аристотель, едина. И хотя потом он сам же и начал дробить её на части: Этику, Физику и Метафизику (в его понимании вся нефизика Природы), но лишь методически. Едина же наука во всём, в том числе и в своих болезнях.

С другой стороны, я почувствовал некую вину за физиков застойного периода науки, которые, попросту говоря, втирали очки и, тем самым, многие сопряжённые «нефизические» науки, а методологически когда-то физика была самая продвинутая, тоже опустили. Так что есть необходимость несколько реабилитироваться за ремесленников от физики и сделать общенаучное методологическое резюме. И сразу оговорюсь, что пишу это резюме не для ремесленников от науки, спешащих поскорее позабывать побольше научных гвоздиков, на которые себя же на них за шкуру и повесят в «видном» месте, а для тех, чьи научные труды будут видны и после их жизни, когда о «научных гвоздиках» даже и воспоминаний не останется, и их будут разыскивать в архивах лишь дотошные буквоеды.

Семантика и компьютеры

Начну построение, опять же, не как хочется начать, строго логически, а с вынужденного отступления. Если на начальном этапе компьютеризации возник некий цифровой идеализм – искренняя вера в то, что с помощью компьютера ранее немислимые задачи будут легко решены, то сейчас настала пора компьютерного дебилизма – полной уверенности, что нет таких задач, которые не по силам компьютерам, в том числе и по замене реальности на виртуальную: в затхлой реальности – полная проблем занудная жизнь, из которой, якобы, каждый пытается куда-то выскочить либо с помощью наркотиков, либо с помощью безумных гонок и прочего, а в виртуальной реальности «полная» свобода и «неограниченные» возможности – надо лишь пробиться на следующий уровень компьютерной игры.

Короткое резюме: и компьютерный идеализм, и компьютерный дебилизм – бессмысленны. В ошибочности первого уже убедились на практике. В ошибочности второго убедятся, если выживут (если заметят, что умирают заживо). Но из логики видно и сейчас, что чисто программно-компьютерными методами можно построить лишь мёртвую семантическую сеть, зафиксировав в идеале всё старое сознательное знание. Заполнение пропущенными ячейками семантической сети, заполнение и систематизация сферы знаний с помощью компьютеров возможно и даже нужно, а расшире-

ние сферы знаний – нет. Для того, чтобы компьютеры вышли на уровень расширения сферы знаний необходимо, чтобы они стали живыми, во всех планах. Это не только не исключено, но даже возможно неумышленно. Но если людям такие новые рабы и были бы нужны, то мы компьютерам не нужны. Как сказал в «Матрице» УМНЫЙ компьютер: «Нам никто не нужен!» И уж точно не нужны неразумно живущие люди, разве что для зверинца.

Самообразование

Кусочек личности (клинический случай – шизофреника, даже талантливого) компьютером заменить можно, так как его «кусочность» – отражение принципиального ограничения, за пределы которого он в реальности выйти не может. Самообразовавшаяся личность никаким неживым суперкомпьютером заменить нельзя, т.к. её безграничность в процессе замены расширится за первоначальные, до предпринятой замены, рамки, и надо будет делать уже новый компьютер. И так до бесконечности. Но в наше дебильное время главный вопрос, который каждый должен задать себе сам: «Желает ли он самообразовываться или готов как Сайфер лечь в капсулу, и в него введут запрограммированную, и тем самым клинически ограниченную личность?».

Теперь для пожелавших самообразовываться и увидевших в этом смысл своей жизни... Игры, как я уже писал на портале НОР, для мозгов считаю не только бесполезными, но и вредными, т.к. они уводят от реальности в искусственную шизофрению. Заниматься упражнениями мозгов надо, как утренней гимнастикой, но надо во время учёбы. А по жизни выбирать надо заинтересовавшие тебя науки и поглубже разобраться в их базисе. Затем, бегло пройдя по ступенькам в науке вверх, проверить их на ветхость, заглянув в смежные науки – не ушли ли там уже гораздо выше. При этом творческое расширение сферы знаний за счёт сгенерированных новых, ранее никому не известных и есть самое эффективное самообразование человека разумного.

Если самообразование не надоедает с годами, то оно уже войдёт в привычку вплоть до болезни, например, Альцгеймера (если другие болячки либо самолечение человечества - медицина этот процесс самообразования не останавливает).

Выбор цели

Наука, как динамическое расширение сферы сознательного знания немислима без безграничной самообразующейся личности. А установленные базовые инварианты позволяют ей заглянуть максимально далеко и глубоко в Природу, вплоть до границ их применимости. Вот на базе них и может самообразующаяся личность выбрать для себя интересную цель-проблему, которая будет ничем не хуже выбранной из списка Проблем Века или Тысячеле-

тия (возможно в этот список эта цель и сама при этом попадёт или его дополнит). При условии если из использованных базовых инвариантов ЭТИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ не выброшены.

Аристотель, сведя всю науку воедино, ЭТИКУ просто выделил, для самостоятельного рассмотрения, Так же как ФИЗИКУ и МЕТАФИЗИКУ. К последней он отнёс все прочие науки – НЕФИЗИКИ, но символично, что и в них она обязательно присутствует: химфизика, биофизика, медицинская физика и прочее, и прочее. Теперь есть методический раздел науки – матфизика, но я не уверен, что Аристотель выделял математику из ФИЗИКИ. Символично, что и ФИЗИКА, которую я, можно сказать по Аристотелю, привнёс в науки ЭКОНОМИКА и ПОЛИТИКА, официально в них не входит. Так что отсутствие в них как этических инвариантов, так и физических, является, можно сказать, прямым доказательством того, эти официальные науки – ЛЖЕНАУКИ, а относить их к опирающемуся на геномное духовное начало ИСКУСТВУ тоже никак нельзя. Современные экономика и политика – это болезни человечества, коллективные шизофренические игры с летальным исходом. И чем раньше человечество поправится, тем дольше проживёт. Хотя по логике ЖИЗНИ (бесконечной) ему надо переродиться.

В истинную науку все найденные людьми инварианты входят как ортогональный репер сферы знаний, описывающей Единую Природу. Так вот, максимально бережно относясь к установленному базовому набору инвариантов, но постоянно держа в уме, что их набор в принципе, расширяется, можно выбрать задачу описания не описанного ранее или противоречиво описанного явления в Природе и Обществе (в самоописании человека разумного и коллективов). Так общая цель науки – расширение сферы сознательного знания конкретизируется/материализуется в индивидуальном решении поставленной задачи. И тем самым сфера знаний расширяется при одновременном её укреплении – за счёт систематизации знаний увеличивается поверхностное натяжение сферы знаний. Увеличение этого поверхностного натяжения, в принципе, мешает введению новых инвариантов, но если «жизнь заставляет» их ввести, то это не приводит к разрушению сферы знаний (к лопанью шарика), а приводит к появлению новой независимой координаты, т.е. к увеличению размерности сферы. Поэтому всякие там заявления об очередном открытии, опровергающем все законы физики – детский лепет необразованных людей, какой бы «видный авторитет» об этом не заявлял – саморазрушение не есть цель науки вообще и само-образующегося человека разумного, в частности. Другое дело, что учёные нередко идут на саморазрушение ради расширения сферы знаний человечества, и это их роднит просто с порядочными людьми, которые ради спасения чьей-то жизни готовы пожертвовать своей, и противопоставляет просто непорядочным, готовым даже ценою чьих-то жизней просто обеспечить себе благополучие. Подсознательное духовное начало у истинных учёных составляет единое целое с построенной ими сферой сознательного знания, что и определяет одухотворённый облик учёного и благородство выбранных им целей.

Траектория пути решения задачи

Задача достижения поставленной цели в любой сфере человеческой деятельности непроста. Но если самоограничиваешь себя ненаучной деятельностью, то, вольно или невольно ограничиваешь себя игрой в кем-то изготовленные кубики, карты, шары, компьютерные игры и по кем-то установленным правилам. Большинство людей так и живут, и неплохо живут. И в отличие от мучающихся творцов «свободно» плывут по течению. Но чисто разумно-человеческое начало в них сохраняется на подсознательном уровне и в духовной сфере (либо не сохраняется, тогда они «творят» в криминале). Траекторию поиска решений таких некриминальных/криминальных задач я рассматривать не буду. Я коснусь лишь задач в сфере сознательного знания, построенного на базе уже установленных инвариантов

Правильно выбранная цель является необходимым условием решения задачи по её постижению, но далеко не достаточным. Как числовая ось не полна без иррациональных чисел, так и любая точка многомерной сферы сознательного знания не полна без иррациональных значений и её «координат», и её функций. Даже выбор уже «правильно»-рационально определённых («разрешённых») значений для каждого вступающего на путь исследований весьма не прост. И в нормальных условиях, когда преемственность не нарушена, стартовый выбор этих «координат»/функций как раз и задаёт научный руководитель (если он таковым действительно является). Я лично и ранее, а тем более теперь на стартовом этапе исследований обращался к книгам именно корифеев прошлых лет, но в заголовок которых они не стеснялись вставлять ЭЛЕМЕНТАРНАЯ ... А уж потом, кое-что померив-посчитав максимально широко знакомился с так называемыми «рабочими моделями», в которых некоторые «видные» ремесленники нередко допускали нестыковки даже с ЭЛЕМЕНТАРНЫМ. В застойный период стало обычным явлением, когда на таких «рабочих моделях» строилась и «наука», и даже промышленность. А устранение в них нестыковок требовало не только умственных усилий, но и преодоления противодействия ремесленников, которые и «научные» степени, и «научные» и ненаучные звания, и деньги на них заработали. Но если свой выбор сделал в пользу достижения научной цели, то надо быть готовым к решению и этой практической задачи по преодолению вязкости ремесленнического болота.

Но даже отвлекаясь от таких «мелочей» как торможение ремесленников, сам процесс прохождения по сфере сознательного знания к намеченной цели прямо из первых принципов практически невозможен. Принципы подобны компасу. Но и в самой сфере знаний есть и «кочки», и «колдобины», и «горы», и «расщелины», даже иррациональные (по крайней мере, пока) координаты. Поэтому траекторию движения к научной цели можно представить как кусочно-непрерывную: фрагменты качественного описания с выходом на количественные математические расчёты ожидаемых материальных параметров чередуются с осмысленными экспериментами. И это, естественно, не

исключает некоторых блужданий и даже возвратов, если научный компас из принципов и инвариантов показывает, что ты плутанул, но большую опасность представляет завязанное опять же на нарушение этических принципов формальное теоретизирование, дающее «требуемый» набор параметров. Ничего не дающее ни научной душе, ни научному сердцу, но формально «требуемые» для статьи, для защиты диссертации или просто для того, чтобы угодить начальнику. Т.е. «требуемый» набор есть, а никакого приближения к пониманию истины нет. Такие, не видящие качественную «Картину Мира» горе-теоретики не только собственную научную жизнь спускают в унитаз, но и, выставляя себя «светилами», могут вести науку по ложному пути. Качественно осмысленный же теоретический расчёт «протаптывает» правильный путь в труднодоступной экспериментальной области, путь, ведущий к намеченной научной цели.

Единая Картина Мира

Мир многообразен и прекрасен в своём естестве и уродлив и ужасен при неразумном поведении людей. И его описанию посвящены многие тома. Некоторое краткое описание, а вернее систематизацию описания Мира с демонстрационными примерами постараюсь дать и я. Но начну, т.к. работа посвящена методологии, в какой-то мере с конца, некоего методологического резюме, касающегося субъекта, ОПИСЫВАЮЩЕГО этот Мир. К таким «Писателям», конечно, относятся не все люди. И дело не в том, что некоторые не штудировали «Диалектику Природы» Энгельса, а просто у них нет некой потребности своё индивидуальное разумное начало влить в Коллективный Разум Человечества, потребности, которая сама по себе способствовала бы диалектичности их процесса мышления. Печально, но сейчас и научную карьеру делают некоторые люди без этой внутренней потребности.

Само самообразование человека разумного – истинное ОБРАЗОВАНИЕ личности (или формальное получение образования человеком, строго говоря, неразумным) есть формирование в голове индивидуума Картины Мира. И эти картины могут и складываться по-разному, и быть доведены до различной степени совершенства – качественного и количественного соответствия окружающему Миру.

Картина Мира складывается на примитивном, но, тем не менее, тоже богатом и сложном рефлекторном уровне (число комбинаций огромно), и у новорождённого котёнка по мере его взросления. У человека же разумного, к чисто рефлекторному восприятию мира, примешивается ещё и Духовное Начало, которое, судя по всему, присутствует на генетическом, вернее, на геномном уровне, как результат формирования человека разумного в течение многих поколений в социальной среде. И если происходит выпадение ребёнка из социальной среды, то это накладывает отпечаток на формирование его личности, но, судя даже по Маугли, полного стирания духовного начала не происходит (хотя не факт, что все «вскормлённые» обезьянами человеческие

детёныши смогли вернуться в человеческое общество, хотя то, что даже некоторые мыслители сбегают от него, говорит о том, что и оно очень далеко от совершенства). Так вот, самообразование личности возможно и в чисто духовной среде. Так видимо «рождаются» гениальные поэты, композиторы, художники и даже мыслители, хотя последние скорее на стыке – объединяют Духовное и собственно Научное Начала.

Но духовное формирование личности не есть самообразование на базе коллективного систематизированного и математизированного сознательного знания, которое не передаётся ни на генетическом, ни на геномном уровне, хотя иногда и говорят, что кое-что передаётся во втором поколении. Но скорее просто собственными детьми люди занимаются меньше чем внуками: вот ты и замечаешь, что они, внуки, что-то знают-понимают, о чём им, вроде бы, пока неоткуда было узнать, а они просто замечают своим детским умишком склонности дедушки/бабушки и перенимают их. Хотя есть примеры и уникальных детишек, которые, казалось бы, родились с сознательным знанием предыдущих поколений. Но то, что такие юные дарования, которых раньше иногда демонстрировали как диковинных животных, очень быстро «сгорают», скорее говорит о форсированном режиме работы мозга по усвоению сознательного знания. А с учётом того, что голова управляет телом, быстрое «сжигание» тела указывает на то, что форсирование произошло в ущерб некоторых жизненно важных функций головы. К таким одарённым, но несчастным детишкам нужно и должно относиться бережно. Другое дело, когда к одарённости приписывают просто нарушение в голове – психическое, приводящее просто к отклонениям на уровне рефлекторном (что и проявляется в поведении). Таким, нуждающимся в помощи людям, воинственная ИХ толерантность лишь вредит, и им самим, выделяя их в касту избранных, и окружающим – «неизбранным». Это также как религиозный фанатизм вредит как верующим, так и неверующим, фактически натравливая верующих друг на друга и на неверующих и уводя от разумного начала в сферу эмоционально-духовного противостояния, где не признаются, как в науке, единые инварианты без коих наука немыслима.

Так вот, формирование мозаики Мира в сознании людей у разных людей происходит из различных фрагментов – осколков-кусочков «смальты». И формирование этой картины в голове учёного в процессе его самообразования происходит из фрагментов формализованного сознательного знания. Предельный, можно сказать клинический случай, когда картина реальности формируется в голове из программных кодов. Не совсем клинический, но близкий к этому случай, когда картина Мира складывается из чистых формул, никак не связанных с реальностью.

Думаю, не многие учёные задумываются над тем, как, из чего складывается картина Мира в их голове, тем более, что для ремесленника достаточно лишь одного её фрагмента или парочки. Но мне посчастливилось ещё застать действительных корифеев науки, над каждой фразой которых надо было долго думать, чтобы понять истинную суть сказанного. И поначалу вызва-

ло просто удивление, как он нашёл ответ так быстро, когда необходимая полная логическая цепочка требуемого для ответа рассуждения «пролетела» не менее чем несколько томов.

Так вот, всё стало на своё место, когда я сам научился строить в голове объёмную картину Мира. Имея такую картину, ты одновременно, учитывая много параметров, просто видишь кратчайший путь от точки А до точки Б без всяческих исторически сложившихся зигзагов в логических и математических построениях/обоснованиях. И научное самообразование эту картину делает всё более ясной в мельчайших деталях и всё более полной – многомерной. Тебе просто нужно заглянуть в нужную часть этой картины сферы знаний. При этом становится очевидным почему много знание не есть ум – если специализироваться на заучивании цифр, дат и прочих таблиц и формул, без связи их с реальностью, то чтобы из точки А попасть в точку Б надо быстро пройти по всей кривой, запутанной цепочке, тогда как научные принципы позволяют выбрать кратчайший путь между ними. Если представить эту сферу знаний как единую объёмно-многомерную картину, то для построения траектории решения поставленной задачи, по большому счёту нет необходимости даже сравнивать возможные многочисленные сечения этой сферы. Эта необходимость возникает лишь при передаче информации аудитории – в какой-то мере популярного, иногда долгого и нудного изложения очевидных (если видишь эту сферу целиком) вещей. Но обмениваться мыслями – объёмными многомерными образами – мы ещё не научились, так что для понимания объёмно-многомерной картины собеседника и нужно самообразование – умение самому строить такие объёмно-многомерные картины.

Теперь постараюсь описать парочку наиболее существенных моментов (сечений) Единой Картины Мира. В общих чертах, казалось бы, даже чистая математика позволяет рассчитать все возможные собственные состояния нашего пространства-времени и, тем самым, описать, по крайней мере, всю неживую природу. Но если на атомном уровне этот «фокус» проходит прямо: позволил и описать всю таблицу Менделеева, и позволяет нам утверждать, что электронные уровни в разных элементах сохраняют свои значения хоть на Земле, хоть в 20 тысячах световых лет от неё; то на других масштабах – не очень. Уже на ближайших масштабах к атомному – нано и макрокристаллы – существуют свои инварианты, которые ещё можно строго связать с атомными разрешёнными состояниями. Но на сильно отличающихся от атомного масштабах основные эффекты связаны с силами, которые совсем несущественны на атомном, а тем более, на субатомном уровне. Так что описывать галактики исходя из свойств атома, мягко говоря – неразумно. Также неразумно, как атомными моделями описывать элементарные частицы. Ну, а описывать вселенную с помощью элементарной частицы, наверное, покажется нормальным лишь безличностному (глупому, неживому) компьютеру.

Теперь о масштабе, где возникла «загадочная» жизнь. У нас нет никаких оснований (в том числе и духовных) полагать, что есть живые атомы или что наша галактика живая. Тогда, как и из комбинаторики, дополненной ста-

тистикой с накоплением информации в циклах, и из физических измерений хорошо известен масштаб возникновения жизни – это нано. На наномасштабе происходит принципиальное расхождение между живой и неживой природой. И видимо на этом масштабе есть и инварианты, ответственные за то, куда процесс пойдёт – в жизнь или в смерть. И это касается не только ДНК-РНК, это касается и организации искусственной структуры с помощью нанотехнологий. Изготавливая, скажем, нанотрубки мы можем создать вирус, а изготавливая по нанотехнологии процессоры, мы можем запустить, страшно даже сказать, саморазвивающийся разум. Хотя страшнее, если уже запустили, и он людей уже стравливает, чтобы от нас избавиться. А в этом случае избавляющееся от науки человечество гарантировано обречено – будет считать деньги до полного опупения.

Научная Школа

Наука – некий общечеловеческий язык и по своей природе интернациональна. В этом плане она принципиально отличается от религий и идеологий, тем, что в ней не может в принципе быть антагонизм различных областей сознательного знания. Но естественно присутствующие объединительные тенденции в науке, как в целом, в общечеловеческом плане, приводят и к возникновению формально взаимоисключающих течений, как в теле самого знания, так и в его носителях – научных коллективах. На стыках таких течений и возникает часто принципиально новое понимание Природы – нахождение новых инвариантов, которые хоть и носят в себе ортогональные к ранее известным, орты-координаты, но то, что X не Y и не вновь открытая, либо присоединённая как время t в теории относительности координата, противоречий не добавляет, а их устраняет. Такие научные коллективы увлечённых истинной наукой людей и генерируют в основном большую часть новых знаний о Природе, т.к. творчество в науке индивидуальное тесно связано объединительным началом в науке с творчеством коллективным, с творчеством в так называемых Научных Школах.

Как музыкант, художник, писатель вне профессиональной среды теряет и опору – базу, и ориентиры на сотворение чего-то, чего не было до него в музыке, в живописи, в литературе, так и учёный вне научной среды лишается и выверенной, коллективно проверяемой базы, и коллективных ориентиров. Но в науке есть принципы, которые, как стрелка компаса, дают возможность сохранения тенденции индивидуального продвижения вперёд в периоды безвременья типа нашего. А само возникновение этого безвременья и в самой науке, и в обществе связано с бюрократизацией, формализацией науки на базе канонизации – догматизации постулатов, разрабатываемых отдельными Научными Школами, а не обобщением с устранением противоречий между различными направлениями в науке.

Так, если во времена Бора и Эйнштейна представители альтернативных физических представлений о Природе искали и находили объединяющее

начало, то теоретическая Школа Ландау загнала в «угол» и Школу Пекарра, и Школу Власова, а когда столкнулись с необъяснимыми в рамках Школы Ландау явлениям, то ничего другого, кроме древней мифологии с тёмными силами и предложить не смогли.

Так если многообразная, но сохранявшая внутреннее единство западная социал-демократическая мысль родила Октябрьскую Революцию в России, то догматизация коммунистических представлений, а тем более сталинская эрзацизация привели к расколу Международного Коммунистического Движения вплоть до войн между «братскими» странами. Доходило до печальных анекдотов, когда КПСС не радовалась коммунизации Италии, Франции, Скандинавии, а озвучивала американские версии убийств государственных лидеров, лояльных к «покраснению» их стран «красными бригадами», террористами и просто сумасшедшими. Когда КГБ выслеживает контакты ГРУ с Че Геварой и сдаёт его положение ЦРУ. Найдутся, уверен «умники», которые скажут, покрутив пальцем у виска: «Какое отношение физика имеет к политике!». Но если бы они не были зашорены, то поняли бы, что строго по Аристотелю любая НЕФИЗИКА имеет отношение и к ФИЗИКЕ, а если не имеет, как современная политика или экономика, то это лженаука, ведущие человечество в тупик. Так, не имеющая к ФИЗИКЕ никакого отношения российская государственная (лже)политика ничего лучшего для замены науки не нашла как верования древних – религию. Но пещерные люди и с айпадами не имеют в голове Научной Картины Мира и продолжают тупо сражаться с Природой и друг с другом.

Сейчас, когда произошла замена Научных Школ (НШ) во многом чисто бюрократическими научными образованиями (начиная от ФАНО и бывшего Президиума бывшей РАН и кончая институтами и лабораториями) без понимания принципиальных отличий НШ от оных, их и невозможно восстановить, и, тем самым, невозможно восстановить НАУКУ, как Передовую Мысль Человечества, как его Коллективный Разум. При этом ростки обновлённой Науки скорее пробьются в Общественных Научных Организациях, чем в официальных, где бюрократическая система занимается самовоспроизводством в первую очередь, а сутью Науки в последнюю. Тем более, что власть в России (и не только), рассматривая Науку как собственный «коровник», демонстрирует такое умственное убожество, что останавливаться на конкретных многочисленных ляпах проводимых реформ науки с точки зрения самой науки просто бессмысленно (имеет смысл лишь с точки зрения карьеристов, делающих и на ляпах и карьере, и деньги). Надо сосредоточиться на главном: существование Научных Школ необходимо, так же как и их «трение»-взаимодействие. Иначе мировая наука заглохнет и если что-то останется от неё, то это будет мёртвый язык, как латынь, для чтения научных постулатов.

Преодоление

Из вышесказанного надеюсь понятно, что чтобы помочь в методике биологу выбрать правильно мощность нагревателя, когда он путается в применении для этого закона Ома, или помочь исследователю Арктики-Антарктики увидеть в цвете просто белые льды и снега, когда он не подозревает, что заложенное в любой современной камере разложение цветов на RGB позволяет провести их элементарный спектральный анализ, чтобы вообще, был хоть какой-то толк от накопленных моим поколением физиков методических находок, по большому счёту необходимо преодоление катастрофических тенденций во всей науке. Иначе общество, в конце концов, вернётся к первобытному состоянию и снова станет делить шкуры медведей, не до конца добытых в наше время. При этом, ни теория измерений станет не нужна (как уже стала не нужна астрономам и «открывателям» гравитационных волн), ни доказательство теоремы Ландау (как уже стало не нужно «открывателям» графена), ни соблюдение этических, физических и нефизических принципов науки в макроэкономике и глобальной политике, т.к. остатки человечества в виде первобытных стай об этих химерах и знать не будут.

Преодолеть наблюдаемые глобальные катастрофические тенденции в сошедшем с ума обществе разумных людей можно, если их удастся преодолеть в самой науке, в Научной Голове Общества. А преодолеть эти тенденции в самой науке можно, лишь начав заново формировать Научные Школы. Но формирование этих Школ невозможно без некоего внутреннего индивидуального преодоления у членов в добровольно объединившихся коллективах учёных и некоего преодоления при формировании этого коллектива и выдвигании его лидера.

Тут, как в том же спорте, самоформирование чемпиона в последнюю очередь связано с его победами над соперниками, а в первую очередь в многоступенчатых преодолениях ограничений, заложенных в его организме, фактически в преодолении боли. Далеко не все готовы к такому самопожертвованию. Далеко не все и в молодости после этого преодоления «шагнут ещё на ступеньку выше самого себя». Много молодых «рвутся», «ломаются» и вообще надрываются. Далеко не всегда хорошо складывается судьба и ставших чемпионами. И дело не только в накопившихся и залеченных относительно мелких травмах, полученных при таких преодолениях многочисленных ступенек. Дело в обратной стороне: овладевший искусством умственного напряжения для преодоления, грубо говоря, для того, чтобы как барон Мюнхгаузен поднять самого себя за волосы над землёй, перестав тренироваться и постарев, человек может, грубо говоря, сам себя разорвать, включая и собственные мозги. А занятие истинной наукой это чисто умственное преодоление, в первую очередь в самом себе, а затем в коллективе при формировании его Научной Головы. Но в отличие от спортсменов, которые соревнуются между собой и в звании чемпиона уже не «сражаются» со зрителями, формирование Научных Школ в современных условиях сопряжено и с пре-

одолением и чванства властей, и с преодолением попыток уничтожить «научных конкурентов» огрызками «научной» бюрократической структуры, и с преодолением просто сейчас всё возрастающего невежества окружающих людей, оболваненных блеском денег. Так что даже захотев принять участие в этом умственном соревновании по формированию Научных Школ индивидууму придётся преодолеть сопротивление общества, предпочитающего «плыть по воле волн» вплоть до водопада.

«Сетевой путь» современной нано-техно-научной практики

Аршинов В.И.

*доктор философских наук,
главный научный сотрудник Института философии РАН.
varshinov@mail.ru*

Аннотация: Мы живем в уникальное время в истории человечества. За последние десять лет исследования в области философии науки и технологии в их междисциплинарном и трансдисциплинарном контекстах обзавелись новым концептом: «конвергирующие технологии», который отражает явление растущей конвергенции конкретных технологий в высокоинтегрированной системе, в которой старые изолированные технологические траектории становятся буквально неразличимыми, при том, что технологическая конвергенция все больше распространяется на растущую взаимозависимость между биологической и микроэлектронной революциями, как материально, так и методологически. Более того, в этой ситуации в принципе может обрести свой новый, нелинейный смысл утверждение, согласно которому будущее не столько теоретически предсказывается, сколько практически создается. Но что это реально означает? Можно ли, например, сказать, что речь идет о проектировании будущего, создании его желаемого образа и, соответственно, об управлении настоящим из будущего, таким образом, чтобы «выйти из хаоса» на новую траекторию «устойчивого развития» человеческой цивилизации? В принципе, весь последующий текст можно рассматривать как попытку ответить на выше сформулированный вопрос, или хотя бы наметить контуры такого ответа.

«Сетевой путь» современной нано-техно-научной практики

Мы живем в уникальное время в истории человечества. По словам Эрвина Ласло мы живем «в эпоху глубокой трансформации – сдвига в цивилизации»¹⁶. Этот сдвиг Эрвин Ласло именуется макросдвигом, поясняя, что «макросдвиг – это бифуркация в динамике эволюции общества, в нашем мире, насыщенном взаимодействием и взаимозависимостью, это бифуркация человеческой цивилизации в ее квазицелостности». Что же касается бифуркации, то это термин, заимствованный из нелинейной хаотической динамики сложных систем, означает, что «непрерывная прежде траектория эволюции слож-

¹⁶ Ласло Э. Макросдвиг. М., 2004, с. 16, 21

ной системы разветвляется: после бифуркации система эволюционирует иначе, чем до бифуркации».

Описывая динамику эволюционного процесса в человеческом обществе, Эдвин Ласло выделяет четыре фазы макросдвига, указывая, что управляющим параметром в этой динамике являются прежде всего технологические инновации. В настоящее время мы находимся в третьей, критической (или «хаотической») фазе макросдвига, динамика которого репрезентируется тем, что в синергетике именуется параметром порядка. И именно на этой фазе, когда человеческое общество достигает пределов своей стабильности, оно становится сверхчувствительным и остро реагирует на малейшие флуктуации.

В этой критической точке хаоса макросдвига, в принципе может обрести свой новый, нелинейный смысл утверждение, согласно которому будущее не столько теоретически предсказывается, сколько практически создается. Но что это реально означает? Можно ли, например, сказать, что речь идет о проектировании будущего, создании его желаемого образа и, соответственно, об управлении настоящим из будущего, таким образом, чтобы «выйти из хаоса» на новую траекторию «устойчивого развития» человеческой цивилизации? В принципе, весь последующий текст можно рассматривать как попытку ответить на выше сформулированный вопрос, или хотя бы наметить контуры такого ответа.

И все же его основная интенция иная. Именно, показать, что сам этот вопрос нуждается в радикальном переосмыслении, «перезагрузке» в новом парадигмальном дискурсе, порождаемом концептами сложности, сети, трансцендентности и коммуникации, конструирования и трансформации. Термины сложности, сети, как и термин управление в данном случае понимаются как «зонтичный» термин, под которым кроется семейство так называемых «фоновых практик» – совокупностей принятых в культуре способов деятельности и коммуникации с этой деятельностью так или иначе сопряженной.¹⁷ Здесь важно, что эти «фоновые практики» в наши дни «эпохи макросдвига» находятся под воздействием управляющих параметров, с необходимостью порождаемых стремительным становлением современных медийных технологий и, прежде всего, Всемирной паутиной ИНТЕРНЕТа. *И именно в результате этого синергетического управления фон социокультурных практик порождает инновационное разнообразие коммуникативных фигур-геистальтов, формирующую современную сетевую технокультуру и техногнозис.*

Я однако не буду входить в обсуждение сложнопереплетенных вопросов технокультуры, ее генезиса и трансформативного потенциала. Я лишь хочу обратить внимание на синергично-практический смысл зонтичного использования термина управление (governance), при котором получают свой практический смысл такие понятия как управление инновациями и/или управление знаниями. В настоящее время основным источником технологи-

¹⁷ Волков В., Харкхордин О. Теория практик. СПб., 2008

ческих инноваций является наука, представленная в разнообразии автопоэтических симбиозов, инструментально опосредованных междисциплинарных сопряжений. Представленная таким образом наука начала интенсивно формироваться во второй половине прошлого века, а в конце его получила название «технонаука», (Б. Латур). Причем технонаука отличается качественным сдвигом в способе производства научного знания, и одна из ее ключевых характеристик связана с ее междисциплинарностью.

За последние десять лет исследования в области философии науки и технологии в их междисциплинарном и трансдисциплинарном контекстах обзавелись новым концептом: «конвергирующие технологии». Несколько раньше, в середине 90-х годов, на само явление «растущей конвергенции конкретных технологий в высокоинтегрированной системе, в которой старые изолированные технологические траектории становятся буквально неразличимыми», обратил внимание социолог М. Кастельс. При этом он подчеркивал, что «технологическая конвергенция все больше распространяется на растущую взаимозависимость между биологической и микроэлектронной революциями, как материально, так и методологически».¹⁸ Фиксируя это явление, новый концепт существенно расширяет свое содержание, ставя в центр внимания синергетическое взаимодействие между самыми разными областями исследований и разработок, такими как нанонаука и нанотехнология, биотехнология и науки о жизни, информационные и коммуникационные технологии, когнитивные науки. Однако не следует ограничиваться лишь такого рода констатациями.

Ведущиеся сейчас на Западе интенсивные дебаты по поводу конвергирующих технологий стали по сути форумом для исследований будущего в контексте становления современной *нанотехнонауки*. Новое, «посткастельсовское» прочтение понятия конвергирующих технологий начало стремительно формироваться, начиная с 2001 года, когда под эгидой Национального научного фонда США была выдвинута так называемая NBIC-инициатива¹⁹. В этой инициативе четко выделяются два целевых фокуса-аттрактора.

Первый акцентирует внимание на синергетическом объединении вышеназванных областей исследований и разработок в нанометрическом масштабе, что обещает уже в обозримом будущем цепную реакцию самых разных технологических инноваций, в своей совокупности обещающих гло-

¹⁸ Кастельс М. Информационная эпоха. М., 2000, с. 78

¹⁹ NBIC = Nano-, Bio-, Information Technologies and Cognitive Sciences, т.е. так называемые конвергентные технологии, к которым относятся нанотехнология, биотехнология и геновая инженерия, информационные и коммуникационные технологии и когнитивные науки, играют важную роль в решении проблемы «технического совершенствования человека». Сегодня, как подчеркивают неоднократно как западно-европейские и американские исследователи этой проблематики, недостаточно уже изучения того, как отдельные технологии (прежде всего из вышеназванных технологий) влияют на развитие общества и человека. Необходимо исследовать их конвергентное (сопряженное) влияние также и друг на друга, учитывая всю палитру их возможных применений. Причем сами эти применения (не только уже имеющиеся, но и предполагаемые) оказывают воздействие и на развитие научно-теоретической базы этих технологий.

бальную трансформацию самого способа развития человеческой цивилизации в целом. Этот фокус можно назвать так же экономико-технологическим.

Что же касается второго, то он акцентирует внимание на проблеме «улучшения человека», «человеческой функциональности» (*improving human performance*), или «расширения человека» (*human enhancement*).²⁰ Нет ничего удивительного поэтому, что NBIC-модель конвергирующих технологий (NBIC–тетраэдр) всколыхнула новую волну энтузиазма среди адептов трансгуманистического движения (Ник Бостром, Рей Курцвейль, Вернон Уиндж), увидевших в ней реальный практический инструмент создания следующего поколения постчеловеческих существ, трансформации всего того, что Ханна Арендт назвала «человеческой обусловленностью».²¹

Здесь ни в коей мере не преследуется цель подвергнуть критике воззрения трансгуманистов. Во-первых, эти воззрения сами по себе неоднородны.²² Во вторых, я считаю гораздо более конструктивным рассматривать воззрения современных трансгуманистов не с точки зрения фиксации их экстремальных экзотических характеристик, а в более широком контексте их возможной синергийной конвергенции со всем междисциплинарным (и трансдисциплинарным) комплексом современного социогуманитарного знания. Например одна из разновидностей трансгуманизма – *экстропизм* – ориентируется на такие концепт-принципы как «само-трансформация», «динамический оптимизм», «интеллектуальный технологизм», «спонтанное упорядочение», «открытое общество» (Макс Мор), которые, в свою очередь, могут служить конструктивной методологической основой для осознаваемого управления процессом конвергентной эволюции социогуманитарных исследований и технологий, вовлеченных в становление так называемого NBIC-тетраэдра.²³

Авторы «тетраэдрической» концепции взаимосвязи конвергентных технологий М. Роко и В. Бэйнбридж утверждают, что конвергенция реализуется как синергийная комбинация четырех быстро развивающихся областей науки и технологии: (а) нанотехнологии и нанонауки; (б) биотехнологии и биомедицины, включая генную инженерию; (с) информационные технологии, включая продвинутый компьютеринг и новые средства коммуникации; (д) когнитивные науки, в том числе когнитивные нейронауки. Утверждается так же, что сейчас эти области человеческой деятельности, как эволюционно-сопряженной совокупности практик познания, изобретения и конструирования, достигли такого уровня инструментального развития, при котором они

²⁰ Английские термины в скобках указаны по необходимости обратить внимание на еще одну немаловажную проблему: а именно - проблему адекватности их перевода на русский язык. В англоязычных экспертных текстах термин “*human enhancement*” зачастую трактуется как конкретизация «*improving human performance*» с дополнительным пояснением, что речь идет о технологическом усилении, приращении человеческих способностей, модификации человеческой телесности и интеллекта.

²¹ Арендт Х. *Vita activa или о деятельной жизни*. Санкт-Петербург, 2000

²² Достаточно полное представление о современном состоянии трансгуманистического движения как у нас в стране, так и за рубежом можно составить ознакомившись с содержанием недавно вышедшей книги «Новые технологии и продолжение эволюции человека? (Трансгуманистический проект будущего). М., 2008

²³ Имеется ввиду фигура, объемно-геометрически представляющая эмерджентную совокупность (NBIC) парных взаимодействий конвергирующих технологий: Nano-, Bio-, Info-, Cogno-процесс.

должны вступить в интенсивное синергетическое взаимодействие, результатом которого явится становление качественно новой супер-нано-технонауки, открывающей перед человеком и человечеством новые горизонты собственной эволюции как осознанно направляемого трансформативного процесса.

Естественно возникают вопросы: О какой собственно эволюции идет речь (о биологической, социальной или, быть может, биосоциальной)? Куда и кем (или чем) это эволюция должна «направляться»? Какие формы она может принять?

В контексте конвергентного технологического тетраэдра Роко и Бэйнбриджа ответов на эти вопросы мы не получаем. Эта концепция инструментальна по своему генезису и структурно соотносится с четырьмя базовыми идеальными элементарными нанообъектами: атомами, генами, нейронами и битами, символически располагаемыми в его вершинах. Процесс конвергенции, синергичность тетраэдра предполагает, что «на уровне наномасштаба атомы, цепи, код ДНК, нейроны и биты становятся взаимозаменяемыми».²⁴ Тем самым нанотехнологии становятся в NBIC–модели синергетическим параметром порядка, подчиняющим своей логике процесс эволюции конвергентных технологий. Нанообъекты становятся фокусом синергетической интеграции.

Однако из этой субъектной логики взаимозаменяемости нанообъектов эволюционно-антропологический дискурс как таковой не складывается. Впрочем, и сами авторы, и апологеты NBIC–концепции это обстоятельство вполне отчетливо сознают, что собственно и нашло свое отражение уже в первом из серии отчетов Национального научного фонда США, который содержательно организован не вокруг обсуждения соответствующих технологических проблем, а в связи с возникающими вопросами, касающимися следствий технологического прогресса для общества, образования, управления. Семьдесят статей первого отчета разнесены по следующим пяти секциям:

1. Расширение человеческого познания и коммуникации.
2. Улучшение человеческого здоровья и физических способностей.
3. Повышение эффективности коллективной деятельности.
4. Национальная безопасность.
5. Объединение науки и образования.

В этом же отчете, а так же последующих есть множество глубоких прогнозов, или лучше сказать «видений» (*visions*), касающихся «*human enhancement*» в качестве лейтмотива технологического развития конвергирующих технологий. Там же можно найти достаточно много утверждений о ренессансе науки, о ее новом единстве, основанном на внутреннем единстве природы на уровне ее наномасштабов. Тем самым, в стратегической перспективе второй полюс NBIC инициативы, касающийся проблемы «расширения человеческих возможностей» оказывается во многом лишенным социогуманитарного содержания. Он оказывается по сути редуцированным к первому, сугубо тех-

²⁴ Bouchard R. BioSytemic Synthesis. Science and Technology Foresight Pilot Project, STPPP Research Report # 4, Ottawa, June 2003

нонаучному аспекту данной проблемы. Правда, эта редукция в некотором смысле является завуалированной, так сказать редукцией «второго рода», поскольку она предусмотрительно апеллирует к междисциплинарной синергии открытия и конструирования, то-есть к некоей многоуровневой самоорганизации и целостности. Тем не менее, она, пусть и в неявном виде, но присутствует и это обстоятельство чрезвычайно важно иметь ввиду для понимания специфики той качественно новой (сложностной) ситуации, которая сейчас возникает в связи с осмыслением всего проблемного поля «*human enhancement*» в том его виде, как оно соотносится с синергийной фигурой NBIC-тетраэдра.

Здесь речь идет о редукции «второго рода», поскольку «внутри» NBIC-тетраэдра классическая междисциплинарная редукция как таковая отсутствует или ограничена в пользу конструктивной синергийной коммуникации, поддерживаемой метафорой взаимообмениваемости вершин-объектов конвергентного нанотетраэдра: атомов, генов, нейронов, битов. Сейчас нет возможности обсуждать вопрос о правомерности объединения атомов, генов, нейронов и битов под одним «зонтичным» термином нанообъекты. Об этом пойдет речь в другом месте. Здесь важно только отметить, что нанообъекты – это не более чем символические продукты когнитивной машины Декарта, продукты практик «очищения», создающих, согласно Бруно Латуру «две совершенно различные онтологические зоны, одну из которых оставляют люди, другую – «нечеловеки2 (*non-humains*)».²⁵ Опять-таки не углубляясь в подробности акторно-сетевой теории (ANT) Латура²⁶, заметим еще, что в фокусе внимания Латура, его *симметричной антропологии*, находится проблема преодоления того, что он называет Великим разделением (или разрывом) Нового времени.

Это разделение отсылает к «двум совокупностям совершенно различных практик». О второй совокупности практик «критического очищения» (машинах Декарта) уже было упомянуто выше. Что же касается первой совокупности практик, то она соответствует тому, что Латур называет сетями. Эти практики можно еще назвать машинами Деррида-Делеза. Их продуктами является вездесущая реальность гибридов природы и культуры, или квазиобъектов или, быть может, «субъект-объектов», которые «перешагивают через барьеры между культурой и природой, деятелем и материалом»²⁷.

Тогда фундаментальное философское значение конвергирующих технологий состоит прежде всего в том, что внутри синергийного NBIC-тетраэдра нанообъекты как продукты декартовских («нововременных» по терминологии Б. Латура) практик «очищения», трансформируются в множество гибридных квазиобъектов, как продуктов практик медиации в смысле все того же Латура. О том, что трансформация происходит в форме ее *практического* осознания сообществом «*наночеловеков*» достаточно красноречиво

²⁵ Латур Б. Нового времени не было. Эссе по симметричной антропологии. СПб, 2006, с.71

²⁶ кстати говоря, являющейся в настоящее время самым подходящим инструментом для адекватной концептуализации всего проблемного поля конвергирующих технологий как технологий «*human enhancement*».

²⁷ Дэвис Э. Техногнозис: мир, магия и мистицизм в информационную эпоху. Екатеринбург, 2007, с. 25

свидетельствует утверждение одного из участников первого NBIC-workshop: «Если когнитивный ученый может помыслить это, *нано люди* смогут построить это, *био люди* смогут внедрить (*implement*) это и, наконец, *IT люди* смогут мониторить и контролировать это».²⁸ Здесь мы находим превосходный пример квазисубъектов, имеющих дело с квазинанообъектами.

Итак, вместо декартовского NBIC-тетраэдра возникает технологически опосредованная конвергенция между материальными уровнями реальности и когнитивными уровнями человеческого опыта. Такого рода медиация *процессно* реализуется в *наномасштабе* генерацией все большего количества медиаторов – квазиобъектов-вещей и знаков, как квазиинтерсубъективных коммуникаторов. В таковые и превращаются прежде всего предварительно «очищенные» идеальной машиной Декарта атомы, гены, нейроны и биты. Но здесь не случайно выделен курсивом термин «наномасштаб», поскольку за его границами природа, общество и дискурс, по словам Латура, «все еще удерживаются на расстоянии друг от друга и все три не принимают участия в работе по созданию гибридов, они формируют ужасающий образ нововременного мира: абсолютно выхолощенные природа и техника; общество, состоящее только из отражений, ложных подобий, иллюзий; дискурс, конституированный только эффектами смысла, оторванного от всего остального».²⁹

Таким образом, проблема состоит в том, чтобы всячески стимулировать процесс конвергентного расширения практик технокультурной антропологически ориентированной медиации, рекурсивно порождающих гибридные когнитивные интерфейсы между конвергирующими уровнями реальности. При этом *сложность как нередуцируемая целостность* и есть тот потенциальный контекст, в котором эта «двойная» технокультурная конвергенция только и может в полной мере осуществляться.

Из всего сказанного выше должно быть достаточно ясно, во-первых, почему NBIC-конвергенции приписывается столь высокий стратегический статус и почему она привлекла столь большое внимание в самых разных регионах мира. И, во-вторых, понятно, почему она, по контрасту с американским подходом, вызвала в Европе достаточно много критики. Эта критика была представлена в Европейском отчете «Конвергирующие технологии – формирование будущего Европейского сообщества». Суть критики сводится к утверждению, что в рамках американской NBIC-инициативы усматривается тенденция сциентистски-технологической (или технодетерминистской) редукции проблемы «human enhancement» в духе все того же монотонного возвращения (Re-entry) к декартовским практикам «очищения», а не циклически-рекурсивного перехода к практикам медиации, в результате чего оказывается во многом утраченной *сложность (complexity)* антропного (антропологического) полюса проблемы, особенно в ее социо-культурном измерении.

²⁸ Roco M.C. & W.S. Bainbridge, Eds. 2003. Converging Technologies for Improving Human Performance. NSF-DOC Report. Boston: Cluwer. P. 13

²⁹ Латур Б. Указ.соч. с. 133

Между тем актуальность проблемы «human enhancement» необычайно возросла именно в контексте возникновения NBIC-инициативы. Разумеется, дебаты по поводу «улучшения или расширения» человека и его способностей как физических, так и интеллектуальных велись задолго до появления концепции NBIC-конвергенции. Однако именно после ее появления они вышли на новую стадию – «Стадию–Два» (*George Khushf*).

Первая стадия – это прошлые дебаты, которые хотя и были связаны с собственно медицинскими проблемами болезни и восстановления здоровья, концентрировались в основном вокруг проблем допинга в спорте, косметической хирургии, а так же «умных таблеток» (*smart drugs*). Эти три сферы практик «enhancement» хотя и существуют во многом обособленно друг от друга, тем не менее обладают некоторыми общими чертами. Первая – это их связь с медициной и присутствием врача. Вторая – их «дискретный» характер. Третья – то, что они служат достаточно узким, специфическим целям. Четвертая – практики «enhancement» могут помимо прочего причинять вред, который должен быть идентифицирован и изучен. Пятая – в то время как практики «enhancement» как правило дают ясные, поддающиеся документации эффекты, эти эффекты являются относительно умеренными. *Здесь нет и речи о возникновении радикально новых сверхчеловеческих способностей.* Поэтому, резюмирует Джордж Хашф (*George Khushf*), социальный и этический анализ практик «enhancement» первой стадии может вполне осуществляться в форме оценки рисков и выгод такого улучшения.

Иное дело *Стадия-Два*, при которой NBIC-конвергенция вызывает к жизни новые технологии *human enhancement (HET)*. Для нее, согласно Хашфу, характерны следующие черты.

Первая особенность. «Enhancement» обеспечивает качественно новые способности. Разграничительный барьер врачеванием и «enhancement» размывается. Например, слепой человек с нейро/видео интерфейсом может обрести возможность видеть дополнительно в инфракрасном или ультрафиолетовом диапазоне.

Вторая особенность. «Enhancement» оказывается многофункциональным. Так интерфейс «мозг-машина (компьютер) может первоначально центрироваться на устранении некоторого специфического недостатка, например, потери зрения, но созданная с этой целью технология может, подобно сотовой связи, сама по себе обрести множество дополнительных функций, создающих новый широкий диапазон возможностей для порождения и исследования новых форм человеческой жизнедеятельности.

Третья особенность. Траектории различных путей «enhancement» размываются и переплетаются, вовлекаясь в *конвергенцию* различных технологий. Тем самым происходит делегализация проблемы «enhancement», ее трансформация в проблему становления новой технокультуры гибридных интерфейсов (квазиобъектов).

Четвертая особенность состоит в том, что «enhancement» развивается в ускоренном темпе. Собственно центральной темой NBIC–workshop и был

вопрос о том как наилучшим образом катализировать исследования в сфере «*enhancement*».

Ну и наконец, *пятая особенность* второй стадии технологического улучшения расширения человека заключена в утверждении, что именно «*enhancement*» даст значительные преимущества тем, для кого эти технологии станут доступными. В соревновательных контекстах бизнеса, образования, военных приложениях давление в пользу использования «*human enhancement technologies*», будет нарастать, а вызванные ими проблемы станут первостепенными и всепроникающими для повседневной жизни всех людей.

Что же все-таки следует из всего сказанного (или пересказанного) нами выше?

Первое, что приходит в голову, так это искушение сказать, что поскольку *Стадия-Два* человеческого улучшения наступит в будущем примерно через два десятка лет, то и беспокоится пока не о чем. Подождем и увидим.

Однако есть основания полагать, что традиционная двухступенчатая модель – сначала исследования и разработки, а потом этические и социокультурные оценки последствий – в ситуации широкого использования «*human enhancement technologies*» с их синергично ускоряющимся темпом, трансформативным потенциалом, радикальностью и новизной, вместе с непреодоленным до конца технологическим детерминизмом и редуционизмом явно устарела. Но тогда, что взамен?

И еще. Насколько мы все должны быть заинтересованы в проекте, который ставит своей целью осуществить реинжинеринг (или апгрэйдинг) наших базисных человеческих способностей? Однако как бы мы не отвечали на этот вопрос, необходимо осознавать, что так или иначе, «мы все становимся в некотором смысле субъектами исследования, вовлеченными в этот новый великий эксперимент», имеющий по сути дела не только естественно-научный и научно-технический, но и социальный аспекты.³⁰

Сделаем еще одну рекурсивную итерацию и вернемся к конкретному примеру нанотехнологической междисциплинарности. Как уже упоминалось выше, нанотехнология «внутри» NBIC-тетраэдра играет роль синергетического параметра порядка в процессе конвергенции эмерджентных технологий. В этом качестве вся «системно-сложностная» специфика конвергирующих технологий «имплицитно-голографически» представлена в специфике нанотехнологий. Одна из таких специфических черт нанотехнологий кроется в связанном с ней новом понимании междисциплинарности. Точнее сказать, становление нанотехнологической парадигмы как качественно нового нанотехнонаучного пространства исследований и разработок, само по себе ведет нас к «многомерному» пониманию термина «междисциплинарность», к по-

³⁰ Khushf G. The Use of Emergent Technologies for Enhancing Human Performance: Are We Prepared to Address The Ethical and Policy Issue. <http://www.ipspr.sc.edu/ejournal/ej511/George%20Khushf%20Revised%20Human%...>

ниманию существования разных типов междисциплинарности.³¹ Мы однако не будем здесь входить в детальное рассмотрение «многомерия» коммуникативного мира междисциплинарности, ограничившись указанием на существование четырех разных ее типов.³² Именно: междисциплинарность соотносимую с (1) объектами (онтологическая междисциплинарность); (2) теориями (эпистемологическая междисциплинарность); (3) методами (методологическая междисциплинарность); (4) проблемами. И тогда NBIC-междисциплинарность, циркулярно подчиненная нанотехнологической парадигме оказывается ближе всего к объектной междисциплинарности. Этим можно объяснить выделение четверки взаимосвязанных нанообъектов (атом, ген, бит, нейрон). Но специфика междисциплинарной наноконвергенции этим не ограничивается. Дело в том, что нанообъекты – вовсе не объекты, открытые физикой, биологией, нейрофизиологией и т.д. Они одновременно и технообъекты, то есть сущности, возникшие (или созданные) в процессе их технонаучного, инженерного конструирования. Нанообъекты – это искусственные сущности. (Этим также можно оправдать их именование в качестве квазиобъектов). Тем самым нанообъекты находятся в фокусе синергетически ориентированной междисциплинарности. Напомним, что согласно Г. Хакену, синергетика как наука о самоорганизации, предметно располагается на границе естественного и искусственного миров: мира природы, открываемой (расколдовываемой) человеком и мира техники, им создаваемой.

Таким образом, нанотехнология пытается понять и использовать принципы, лежащие в основе природных процессов (и, прежде всего, принцип синергического единства природы на уровне наномасштабов) для преодоления традиционных барьеров между естественными науками и инженерией; инженерными науками и технологиями. Тем самым нанотехнологию можно так же рассматривать и как своего рода метатехнологию, технологию «второго порядка», технологию технологий, открывающую путь для возникновения целого веера новых возможностей преобразования человеком как мира, в котором он себя обнаруживает, так и самого себя в этом мире. Еще раз отметим, что нанотехнологическое понимание единства природы (и соответственно, единства формирующейся новой нанонауки) объектно междисциплинарно,

Иначе говоря, объектно-ориентированная наномеждисциплинарность оказывается недостаточной уже хотя бы потому, что она оставляет в тени междисциплинарность методологическую, как единство методологий открытия и инновационного конструирования. Но и осознания этой недостаточности самой по себе так же недостаточно уже потому, что методологическая междисциплинарность в свою очередь должна быть коммуникативно (дискурсивно) сопряжена с теоретической (эпистемологической) и проблемной междисциплинарностью. Однако эти два последних вида междисциплинар-

³¹ Jan C. Schmidt. NBIC-Interdisciplinary? A Framework for a Critical Reflection on Inter- and Transdisciplinary of NBIC-scenario. Georgia Institute of Technology. Working Paper #26, April 2007

³² Jan C. Schmidt. Op. Cit., p. 2

ности в модели NBIC-конвергенции как таковые отсутствуют. Правда, в первом NSF-NBIC-отчете говорится о возможности развития предсказывающей (*predictive*) социальной науки. Более того, утверждается, что «уже заявила о себе тенденция (*trend*) к унификации знания посредством комбинирования естественных, социальных и гуманитарных наук, в основе которой лежит модель причинно-следственного объяснения».³³ И далее, в качестве иллюстрации этого тренда приводится уже цитированное нами выше четверостишие по поводу деятельностных практик (думания, построения, внедрения, контроля и мониторинга) идеальных квази-наносубъектов. Как не без язвительности замечает, комментируя это четверостишие Ян Шмидт, «есть что-то ироническое в том, что IT люди должны контролировать то, что когнитивные ученые могут думать. Таким образом полностью натурализованная причинная цепь по всей видимости оказывается способной работать без какого либо влияния (участия) человеческого агента, подобно Демону Лапласа 19-ого столетия».³⁴ Итак, конвергентная междисциплинарная связь нанотехнологии с био-, информационными и особенно когнитивными технологиями, с необходимостью выводит нас на проблему их медиативно-сетевого осмысления в контексте интеграции с социогуманитарным знанием, быть может в рамках программы симметричной антропологии Брюно Латура или социального конструктивизма в духе Н.Лумана или современной постфеноменологии техники и технологии.

В нашей статье оказалось затронутым довольно много самых разных вопросов. Это, хотя бы отчасти, объясняется стремлением показать (если не убедить), что формирование новой технонаучной практики синергично сопряженного научного исследования и инженерного конструирования в контексте развертывания процессов наноконвергенции, ставит перед современной философией науки и техники целый ряд новых вопросов междисциплинарного и трансдисциплинарного значения. Ответы на эти вопросы, в свою очередь, с необходимостью предполагают рекурсивное расширение и трансформацию ее исследовательского поля, переосмысление прежних философских перспектив и конструирование новых. При этом особый интерес представляют философские практики, порождаемые конструктивным осознанием той качественно новой ситуации междисциплинарности, в которой формируется современная нанотехнонаука. Вот как ее описывает уже упоминавшийся нами выше Брюно Латур: «Вот уже двадцать лет, как мои друзья и я изучаем эти странные ситуации, которые не в состоянии классифицировать та среда интеллектуалов, в которой мы обитаем. За неимением лучшей терминологии, мы называем себя социологами, историками, экономистами, политологами, философами и антропологами. Но к названиям всех этих почетных дисциплин мы всякий раз добавляем стоящие в родительном падеже слова «наука» и «техника». В английском языке существует словосочетание

³³ Roco M.C. & W.S. Bainbridge, Eds. 2003. *Converging Technologies for Improving Human Performance*. NSF-DOC Report. Boston: Cluwer. P. 13

³⁴ Jan C. Schmidt. *Op. Cit.*, p.4

science studies, или есть еще, например, довольно громоздкая вокабула «Наука, техника, общество». Каков бы ни был ярлык, речь всегда идет о том, что бы вновь завязать Гордиев узел, преодолевая разрыв, разделяющий точные знания и механизмы власти – пусть это называется природой и культурой. Мы сами являемся гибридами, кое-как обосновавшимися внутри научных институций, мы – полуинженеры, полуфилософы, третье сословие научного мира, никогда не стремившееся к исполнению этой роли – сделали свой выбор: описывать запутанности везде, где бы их не находили. Нашим вожаком является понятие перевода или сети. Это понятие – более гибкое, чем понятие «система», более историческое, чем понятие «структура». Более эмпирическое, чем понятие «сложность», — становится нитью Ариадны для наших запутанных историй»³⁵.

Ну и совсем в заключение, имея ввиду рекурсивно замкнуть начало и конец этого повествования, оставив его при этом автопоэтически открытым, с удовольствием приведу высказывание Эрика Дэвиса, которым он завершает свой интеллектуальный бестселлер «Техногнозис: Мир, магия и мистицизм в информационную эпоху», и которому я обязан ключевым термином «сетевой путь» в его названии. «У многих обитателей Земли...просто мало выбора: поворот уже на горизонте. Медленно, опытным путем, «сетевой путь» возникает посреди стремлений и хаоса—многогранный, но интегральный модус духа, который может гуманно и разумно передвигаться по технологическому дому зеркал, не выпадая из резонанса с древними путями или способностью преодолевать алчность, ненависть и заблуждение, которые навлекает на себя человеческая жизнь»³⁶.

³⁵ Латур Б. Указ.соч. с.61-62

³⁶ Дэвис Э. Указ.соч.

Природные и искусственные конструкционные материалы

Ал. Ал. Берлин, А.Ю. Шаулов

Институт химической физики им. Н.Н. Семенова

Berlin@chph.ras.ru

Аннотация: Материалы, которые использовал человек в своей деятельности, всегда играли важную, а часто и определяющую роль в прогрессе цивилизации. Они даже дали названия целым этапам развития человечества: каменный век, бронзовый век, железный век... Конечно, сейчас круг материалов, созданных и используемых в быту и технике, особенно военной, чрезвычайно широк. Однако с небольшой долей пристрастности современную эпоху можно назвать веком полимеров. В этой статье попытаемся показать, что человек взял у природы, а что придумал новое и где ее обогнал, стал делать лучше; где еще есть резервы, что природа пока еще делает лучше – это, наверное, самое интересное.

Natural and artificial constructional materials

Al.Al. Berlin, A.Y. Shaulov

Semenov Institute of Chemical Physics of RAS

Berlin@chph.ras.ru

Abstract: Materials used by man in his activities have always been playing an important and even decisive role in the development of the civilization. It is not accidental that they gave names to the whole historical epochs: Stone, Bronze, Iron Age... Modern epoch can be called the Polymer Age. In the report attempt to show that the man has taken from the nature and that he contrived himself; where he has overtaken it and began to make better and where still there are resources for search, and also that the nature for the present makes better the man. The man is ahead of the nature in many fields relating to creation of new materials. He creates number metals and alloys resistant to various loads. We use oil as a raw material and synthesize a great number of organic polymers and high-strength fibers. Processings of various materials, especially polymeric, developed by the man have huge advantages than natural one. We created composites with record strength and heat-resistance. At the same time, there is a considerable lag in the development of gradient structures. Plastic ceramics is still a dream of the mankind. Inorganic polymers, inorganic-organic composite materials (widespread in the nature) seem to be our future. They shall be easy to process, shall have thermal, chemical and water resistance.

Finally, we need a material, which could be used instead of oil and gas for synthesis of organic polymers and composites - it could be natural polysaccharides, cellulose, chitin, and proteins. It is necessary to develop new polymer processing methods that have less environmental impact. One more important problem (especially from ecological point of view) is reprocessing of constructional materials and subsequent use of such products.

Копируя природу, человек ее улучшает...

Введение

Материалы, которые использовал человек в своей деятельности, всегда играли важную, а часто и определяющую роль в прогрессе цивилизации. Они даже дали названия целым этапам развития человечества: каменный век, бронзовый век, железный век... Конечно, сейчас круг материалов, созданных и используемых в быту и технике, особенно военной, чрезвычайно широк. Однако с небольшой долей пристрастности современную эпоху можно назвать веком полимеров.

В этой статье попытаемся показать, что человек взял у природы, а что придумал новое и где ее обогнал, стал делать лучше; где еще есть резервы, что природа пока еще делает лучше – это, наверное, самое интересное.

Сравнение различных конструкционных материалов

Таблица 1. Достоинства и недостатки различных материалов.

Материал	Достоинства	Недостатки
Металлы	1. Сочетание прочности и вязкости разрушения	1. Высокий удельный вес; 2. Чем прочней, тем хрупче; 3. Переработка
Неорганика (керамика, стекло)	1. Высокая прочность* и жесткость; 2. Термостойкость; 3. Низкий удельный вес.	1. Хрупкость; 2. Сложная переработка
Органические полимеры	1. Сочетание прочности и вязкости разрушения; 2. Эффективность переработки; 3. Самый низкий удельный вес.	1. Низкая термостойкость; 2. Горючесть; 3. Низкая окислительная и радиационная стойкость
Композиты	1. Сочетание высокой прочности и вязкости разрушения	1. Сложная переработка

* В данном случае мы имеем ввиду прочность бездефектных образцов. Прочность реальных тел часто определяется наличием поверхностных или внутренних дефектов.

Можно выделить четыре основных типа конструкционных материалов, которые создала природа и человек: металлы, органические полимеры, неорганические материалы (минералы, керамика, стекло и пр.) и композиты. С точки зрения их применения каждый из них имеет свои достоинства и недостатки (см. таблицу 1). Такие представления, конечно, достаточно условны, но полезны.

При разработке новых конструкционных материалов всегда приходится искать компромисс между тремя группами свойств, как это показано на рис. 1.

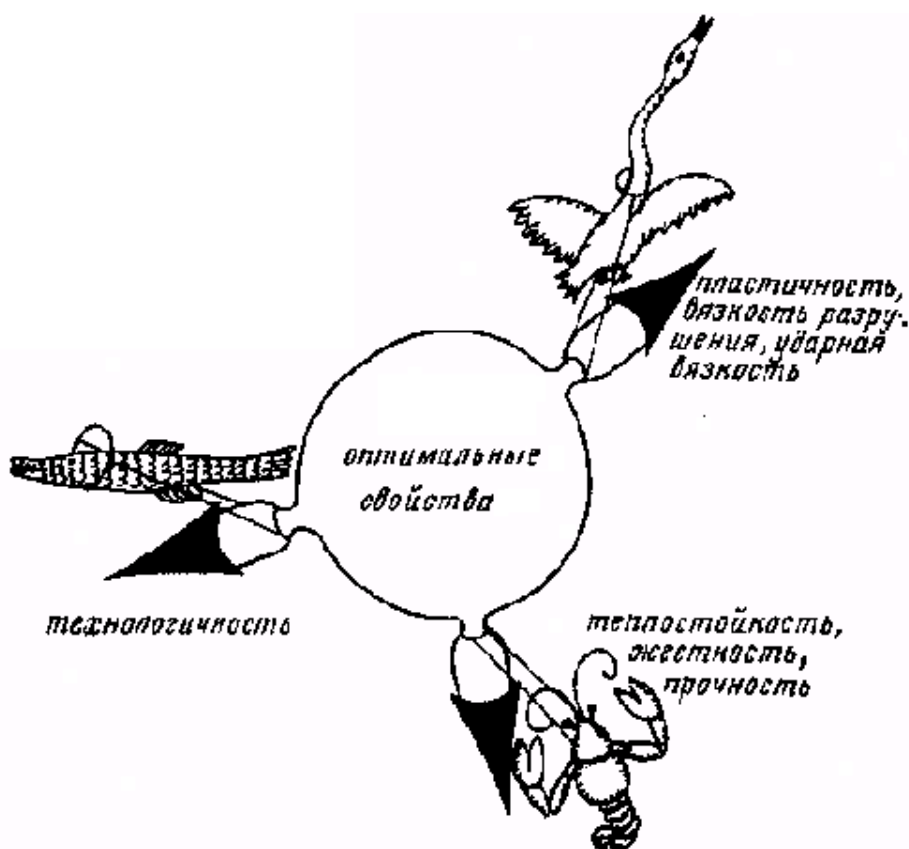


Рис. 1. Поиск компромисса «по Крылову».

Переработка

Получение материала и его переработка в изделие – это, пожалуй, то, где человек намного опередил природу по эффективности, скорости процессов.

Природа никогда никуда не спешила! Все «изделия» делала медленно и сразу, грубо говоря, в одну стадию, получая изделие без предварительного получения полуфабриката – материала. Вторичная переработка тоже медленная, через полное разложение изделия биологическими способами.

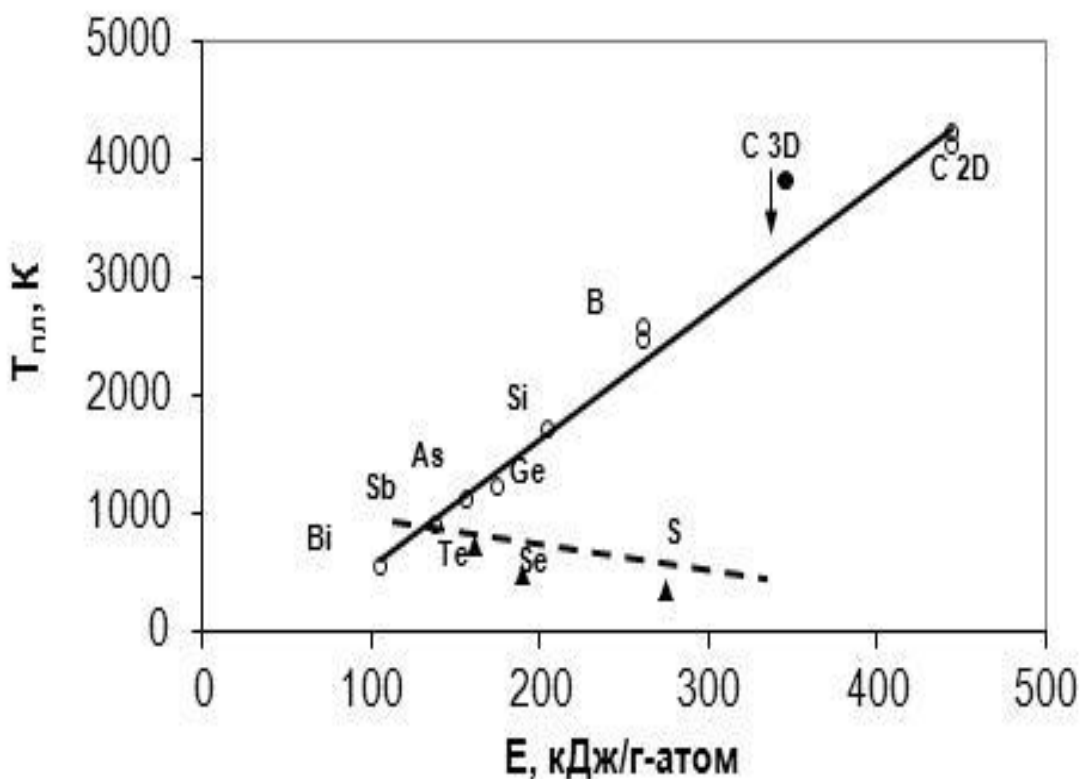
У человека гораздо меньше времени, он должен был многое успеть за свою короткую жизнь. Сначала он просто брал готовые, сделанные природой материалы – ломал сучья у деревьев, делая например копье или лук, обрабатывал камни и дерево, да и сейчас использует природные материалы, применяя более изощренные методы переработки.

Затем научился работать с металлами – выплавлять, лить заготовки и их обрабатывать, ковать, обтачивать. Параллельно он научился работать с глиной, делать керамические изделия их обжигать.

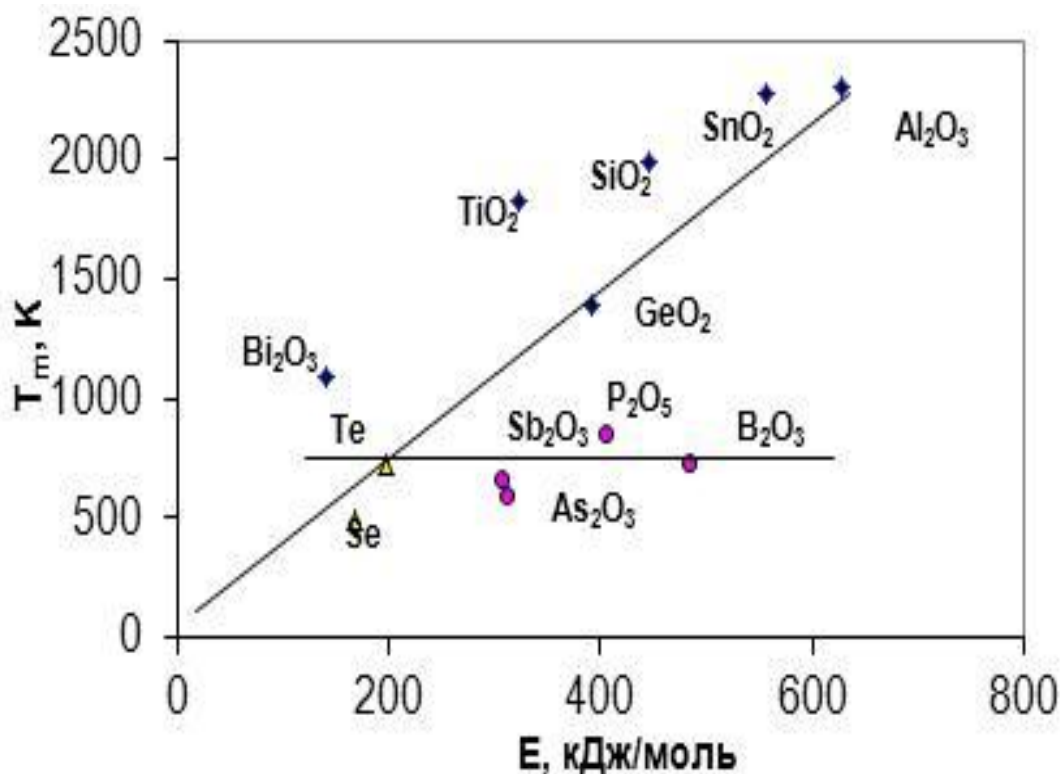
С полимерами пришли новые чрезвычайно эффективные, с малыми энергетическими затратами способы переработки – литье, экструзия, химическое формование и пр., что, наряду с удачным сочетанием физико-механических свойств, способствовало широкому их распространению. В настоящее время объемы производства полимеров уже и по весу догнали объемы производства металлов, несмотря на большую разницу в удельном весе.

Температуру переработки (плавка, литье, экструзия и пр.) определяет их теплостойкость, а именно температура плавления $T_{пл}$ или температура стеклования $T_{ст}$ (размягчения). Для большинства веществ эти температуры связаны соотношением $T_{ст} = (0,5 \div 0,7)T_{пл}$.

Для плавления трехмерных и двумерных полимеров, представляющих собой единые макромолекулы, очевидно, необходимы разрывы химических связей и температура плавления пропорциональна энергии связи (рис.2)



a)



б)

Рис.2. Зависимость температуры плавления одноэлементных веществ (а) и полиоксидов (б) от энергии химической связи.

В то время как плавление линейных полимеров связано только с разрушением и перестройкой существенно менее энергоемких межмолекулярных физических взаимодействий.

Как видно плавление линейных полимеров, таких как сера, селен, теллур происходит при значительно меньших температурах и практически не зависит от энергии связи.

Температура плавления линейных полимеров определяется энергией межмолекулярных взаимодействий и жесткостью макромолекулярной цепи.

Таким образом, меняя межмолекулярные взаимодействия и жесткость цепи, мы можем достичь различной теплостойкости линейного полимера, которая сверху ограничена прочностью химических связей вдоль цепи.

В тоже время термостойкость (температура начала разложения) определяется, во-первых, энергиями связи, а, во-вторых, склонностью к окислению (материалы обычно работают на воздухе и их разложение может начинаться с реакции с кислородом воздуха). Неорганические оксиды с этой точки зрения предпочтительны, они не окисляются, не горят, да и энергии связи у них выше, чем у одноэлементных веществ и большинства органических полимеров (см. таблицу 2).

Заметим, что органические полимеры плохи еще и тем, что окись и двуокись углерода – газы, в то время как окислы большинства других элементов – твердые тела при нормальных условиях (исключение еще сера и азот).

Таблица 2. Энергии химических связей.

Гомоатомные		Гетероатомные	
Связь	Энергия связи кДж/моль (ккал/моль)	Связь	Энергия связи кДж/моль (ккал/моль)
C-C	336 (80,0) (83)	B-O	499 (119,3) (115,7)*
S-S	264 (63,0)	B-N	436 (104,3) (115)*
P-P	222 (53,0)	C-B	420 (100)
Se-Se	210 (50,0)	Si-O	373 (89,3) (106,5)*
Te-Te	205 (49,0)	P-O	343 (81,7) (97,2)*
Si-Si	189 (45,0)	C-O	331 (79,0)
Sb-Sb	176 (42,0)	C-N	277 (66,0)
Ge-Ge	163 (39,2)	As-O	270 (64,5)
As-As	163 (39,0)	Al-C	258 (61,6)
N-N	155 (37,0)	C-S	258 (61,5)
O-O	142 (34,0)	Si-S	256 (60,9)
		C-Si	241 (57,6)
		C-As	229 (54,6)
		N-O	155 (37,0)
		C-H	(81)
		C-F	(120)
		Al-O	(150)

* приведены данные из различных источников

Недавно мы начали работы в этой области и приведем несколько примеров. Во-первых, был проведен цикл исследований по фосфатным стеклам (рис.3).

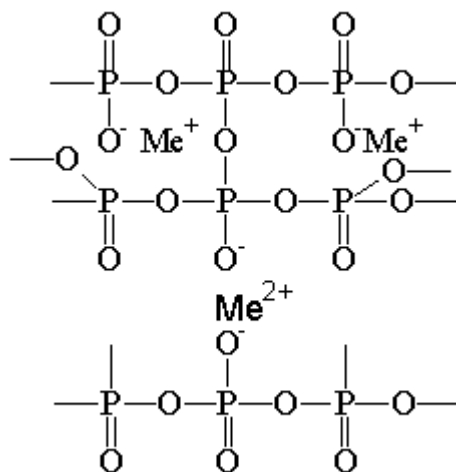


Рис.3. Структура фосфатных стекол, Me^+ - K, Li, Na; Me^{2+} - Mg, Ba, Ca, Zn.

В зависимости от природы и концентрации оксидов металлов в таком стекле можно в очень широких пределах варьировать температуру стеклования и, следовательно, температуру переработки такого материала. В частно-

сти, были получены гидролитически сравнительно стойкие, термостойкие (начала потери веса выше 600°C), материалы с температурой стеклования от 125°C до 1000°C и выше. Такие материалы могут перерабатываться стандартными методами переработки органических полимеров (литье, экструзия и т.д.) сами по себе или в смеси с органическими полимерами, делая их менее горючими а также изменяя другие свойства. Например, жесткость такой смеси повышается, износ при трении снижается по сравнению с исходным органическим полимером. Кроме того, водостойкость полифосфатов также зависит от природы и соотношения различных ионов металлов в них. Для каждого конкретного применения следует искать компромисс, учитывая, что возможность постепенного разложения во влажной среде может оказаться полезным свойством с экологической точки зрения, например для упаковочных материалов.

Оксид бора мы использовали как основу для другого типа неоргано-органических материалов при большом содержании ($>70\%$) неорганического полиоксида с целью сохранения преимуществ неорганики и придания ей пластичности. Компьютерная модель макромолекулы оксида бора, содержащего обычное количество водорода (гидроксильных групп), показана на рис.4.

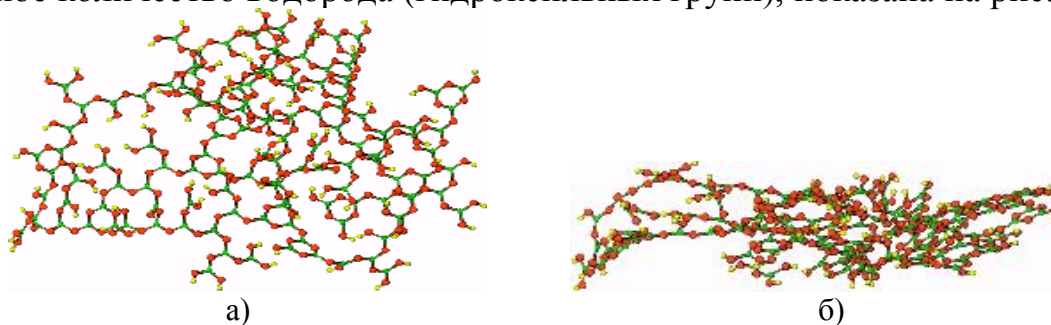


Рис.4. Вид макромолекулы оксида бора сбоку (а) и сверху (б).

Оксид бора имеет сравнительно низкую (для неорганических полимеров) температуру стеклования, которая может быть как уменьшена, так и увеличена модификацией различными органическими и неорганическими соединениями, в том числе полимерами (рис.5).

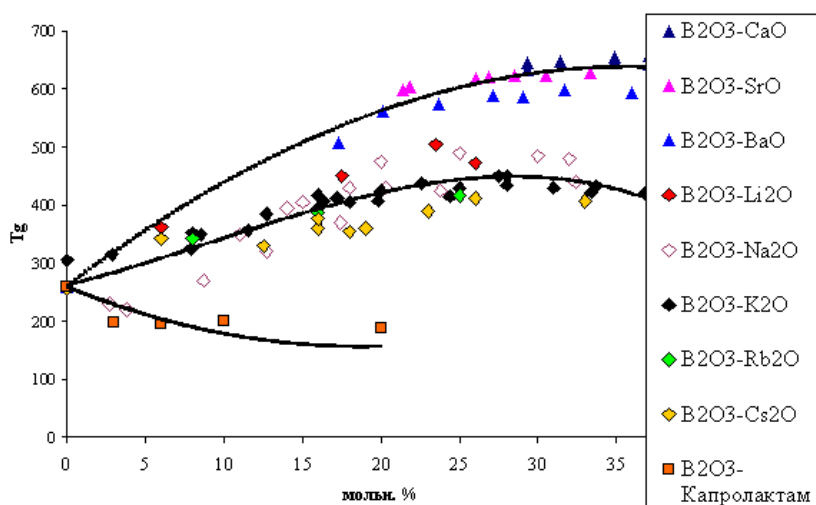


Рис.5. Зависимость температуры стеклования оксида бора от концентрации модификатора (оксиды одно и двухвалентных металлов и капролактама).

Прочность и хрупкость

Остановимся теперь на сочетании прочности и пластичности (вязкости разрушения).

Для органических полимеров характерно сочетание высокой прочности с высокой ударной прочностью, трещиностойкостью. Такое же сочетание свойственно металлам, хотя природа высокой пластичности в металлах и термопластах различна. Если в первом случае она определяется свободой движений дислокаций (из-за ненаправленной химической связи), то во втором это возможность ориентационного упрочнения материала при больших деформациях в устье трещины за счет разворачивания макромолекулярных клубков; поглощение и диссипация механической энергии в тепловую при этом может обеспечиваться крейзообразованием (трещины серебра). Кроме того, образование специфических трещин, крейзов, в которых края соединены волокнами полимера (тяжами) (рис.6), позволяет термопласту растягиваться в одном направлении без сжатия в других, не теряя несущей способности (прочности). Это облегчает его работу в сложно-напряженном состоянии в качестве матрицы в композитах и пр. Возможности ориентации и деформационного упрочнения, а также крейзообразования снижаются по мере сшивания линейного полимера (по мере увеличения густоты сетки) и теряются полностью для трехмерных полимеров типа минералов, керамик и стекол, хотя в последнем случае можно надеяться получить структуру, близкую к линейной или слабо разветвленной. С другой стороны, чем выше молекулярный вес линейного полимера, тем эффективнее процесс крейзообразования и выше вязкость разрушения, меньше хрупкость материала. Поэтому и в неорганических полимерах мы должны стремиться синтезировать высокомолекулярные соединения преимущественно линейного строения.

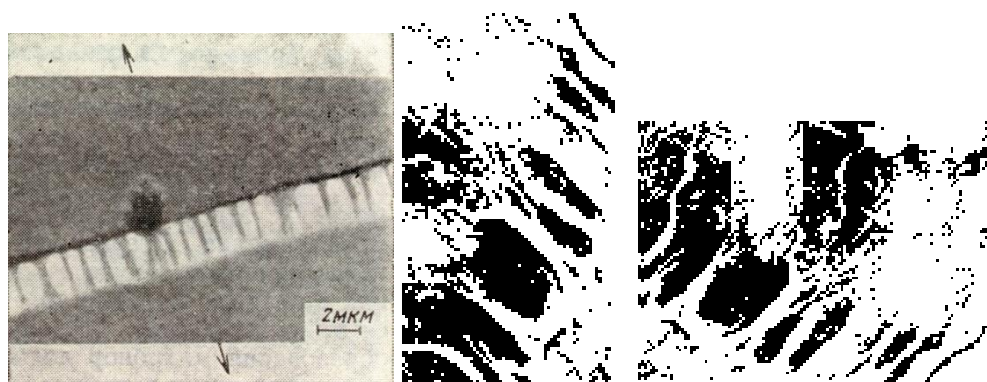


Рис.6. Фотографии структуры «крейзов» (трещин серебра).

Эти свойства термопластов определяют повышенную ударную прочность композитов на их основе, стойкость к распространению трещин как при статических, так и при циклических усталостных и динамических нагрузках, повышенные постударные характеристики и прочие.

Теперь о неорганических полимерах, среди которых особый интерес представляют неорганические полиоксиды, в связи с высокой энергией химических связей, негорючестью и стойкостью в окислительной среде.

Комплекс свойств этих полимеров: высокая термическая и радиационная устойчивость, негорючесть, высокие механические характеристики позволяют использовать их в изделиях, работающих в экстремальных условиях, а сырьевая доступность, отсутствие летучих в процессе деструкции и возможность переработки при сравнительно низких температурах, характерных для переработки обычных органических полимеров, делают этот класс неорганических полимеров чрезвычайно перспективным классом материалов.

Одной из наиболее важных задач остаётся придание им пластичности, решение которой может открыть путь к созданию пластичной керамики многоэлементных полиоксидов.

Неорганические полиоксиды могут являться альтернативой органическим полимерам, на которых уже, в основном, достигнуты предельные эксплуатационные характеристики и которые принципиально не могут обладать таким комплексом и уровнем свойств.

Как мы видели выше на примере оксидов фосфора и бора, можно регулировать температуру их переработки в широком диапазоне, модифицируя их окислами различных металлов, органическими и неорганическими соединениями. Ниже суммированы различные способы модификации, как уже проверенные экспериментально, так и перспективные.

Перспективы получения неорганических полимеров повышенной пластичности:

1. Линейные неорганические полимеры.
2. Пластификация низкомолекулярными неорганическими соединениями.
3. Модификация низкомолекулярными органическими соединениями.
4. Смеси с неорганическими каучуками.
5. Смеси с органическими полимерами.
6. Композиты, нанокомпозиты с волокнистыми и пластичными наполнителями.

Стоит обратить внимание на модификацию неорганических полимеров линейными органическими (п.5), поскольку таким образом (хотя и значительно сложнее) устроены кости, зубы, ракушки и другие природные конструкции.

Даже при сравнительно низкой пластичности эти модифицированные полиоксиды, как оказалось, могут быть использованы как негорючие связующие для композиционных материалов, например углепластиков (см. ниже), заменяющие обычные органические связующие - эпоксидные, полиэфирные и др. С точки зрения получения высококачественных композитов важно, что они демонстрируют прекрасную адгезию к наполнителям (даже выше, чем эпоксидные связующие).

Композиционные материалы

В большинстве гомогенных материалов, таких как металлы, керамика, стекло, полимеры наблюдается антагонизм между теплостойкостью и прочностью с одной стороны и пластичностью с другой. Например, чем более прочный металл мы создаем, тем он становится более хрупким, в нем легко распространяются трещины.

Природа нашла хороший способ частично решить это противоречие – создать композиционные материалы, представляющие собой комбинации двух или нескольких веществ, например волокна соединенные (склеенные) друг с другом в прочную монолитную структуру – стебли деревьев и растений, мышцы и т.д.

Такой материал (например, природная древесина или искусственный стеклопластик – стеклянные волокна с полиэфирным или эпоксидным связующим – клеем) может быть сделан из двух очень хрупких материалов, но при их комбинации становится совсем небьющимся, нехрупким, поскольку трещина останавливается на границе раздела фаз или поворачивает в неопасном направлении.

Следует отметить, что в живой природе практически нет гомогенных материалов, везде те или иные композиционные материалы, о чем будет сказано ниже.

История возникновения искусственных композиционных материалов восходит к истокам цивилизации, когда человек начал сознательно конструировать новые материалы. Первые упоминания об армированных строительных материалах можно найти в Библии. В Египте и Месопотамии строили речные суда из тростника, пропитанного битумом (прототип современных стеклопластиковых лодок и тральщиков). Изготовление мумий в Египте можно считать первым примером использования метода ленточной намотки (мумии обматывались лентой из ткани, пропитанной смолой). Все это происходило за тысячелетия до новой эры.

Словом, история полимерных композитов чрезвычайно стара. Однако настоящий бум в современном материаловедении возник в конце первой половины XX века, когда появились хорошие прочные и легкие стеклянные волокна и стеклопластики и из них начали делать планеры, а затем и многое другое.

Потом были созданы углеродные, борные, карбидокремниевые, органические полимерные и др. волокна и широкий набор разнообразных органических полимерных связующих и разработаны композиты для многочисленных применений.

Современная авиация, ракетно-космическая техника, судостроение, машиностроение немыслимы без полимерных композитов (армированных пластиков). Чем больше развиваются эти отрасли техники, тем больше в них используют композиты, тем выше становится качество этих материалов. Многие из них легче и прочнее лучших металлических (алюминиевых и ти-

тановых) сплавов, и их применение позволяет снизить вес изделия (самолета, ракеты, космического корабля) и, соответственно, сократить расход топлива. В результате сейчас в скоростной авиации используют от 7 до 25% (по весу) полимерных композитов и снижают вес изделия таким образом от 5 до 30%. Важно и то, что в отходы при изготовлении деталей из полимерных композитов идет не более 10÷30% материала, в то время как у аналогичных деталей из высокопрочных сплавов алюминия и титана, применяемых в авиации, отходы могут в 4÷12 раз превышать массу изделия. Опыт применения полимерных композитов показал, что максимального выигрыша от их применения можно добиться, лишь творчески подходя к проектированию самолета или др. изделия, учитывая особенности свойств армированных пластиков и технологии их изготовления.

Простой пример. Металл – изотропный материал, свойства его одинаковы во всех направлениях, армированный пластик – анизотропный: например, прочность его вдоль волокон намного больше чем поперек. Не для всякого изделия необходим изотропный материал. Так, в простой цилиндрической трубе при внутреннем давлении напряжения вдоль и поперек трубы отличаются приблизительно в 2 раза. Поэтому выгоднее по радиусу разместить больше волокон (там больше напряжение), чем вдоль трубы. Такая конструкция называется равнопрочной и позволяет экономить материал.

Кроме того, при изготовлении деталей из полимерных композитов требуются меньшие трудовые и энергетические затраты, уменьшается количество производственных циклов, можно вместо большого количества мелких деталей и последующего их соединения болтами или сваркой сделать сразу одну большую.

В этой области человечество опередило природу, как по абсолютным значениям прочности таких материалов, так и по производительности методов получения и переработки их в изделия. Причем наилучшие результаты, в особенности, по удельной прочности (абсолютная прочность, деленная на удельный вес) сегодня получены на чисто полимерном (органическом) композиционном материале – полимерные волокна, склеенные полимерным связующим.

В качестве связующих для композитов могут использоваться не только органические полимеры, но металлы и керамика. Это позволяет значительно повысить рабочие температуры, но встречает много технологических проблем при получении материала и изготовлении изделий, что и определяет существенно меньшее распространение металло- и керамокомпозитов по сравнению с армированными пластиками.

Нужно отметить, что высокопрочные теплостойкие металлические сплавы, на самом деле, также имеют структуру композиционного материала, в котором есть армирующий металлический компонент и металлическое связующее.

Интересным примером композиционных материалов являются слоистые композиты, широко распространенные в живой природе. Так устроены,

например, ракушки. Ракушка состоит на 90-95% из кристалликов карбоната кальция, склеенных небольшим количеством органического полимера (белка). Прочность на разрыв ракушки моллюска абалоне лежит в диапазоне от 100 до 300 МПа, а вязкость разрушения варьируется в интервале от 3 до 7 МПа·м^{0,5}. Для монолитного же карбоната кальция (основного компонента указанных СК) эти величины равны 30 МПа и <1 МПа·м^{0,5} соответственно (K.S. Vecchio, Synthetic Multifunctional Metallic-Intermetallic Laminate Composites, JOM, 2005 March, pp. 25-31). Аналогичным образом устроены панцыри черепахи, лобстера, раков, кости, зубы млекопитающих и пр.

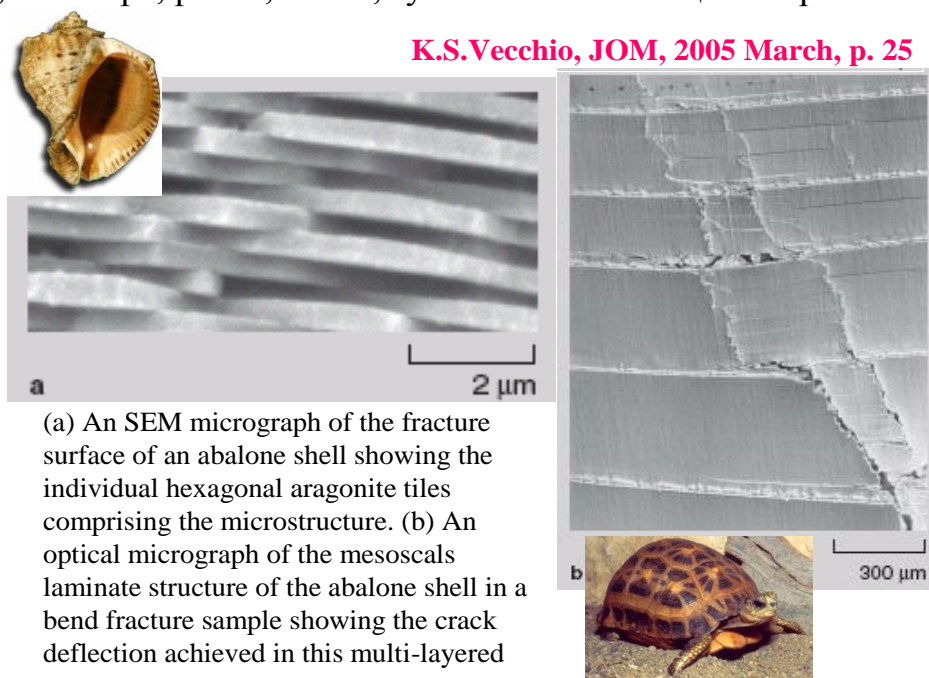


Рис. 7. Микрофотографии ракушки абалоне и поверхности ее разрушения.

Диссипация энергии при нагружении и разрушении природных СК обусловлена следующими факторами и механизмами:

1. Образование множества новых поверхностей в местах разлома хрупких неорганических пластин, размножение микротрещин;
2. Изменение направления развития главных трещин при пересечении границы контакта хрупких слоев с мягкой непрочной прослойкой;
3. Сдвиговое перемещение хрупкого слоя и отрыв его от органической пленки; образование в этих местах микрошероховатостей, увеличивающих трение;
4. Формирование в слоях органики волокнистых структур, способствующих упругому и вязко-эластичному противодействию деформации СК;
5. Обрыв трещин, встречающихся со слоем органической связующей компоненты.

Все это приводит к высоким значениям энергии разрушения и повышенной стойкости таких слоистых композитов к ударным нагрузкам.

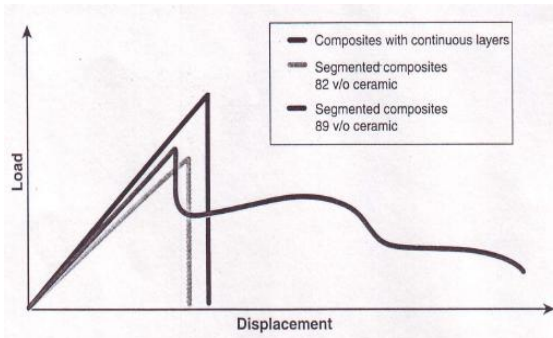


Fig. 3. Schematic bend test results of laminated synthetic composites (17); the energy dissipated is estimated from the area under each curve.

G. Mayer, Rigid Biological Systems as Models for Synthetic Composites Science 18 November 2005, V.310, # 5751, pp. 1144-1147.

Зависимость напряжения $\sigma_{и}$ от прогиба при испытании на изгиб
 1 - отвержденная циклоалифатическая эпоксидная смола СУ-179
 2 - слоистый композит (15 слоев) на основе смолы СУ-179 и пленки ПЭТФ

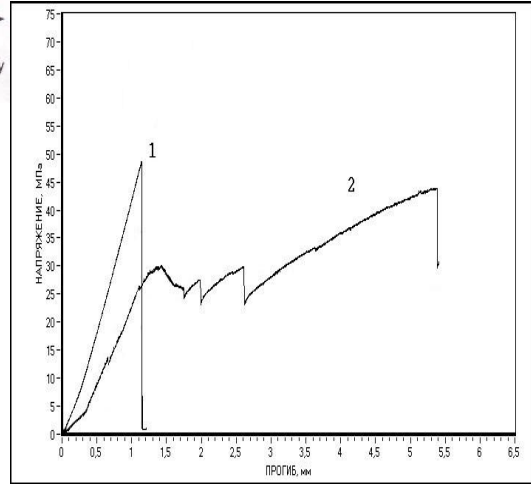


Рис. 8. Зависимость напряжения от прогиба при испытании на изгиб эпоксидной смолы и композита на ее основе.

Аналогичные результаты были получены и для слоистых полимерных композитов и пленок.

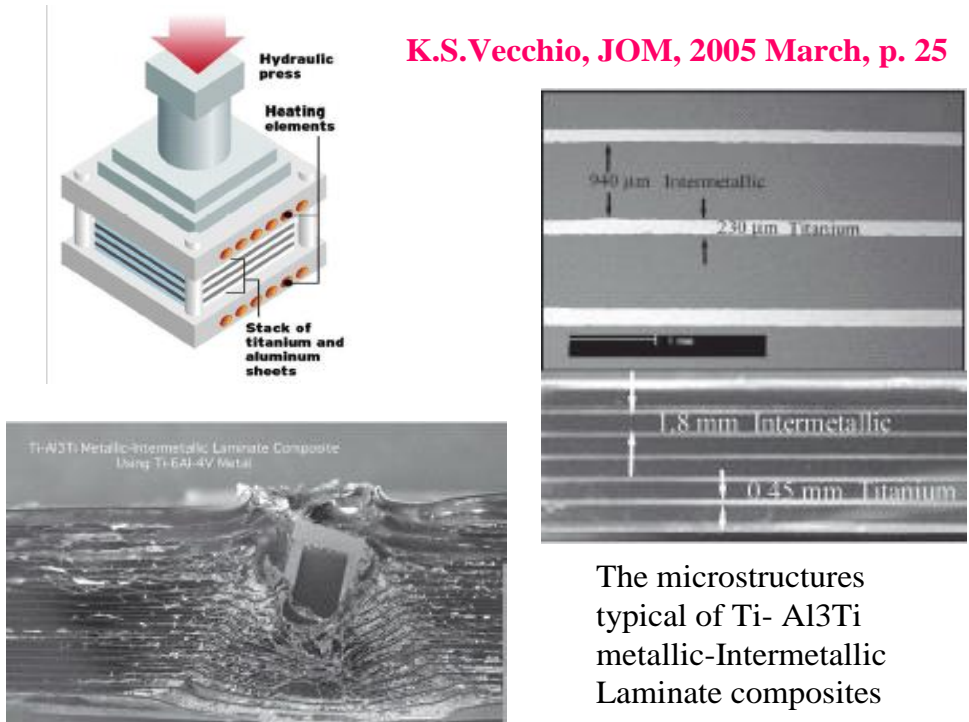


Рис. 9. Слоистый композит из двух фольг, сложенных в книжечку.

Американские исследователи (K.S. Vecchio и др.) Придумали оригинальный способ получения слоистого композита из двух металлических фольг (алюминия и титана). Фольги складываются в книжечку и помещаются в печь, где при нагреве и давлении идет реакция и получаются жесткие прочные слои алюмината титана и остается непрореагировавшие слои титана. Этот материал имеет чрезвычайно высокую ударную прочность.

Преимущества «реакционного» метода получения СК:

1. Исходные вещества легко формуются (мягкие, пластичные фольги).
2. В процессе синтеза образуются переходные слои и улучшается адгезионная связь слоев.
3. Варьируя толщины и количества слоев, можно менять микроструктуру продукта, в том числе, получать градиентные материалы, приспособленные к конкретным условиям эксплуатации.
4. Могут использоваться сравнительно мягкие условия синтеза.
5. При охлаждении после синтеза за счет разницы коэффициентов термического расширения могут формироваться сжимающие внутренние напряжения в более хрупком компоненте (аналог напряженного железобетона).

Градиентные материалы

Большинство природных материалов отличается не только экстремально высокими физико-механическими свойствами (высокая приведенная прочность и т.п.), но входит в состав конструкций, обладающих уникальными эксплуатационными характеристиками (длительная стойкость к переменным нагрузкам и т.п.). Известно, что эти материалы являются градиентными в гораздо большей степени, чем любые искусственные материалы, созданные человеком. Иными словами, в любой конструкции, образованной ими, состав и свойства соответствующего материала пространственно неоднородны, что связано с функциональным назначением данной конструкции.

Иглы таких растений, как, розы, кактусы и многие другие наряду с другими менее важными функциями выполняют основную - защищают растение от случайных или умышленных вторжений в его жизнь. В сущности близкую задачу выполняют и иглы животных и рыб. Так иглы ежей и дикобразов отлично защищают этих животных от гораздо более крупных и сильных хищников.

Определяя величину критического усилия, измеряемого путем нажатия на очень тонкий и острый кончик иглы кактуса, с ростом силы нажатия вплоть до поломки иглы, получаем чрезвычайно высокую характеристику, недоступную гомогенным иглам из достаточно прочных конструкционных металлов. То же относится к свойствам игл ежей и дикобразов. По химическому составу материал птичьих перьев не слишком далек от материала игл и когтей диких животных – кератин является основным компонентом во всех этих случаях. Вместе с тем сильнейшая пространственная неоднородность

материалов, образующих сложные конструкции различных участков птичьего пера (стебля, опахала и др.) – первое, на что обращает внимание исследователь. По удельной прочности птичьего перья соперничают с лучшими авиационными материалами (алюминий-магниевыми сплавами и т.п.). Вместе с тем по способности выдерживать миллионы раз огромные знакопеременные деформации материалы птичьего пера, по-видимому, не имеют себе равных.

Крайне интересным является еще один вопрос, относящаяся к особенностям материала и конструкции птичьего пера. Кончик пера, выполняет роль своеобразного детектора направлений и скорости течений воздуха в пограничном слое вблизи поверхности крыла: сверх эластичный материал и конструкция этого кончика обеспечивают большой прогиб при ничтожно малых перепадах воздушного давления с разных сторон оперенной поверхности кончика. Поскольку выгнутый таким образом конец пера тормозит развитие обратных токов у поверхности крыла при больших углах атаки, птице присущи уникальные полетные характеристики, недоступные современным планерам и самолетам: полеты с закритическими углами атаки, посадка и взлет без дополнительного пробега и др.

Очевидно, здесь мы сильно отстаем от природы и имеем огромный резерв для повышения эксплуатационных характеристик искусственно созданных изделий.

Легкие пеноматериалы. Для снижения веса природа создала множество композиционных материалов, содержащих микро или макро пустоты (ячеистые материалы). Сердцевина костей, особенно у птиц, содержит крупные и мелкие пустоты, кора пробкового дерева – классический пример легкого природного пеноматериала, морская губка и стебли растений также представляют собой материалы с проникающими открытыми порами.

Человек также научился получать пеноматериалы из органических полимеров, металлов, керамики и др. материалов. Легкие теплоизоляционные материалы применяются в строительстве – навесные панели и перегородки, защитная и декоративная облицовка, рамы, в холодильниках, морозильных установках, рефрижераторах, в радиотехнике и электронике для электроизоляции узлов приборов, герметизации деталей, коаксиальных кабелей. Хорошо известны различные плавучие средства – буи, бакены, понтоны, доски для виндсерфинга, спасательные средства – плоты, пояса, спасательные жилеты, поплавки, водные лыжи. Большой объем применений в качестве упаковочных материалов. В производстве мебели, одежды, подкладок для ковров, искусственной кожи используются мягкие эластичные пеноматериалы. Амортизирующие, вибродемпфирующие, звукоизолирующие свойства позволяют использовать их в прокладках для касок, шлемах, различных глушителях и пр. Пеноматериалы с открытыми порами применяются для фильтров. В авиации широко используются трехслойные сотовые конструкции (рис.6), легкие и жесткие на изгиб. В них используется идея, аналогичная той, которую природа реализовала в костях птиц.

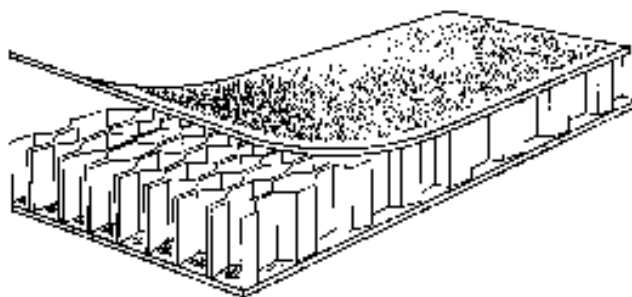


Рис.10. Легкая и жесткая трехслойная сотовая конструкция.

Существует множество способов получения полимерных пен. Механическое вспенивание – смешивание полимерной или олигомерной композиции в жидком состоянии с газом при нормальном давлении с последующим охлаждением или химическим отверждением.

Насыщение жидкой композиции газом (N_2 , CO_2 , фреоны) при высоком давлении. Расплавы полимеров насыщаются газом в литьевых машинах или экструдерах, где газ под давлением до ~ 150 кг/см² подается через каналы в шнеках. При впрыске в форму или выходе из экструдера давление резко сбрасывается и происходит вспенивание.

Очень распространенный метод получения – введение в полимерную композицию газообразователя, который при нагревании разлагается с образованием большого количества газообразных продуктов N_2 , CO_2 , аммиак.

Отметим очень интересную особенность пеноматериалов. Подавляющее большинство природных и искусственных материалов при одноосном сжатии расширяются в поперечном направлении, имеют положительный коэффициент Пуассона (отношение поперечной к продольной деформации с обратным знаком). Резина, например, при деформации сохраняет объем и это означает, что коэффициент Пуассона для нее равен $\sim 0,5$. Нам известен только один изотропный материал с коэффициентом Пуассона близким к нулю – это природная пробка. Она совершенно не сжимается при растяжении, поэтому и является хорошей пробкой. Человек же смог создать пену с особой структурой, которой нет в природе и которая показывает большой отрицательный коэффициент Пуассона (около -1), т.е. расширяется в поперечном направлении при одноосном растяжении. Практическое применение такого материала, насколько нам известно, еще только ищется.

Заключение

Как мы видим, человек, создавая новые материалы, во многих случаях далеко оставил позади природу, у которой учился. Так он получил металлы, которые живая природа нигде и никогда не использовала в качестве конструкционных материалов. Используя нефть в качестве сырья, человечество создало широкий ассортимент органических полимеров, высокопрочных волокон из них, прочнее паутины или других природных волокон. Это же каса-

ется и различных неорганических материалов – керамики, стекол, бетона и пр.

Созданы композиционные материалы с рекордной прочностью и термостойкостью (например, углерод-углеродные композиты).

Огромные преимущества имеют разработанные человеком способы получения и переработки, особенно полимерных материалов.

Явное отставание наблюдается в создании градиентных материалов, их методов получения, переработки.

Пластичная керамика остается мечтой человечества. Как нам кажется, большое будущее у неорганических полимеров, неорганическо-органических композитов (в природе таких очень много). Хотелось бы, чтобы они легко перерабатывались, были высокотермостойкие, химически- и водостойкие и имели хорошее сочетание физико-механических свойств.

Наконец, нужна хорошая замена нефти и газа для синтеза органических полимеров и композитов. Очевидно, здесь в первую очередь следует иметь в виду целлюлозу и хитин, возможно белки. Нужны новые экологически более чистые, чем современные методы их переработки. В этом направлении работы, конечно, ведутся, например, разрабатываются твердофазные безрастворные методы.

Еще один важный вопрос (особенно с экологической точки зрения) вторичная переработка конструкционных материалов и использование продуктов такой переработки для получения ценных продуктов, в том числе и новых материалов.

Конечно, надо понимать, что на самом деле природные материалы – значительно сложнее и таинственнее. Они способны подавать сигналы при разрушении, например, организм чувствует боль. Природные материалы самозалечиваются, сами ремонтируются. Они могут подстраиваться к окружающей среде, прилагаемой нагрузке (smart material). Сегодня можно найти работы над искусственными материалами в этих направлениях, а кое-что уже и сделано.

Литература

1. Промышленные полимерные композиционные материалы, ред. М. Ричардсона, М., Химия, 1980.
2. ЖВХО им. Менделеева, 1989, т.34, №5.
3. Ал.Ал. Берлин, С.А. Вольфсон, В.Г. Ошмян, Н.С. Ениколопян, Принципы создания композиционных материалов, М., Химия, 1990.
4. Углеродные волокна и углекомпозиты, ред. Э. Фитцер, М., Мир, 1988.
5. Ал. Ал. Берлин, Л. К. Пахомова, Высокомолекулярные соединения, том (А) 32, 1990, №7, стр. 1347-1382.
6. А.В. Андреева, Основы физикохимии и технологии композитов, М. ИПРЖР, 2001.

7. Ал.Ал. Берлин, Некоторые перспективы развития полимерных конструкционных материалов, Все материалы. Энциклопедический справочник, 2008, №2, с. 2-8
8. Шаулов А.Ю. Берлин А.А., Неорганические и гибридные полимеры, Все материалы. Энциклопедический справочник, «Наука и технологии» № 9, С. 22–32, № 10, С. 3-5 (2011).
9. A.Yu. Shaulov, A.A. Berlin, Low-softening inorganic polyoxides as polymer components of materials, Recent Res. Devel. Polymer Science, 11(2012): 21-76. ISBN: 978-81-7895-538-4.
10. Kenneth S. Vecchio, Synthetic Multifunctional Metallic-Intermetallic Laminate Composites, JOM, 2005 March, p. 25
11. Jianfeng Wang, Qunfeng Cheng, Zhiyong Tang, Layered nanocomposites inspired by the structure and mechanical properties of nacre, Chem. Soc. Rev., 2012, **41**, 1111–1129.
12. А.А. Берлин, Ф.А. Шутов, Химия и технология газонаполненных высокополимеров, М., Наука, 1980. А.С. Штейнберг, С.А. Бостанджиян, Г.А. Вишнякова, А.Ф. Беликова, Доклады Академии наук, 1999, том 369, №5, с. 621-624.
14. L.Rothenburg, Al.Al.Berlin, R.J.Bathurst, Microstructure of isotropic materials with negative Poisson's ratio, Nature, 1991, v.354, №6353, p.470.

Прогнозирование прочностных характеристик адгезионных соединений в дисперсных системах

Кудрявцев П.Г.¹, Фиговский О.Л.²

¹ Профессор, Polymate Ltd - Israel Research Center, POBox 73, Migdal HaEmek
2310001, Israel,

e-mail: pgkudr89@gmail.com

² Профессор, Polymate Ltd - Israel Research Center, POBox 73, Migdal HaEmek
2310001, Israel,

e-mail: figovsky@gmail.com

Аннотация: В настоящей работе была рассмотрена модель взаимодействия субстрата и адгезива, которое обусловлено исключительно силами межмолекулярных взаимодействий, такими как силы Ван-дер-Ваальса. Выведено уравнение, отражающее связь силы межмолекулярного взаимодействия двух макроскопических молекулярных систем от когезионной прочности этих систем. Введена константа — коэффициент эффективности адгезионного взаимодействия адгезива и субстрата, который косвенным образом информирует о природе взаимодействия молекулярных систем, а также о геометрии этого контакта, являющегося основой механической теории адгезии. Получены зависимости, позволяющие оценить прочность адгезионного контакта по информации о величинах когезионной прочности адгезива и субстрата при известном характере их межмолекулярного взаимодействия, а также обобщенная зависимость прочности адгезионных соединений от прочности исходных компонентов адгезива и субстрата и от содержания этих компонентов. Предложен структурный подход, позволяющий систематизировать различные физические ситуации не только для однокомпонентных систем, но и для многокомпонентных.

Ключевые слова: адгезив; субстрат; дисперсные системы; теории адгезии; ван-дер-ваальсовы взаимодействия; разрушение адгезионных соединений; прочность адгезионных соединений.

Prediction of strength characteristics of adhesive joints in dispersion systems

Kudryavtsev P.G.¹, Figovsky O.L.²

¹ Professor, Polymate Ltd - Israel Research Center, POBox 73, Migdal HaEmek
2310001, Israel,

e-mail: pgkudr89@gmail.com

² *Professor, Polymate Ltd - Israel Research Center, POBox 73, Migdal HaEmek
2310001, Israel,*

e-mail: figovsky@gmail.com

Abstract: In this paper, there was considered a model for the interaction of a substrate and an adhesive, which is exclusively due to forces of intermolecular interactions, such as Van der Waals forces. Equation had been derived which shows the relations of the force of intermolecular interactions of two macroscopic molecular systems to the cohesive strength of these systems. It was introduced a constant which is Coefficient of effectiveness of adhesion interaction of the adhesive and substrate, which indirectly informs about the nature of the interaction of molecular systems, as well as the geometry of this contact, which is the basis of the mechanical theory of adhesion. Dependences have been obtained that make it possible to evaluate the strength of the adhesion contact from information on amounts of the cohesive strength of adhesives and substrates with their known intermolecular interaction, as well as the general dependence of the strength of adhesion joints on the strength of the initial components of the adhesive and the substrate, and on the content of these components. A structural approach is designed that allows systematizing various physical situations not only for one-component systems, but also for multicomponent systems.

Keywords: Adhesive; Substrate; Disperse systems; Theory of adhesion; Van der Waals interaction; Destruction of adhesion joints; strength of adhesive joints.

Введение

Развитие современной техники основано на создании и применении композиционных материалов. Композитный материал, композит это искусственно созданный неоднородный сплошной материал, состоящий из двух или более фаз с чёткой границей раздела между ними. В большинстве композитов фазы можно разделить на матрицу или связующее и включённые в неё армирующие элементы или наполнители. Разработано огромное количество композиционных материалов различного конструкционного и функционального назначения. При этом важной задачей является прогнозирование свойств композиционных материалов, через взаимодействие участвующих в его создании фаз.

В настоящее время в различных областях науки и техники для описания взаимодействия двух разнородных материалов (сварка, пайка, склеивание, трение и т.д.) предложено достаточно много теорий и концепций. Так, только в технологии склеивания предложено большое количество теорий адгезии [1-3]. Основная задача всех этих теорий – предсказать величину адгезионной прочности, которая возникает между субстанциями, исходя из их

химического строения, структуры и условий образования контакта между ними. Примерами таких теорий адгезии являются: механическая теория адгезии, адсорбционная, электрическая, диффузионная, электрорелаксационная, а также некоторые другие теории, по-разному трактующие механизм образования и разрушения адгезионного соединения.

Главной особенностью этих моделей является наличие общей граничной поверхности двух, чаще всего разнородных, материалов – субстрата, и адгезива. Адгезия между фазами в композиционных материалах – это очень важный фактор, определяющий свойства композиционного материала. Следовательно, предсказание прочности адгезионного соединения очень важно при создании современных композиционных материалов.

Адгезионные соединения довольно часто разрушаются по границе раздела двух материалов или вблизи нее, т.е. граница в адгезионных соединениях чаще всего является наиболее слабым элементом. Поэтому наиболее важным объектом исследований является прочность адгезионной связи, т.е. прочность соединения на границе. Поскольку размеры границы не соизмеримо малы по сравнению с основной массой материала, то некоторые из критериев, применяемые для сплошных сред не могут быть применены к адгезионному разрушению. В условиях сохранения сплошности материала, эти деформации по обе стороны от границы обычно различны, хотя деформационные перемещения в них являются непрерывными.

При постановке контактной задачи о разрушении адгезионных соединений мы предполагаем, что поверхность контакта двух сред представляет собой некоторую идеальную гладкую или локально гладкую поверхность. При этом нужно иметь в виду, что в реальных изделиях это далеко не так — обычно поверхность субстрата является шероховатой. С увеличением шероховатости поверхности адгезионная прочность растет. Это обусловлено как увеличением площади поверхности, так и образованием механических зацеплений между адгезивом и поверхностью субстрата, за счет затекания связующего в шероховатости поверхности. Шероховатость может быть различной по форме, а ее уровень, характеризующий высоту гребешков, может быть сопоставим с толщиной адгезионного слоя [4,5].

Все эти эффекты имеют место, но они являются лишь производными при адгезионном взаимодействии. Основной вклад в адгезию все-таки вносят химические взаимодействия. В целом, в существующей литературе описывается четыре типа взаимодействий, которые реализуются при образовании химической связи: ковалентные связи, водородные связи, силы Лифшица - Ван-дер-Ваальса, и кислотно-основные взаимодействия [6]. Однако следует отметить, что кислотно-основные взаимодействия являются одной из разновидностей химических связей, а именно донорно-акцепторной связи, и, по своей сути, отражают только механизм образования этой связи.

Силы, возникающие при взаимодействии адгезива и субстрата, можно подразделить на две группы: близкодействующие и далекодействующие. Близкодействующие силы возникают при соприкосновении молекул; к ним

относятся силы отталкивания и силы химической связи. Химическая связь образуется в результате обобществления электронов при сближении молекул. Энергия химических связей может достигать величин порядка 400 кДж/моль — это сильные химические связи, к ним относятся ионная и ковалентная связи. Химическая связь может быть и очень слабой с энергией порядка 1 кДж/моль, к такому типу связи относится водородная связь. Близкодействующее отталкивание в основном вызвано ростом кинетической энергии электронов при сближении молекул. Дальнодействующие силы подразделяются на электростатические взаимодействия между ионами, металлическую связь и силы Ван-дер-Ваальса [6,7].

1. Энергия взаимодействия адгезива и субстрата с точки зрения квантовой химии

Рассмотрим две молекулы адгезива (a) и субстрата (s), которые находятся на расстоянии R друг от друга. Для рассмотрения простейшего варианта, считаем, что молекулы находятся в стационарных состояниях, т.е. их свойства не зависят от времени. Также исключим из рассмотрения тепловые движения атомных ядер в молекулах, а молекулы не изменяют своей конфигурации и не вращаются. В этом приближении полная энергия изолированной молекулы зависит только от состояния ее электронов. Колебания ядер и другие их перемещения обычно не вносят существенных изменений в энергию молекул, поэтому в данном случае ими можно пренебречь. Такой способ приближенного описания молекул носит название адиабатического приближения или приближения М. Борна и Д.Р. Оппенгеймера. Адиабатическое приближение справедливо, когда движение электронов не испытывает резких изменений при малых перемещениях ядер [8].

Пусть ψ_a и ψ_s обозначают волновые функции молекул адгезива и субстрата, когда они изолированы друг от друга, т.е. когда $R \rightarrow \infty$. В соответствии с общими требованиями квантовой механики волновые функции ψ_a и ψ_s есть однозначные и непрерывные функции координат электронов, имеющих в молекулах адгезива и субстрата, соответственно. Квадрат модуля каждой волновой функции должен быть интегрируемым. Каждая из волновых функций антисимметрична, т.е. меняет знак при перестановке любых двух электронов в молекуле. Для операторов Гамильтона каждой из молекул введем обозначения H_a и H_s , энергии молекул обозначим через E_a и E_s . Поскольку молекулы находятся в стационарных состояниях, уравнения Шредингера для них имеют вид:

$$\begin{aligned} H_a \psi_a &= E_a \psi_a \\ H_s \psi_s &= E_s \psi_s \end{aligned} \tag{1.1}$$

Оператор Гамильтона системы, состоящей из двух изолированных молекул адгезива и субстрата, представляет собой сумму операторов H_a и H_s :

$$H_\infty = H_a + H_s \quad (1.2)$$

где индекс ∞ означает, что молекулы адгезива и субстрата бесконечно удалены друг от друга. Энергия системы равна сумме энергий изолированных молекул:

$$E_\infty = E_a + E_s \quad (B.3)$$

Это соотношение справедливо, если волновая функция системы представляет собой произведение волновых функций изолированных молекул

$$\psi_\infty = \psi_a \psi_s \quad (1.4)$$

Рассмотрим вариант, когда расстояние \mathbf{R} между молекулами адгезива и субстрата не велико, и нельзя пренебречь взаимодействием между электронными облаками этих молекул. Тогда оператор Гамильтона H для системы из двух молекул не равен H_∞ :

$$H = H_\infty + H' \quad (1.5)$$

где оператор возмущения H' учитывает изменение состояния системы в результате взаимодействия между молекулами.

До тех пор, пока волновые функции молекул адгезива и субстрата не перекрываются, волновая функция системы в принципе может быть представлена с помощью (1.4). В случае когда расстояние (\mathbf{R}) между молекулами адгезива и субстрата мало, и перекрыванием их волновых функций нельзя пренебречь, тогда волновая функция такой системы ψ будет отличаться от волновой функции удаленных молекул ψ_∞ . Такая ситуация обусловлена еще тем, что волновая функция взаимодействующих молекул является антисимметричной. Это свойство ее отношению к перестановкам пространственных и спиновых координат электронов молекул адгезива и субстрата, поскольку волновые функции этих молекул образуют единое целое.

Полная энергия системы E , в принципе, может быть найдена с помощью уравнения Шредингера:

$$H\psi = E\psi \quad (1.6)$$

откуда следует, что

$$E = \int \psi^* H \psi d\mathbf{v} \equiv \int \psi H \psi \quad (1.7)$$

где интегрирование производится по координатам всех электронов [8,10].

Разность энергий системы двух молекул адгезива и субстрата при их перемещении из бесконечности к точке взаимодействия:

$$\Delta E = E - E_\infty \quad (1.8)$$

представляет собой энергию взаимодействия молекул адгезива и субстрата. Так как оператор возмущения H' и волновая функция системы ψ зависят от расстояния \mathbf{R} между молекулами, то энергия взаимодействия тоже является некоторой функцией \mathbf{R} . Поскольку энергия E определена с помощью уравнения (1.7), она представляет собой полную энергию системы, т.е. сумму квантовомеханической средней кинетической энергии электронов T_e и квантовомеханической средней потенциальной энергии электронов и ядер $u_{e,n}$

$$E = T_e + u_{e,n} \quad (1.9)$$

С другой стороны, энергия E есть функция \mathbf{R} и может рассматриваться как потенциальная энергия взаимодействия между молекулами адгезива и субстрата. Как известно, сила, взаимодействия двух молекул, связана с $E(\mathbf{R})$ соотношением:

$$F = - \frac{dE(R)}{dR} \quad (1.10)$$

В адиабатическом приближении [8]

$$\frac{dE(R)}{dR} = \int \psi \frac{\partial u_{e,n}}{\partial R} \psi \quad (1.11)$$

где ψ — волновая функция системы, состоящей из молекул адгезива и субстрата. Она является функцией координат всех электронов и ядер молекулы, которые представляют собой параметры, характеризующих состояние всей системы;

$u_{e,n}$ — полная потенциальная энергия всей системы. Она представляет собой сумму парных кулоновских электростатических энергий взаимодействия между всеми возможными парами частиц. Функция $u_{e,n}$ также зависит от ко-

ординат всех ядер и электронов, имеющих в молекулах адгезива и субстрата.

$\frac{\partial u_{e,n}}{\partial R}$ - абсолютная величина производной полной потенциальной энергии всей системы по расстоянию, равна электростатической силе, которая действовала бы между молекулами адгезива и субстрата, если бы не только положения ядер, но и координаты электронов были бы фиксированы.

Интегрирование в (1.11) производится по координатам всех электронов, при этом происходит квантовомеханическое усреднение электростатической силы, действующей между молекулами адгезива и субстрата [8].

Когда расстояние между молекулами велико настолько, что перекрытием электронных орбиталей молекул адгезива и субстрата можно пренебречь, то такое взаимодействие между молекулами называется дальнедействующим. В случае, когда происходит перекрытие электронных орбиталей взаимодействующих молекул, тогда возникают силы ближкодействующего отталкивания и, кроме того, может образоваться химическая связь.

2. Оценка прочности адгезионных соединений на основе дисперсных систем с привлечением парных потенциальных функций

Теоретические расчеты адгезионных взаимодействий имеют значение для качественных выводов об их особенностях. Количественные характеристики для таких систем в большинстве случаев получаются с помощью эксперимента. Экспериментальные данные об энергии межфазного взаимодействия могут быть описаны с помощью эмпирических формул. Для эмпирического описания межфазных взаимодействий часто применяют формулы, выведенные для межмолекулярных взаимодействий газов или жидких систем. Такое применение их возможно в некоторых случаях, но при этом необходимо учитывать следующее. Во-первых, в газах среднее расстояние между молекулами велико, поэтому сравнительно большой вклад во взаимодействие вносят дальнедействующие силы. Когда молекулы адгезива и субстрата электрически нейтральны, то в этом случае действуют в основном дипольные и лондоновские взаимодействия. В жидкостях, очень важна роль ближкодействующих сил. Во-вторых, энергия реактивного взаимодействия полярных молекул с окружающей средой в газах мала, а в жидкостях и твердых телах велика и может существенно изменять энергию образования связей между молекулами. Таким образом, формулы, основанные на свойствах газов, ведут к недооценке роли дальнедействующих сил. В-третьих, при переходе между твердой, жидкой и газовой фазами, в действии межмолекулярных сил проявляются качественные изменения. Эти изменения обусловленные влиянием эффектов коллективного взаимодействия большого числа частиц. В-четвертых, эмпирические формулы представляют собой усредненную эффек-

тивную характеристику межмолекулярных сил. Способ усреднения обычно не рассматривается, но он должен зависеть от метода исследования энергии взаимодействия и влияет на форму эмпирической потенциальной функции $V(R)$ и значения фигурирующих в этой функции параметров.

Методы, позволяющие связывать макроскопические свойства вещества субстрата и адгезива с межмолекулярными взаимодействиями, применимые для газов, не всегда пригодны при описании свойств жидкостей и твердых тел. По этим причинам эмпирические формулы, применимые для характеристики межмолекулярных взаимодействий в газах, нельзя безоговорочно применять в ходе исследования адгезионных систем. Моделирование жидких и твердых адгезионных систем с помощью эмпирических соотношений, полученных для газообразных веществ или разбавленных растворов, возможно. Однако выводы, основанные на применении таких моделей, нуждаются в проверке.

Впервые метод расчета энергии решетки молекулярных кристаллов с помощью «атом — атом потенциалов» был предложен А.И. Китайгородский [9]. Каждый атом, входящий в молекулу, рассматривается как некоторый силовой центр. Энергия взаимодействия молекул равна сумме энергий парных взаимодействий атомов i и j , принадлежащих разным молекулам. Энергии взаимодействия атомов V_{ij} зависят лишь от сорта атомов. Они не зависят от того, в какую молекулу и в каком валентном состоянии атомы входят. Для потенциалов V_{ij} могут быть приняты различные аналитические выражения, например потенциал Леннарда—Джонса и др. Параметры эмпирических соотношений подбираются так, чтобы, зная все межъядерные расстояния в кристалле, можно было получить правильное значение энергии решетки кристалла. Система атом-атом потенциалов представляет интерес и при расчетах энергии молекул, в том числе и полимерных. Хотя метод атом-атом потенциалов применяет эмпирические соотношения для величины V_{ij} , в целом он является теоретически недостаточно обоснованным. Из работ [8,10] следует, что метод атом-атом потенциалов применим к любым химическим связям, слабым или сильным. Мы также считаем, что он может быть применен и для расчетов гетерофазных - адгезионных систем.

В данной работе мы рассмотрели только модель, взаимодействия субстрата и адгезива обусловленную исключительно силами межмолекулярных взаимодействий – сил Ван-дер-Ваальса. Было получено выражение, отражающее зависимость силы межмолекулярной связи двух макроскопических молекулярных систем от когезионной прочности этих систем.

В работах [11,12] приведено выражение, связывавшее модуль упругости переходного слоя E_r с модулями связующего E_m и модулем жесткого наполнителя E_n :

$$E_r = E_m + E_n \frac{E_n}{\alpha E_m} \frac{1}{\alpha-1} - E_m \frac{E_n}{\alpha E_m} \frac{\alpha}{\alpha-1} \quad (2.1)$$

где α - коэффициент адгезионного взаимодействия, удовлетворяющий условию $0 \leq \alpha \leq 1$.

Поскольку определение параметра α сопряжено с теоретическими и экспериментальными трудностями, в работе предпринята попытка построения модели, описывающей прочность межмолекулярной связи с теоретически и экспериментально определяемыми параметрами.

Потенциальная энергия взаимодействия двух молекулярных макроскопических систем (веществ) может быть записана в виде суммы парных межмолекулярных потенциалов [13,14]:

$$E_{12} = \sum_{ij} V_{ij} \quad (2.2)$$

где V_{ij} - потенциальная энергия взаимодействия i -й и j -й молекул разных систем.

В приближении ближайших соседей это выражение может быть записано в виде [15]

$$E_{12} = N_A^2 z_1 z_2^2 V_{12} \quad (2.3)$$

Где N_A - число Авогадро, $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$; z_1, z_2 - числа ближайших соседей молекулы первого и второго веществ.

Используя приближение аддитивности парных взаимодействий [16], получаем выражение для потенциальной энергии взаимодействия двух разнородных молекул в двойной системе:

$$V_{12} = V_{11} V_{22} \quad (2.4)$$

где V_{11} и V_{22} - потенциальные энергии взаимодействия двух молекул в каждой из двух систем.

При равновесном одноосном растяжении межмолекулярные силы будем считать центральными. Разложим потенциальные энергии V_{ii} в ряд по изменениям межмолекулярных расстояний:

$$V_{ii} = V_{ii}(R_{ii}) + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 V_{ii}}{\partial R_{ii}^2} \Delta R_{ii}^2 + \frac{1}{6} \frac{\partial^3 V_{ii}}{\partial R_{ii}^3} \Delta R_{ii}^3 + \dots \quad (2.5)$$

где R_{ii}^0 - равновесное межмолекулярное расстояние; $i = 1, 2$.

Введем константы K_{ii} и β_{ii} , равные значениям производных в точках равновесных межмолекулярных расстояний. Поскольку потенциальные энергии взаимодействия двух молекул являются экстремальными функциями, то их первые производные, соответственно равны нулю. Будем считать, что остальные производные потенциальной функции V_{ii} удовлетворяют следующим условиям:

$$K_{ii} = \frac{\partial^2 V_{ii}}{\partial R_{ii}^2} \Big|_{R_{ii}=R_{ii}(0)} = C_{ii}'' \frac{V_{ii} R_{ii}^0}{R_{ii}^2} \quad (2.6)$$

$$\beta_{ii} = \frac{\partial^3 V_{ii}}{\partial R_{ii}^3} \Big|_{R_{ii}=R_{ii}(0)} = C_{ii}''' \frac{V_{ii} R_{ii}^0}{R_{ii}^3}$$

где: K_{ii} - «жесткость» межмолекулярной связи жесткость, которая представляет собой силовую константу связи. Смысл этой константы понятен в приближении гармонического осциллятора, когда колебание связи может быть описано упругой силой, вызывающей ее колебания $f_{ii} = -K_{ii}(R_{ii} - R_{ii}(0))$, а величина $\Delta R_{ii} = (R_{ii} - R_{ii}(0))$ представляет собой амплитуду этих колебаний;

β_{ii} - постоянная ангармоничности, указывающая на то, в какой степени молекулярная система отклоняется от гармоничности. Это особенно характерно для интенсивных колебаний, при больших колебательных квантовых числах, когда молекулу уже нельзя рассматривать как гармонический осциллятор;

C_{ii}'' , C_{ii}''' - безразмерные константы, зависящие от выбора типа функций потенциалов межмолекулярных взаимодействий.

Дифференцируя выражение (2.5) по R_{ii} , и учитывая обозначения, принятые в условии (2.6), для силы межмолекулярной связи f_{ii} , получим следующее выражение:

$$f_{ii} = K_{ii}\Delta R_{ii} + \frac{1}{2}\beta\Delta R_{ii}^2 \quad (2.7)$$

Максимальное значение силы достигается при смещении, удовлетворяющем условию:

$$\frac{\partial f_{ii}}{\partial \Delta R_{ii}} = 0 \quad (2.8)$$

откуда с учетом (2.7) имеем:

$$\Delta R_{ii}^{max} = \frac{K_{ii}}{\beta_{ii}} \quad (2.9)$$

$$f_{ii}^{max} = \frac{3 K_{ii}^2}{2 \beta_{ii}}$$

В соответствии с этим можем принять, что прочность связи идеальной молекулярной системы при одноосном равновесном растяжении в приближении ближайших соседей определяется выражением

$$\sigma_{ii} = n_{ii} f_{ii}^{max} \quad (2.10)$$

где n_{ii} - число межмолекулярных связей, приходящихся на единицу площади, перпендикулярной направлению внешней растягивающей силы. Подставляя (2.6) в (2.9) и (2.9) в (2.10), получим обобщенное выражение для прочности связи идеальной молекулярной системы:

$$\sigma_{ii} = \frac{3}{2} n_{ii} \frac{C_{ii}''^2 V_{ii} R_{ii} 0}{C_{ii}''' R_{ii} 0} \quad (2.11)$$

Учитывая, что $\Delta R_{ii}^{max} \ll R_{ii} 0$, и ограничиваясь нулевым членом в разложении (2.5), после подстановки (2.11) в (2.4) получим обобщенное выражение для потенциальной энергии взаимодействия двух разнородных молекул в двойной системе:

$$V_{12} = \frac{3}{2} \frac{R_{11} 0 R_{22} 0}{n_{11} n_{22}} \frac{C_{11}''' C_{22}'''^1 2}{C_{11}'' C_{22}''} \sigma_{11} \sigma_{22}^1 2 \quad (2.12)$$

С другой стороны, аналогичное (2.10) и (2.11) выражение можем записать для прочности связи двух макроскопических молекулярных систем:

$$\sigma_{12} = \frac{3}{2} n_{12} \frac{C_{12}''^2 V_{12} R_{12} 0}{C_{12}''' R_{12} 0} \quad (2.13)$$

Сравнивая (2.12) и (2.13), получим выражение для прочности межмолекулярной связи двух макроскопических молекулярных систем:

$$\sigma_{12} = \frac{n_{12}}{n_{11}n_{22}} \frac{C_{11}'''C_{22}'''}{C_{12}''} \frac{C_{12}''}{C_{11}''C_{22}''} \frac{R_{11} \ 0 \ R_{22} \ 0}{R_{12} \ 0} \sigma_{11}\sigma_{22} \quad (2.14)$$

Если принять, что число межмолекулярных связей, приходящихся на единицу площади адгезионного контакта, не изменяется при изменении субстрата и адгезива, а геометрия их контакта также остается неизменной, то постоянные члены в уравнении (2.14) можно объединить в одну константу:

$$\gamma_{12} = \frac{n_{12}}{n_{11}n_{22}} \frac{C_{11}'''C_{22}'''}{C_{12}''} \frac{C_{12}''}{C_{11}''C_{22}''} \frac{R_{11} \ 0 \ R_{22} \ 0}{R_{12} \ 0} \quad (2.16)$$

Данную константу можно назвать коэффициентом эффективности адгезионного взаимодействия адгезива и субстрата. Он зависит от природы образующейся связи адгезив-субстрат, количества связей, на единице поверхности контакта между субстратом и адгезивом и геометрия контакта между молекулами адгезива и субстрата. Косвенным образом эта константа содержит информацию о природе взаимодействия молекулярных систем, но и о геометрии этого контакта, являющегося основой механической теории адгезии. Отсюда получим упрощенное выражение для прочности межмолекулярной связи двух макроскопических молекулярных систем:

$$\sigma_{12} = \gamma_{12} \sigma_{11}\sigma_{22} \quad (2.17)$$

В случае если природа межмолекулярных взаимодействий в молекулярных системах и на границе раздела между ними одинакова, положим

$$\begin{aligned} C_{11}'' &= C_{22}'' = C_{12}'' \\ C_{11}''' &= C_{22}''' = C_{12}''' \end{aligned} \quad (2.18)$$

Если в системах реализуются только слабые Ван-дер-Ваальсовы взаимодействия, можем положить

$$R_{12} \ 0 = \frac{R_{11} \ 0 + R_{22} \ 0}{2} \quad (2.19)$$

Таким образом, в случае идеальных молекулярных систем, в которых реализуются только слабые Ван-дер-Ваальсовы взаимодействия, и имеющих

близкую геометрию $R_{11} \approx R_{22}$, $z_{11} \approx z_{22}$ и полным молекулярным контактом на границе раздела фаз, для адгезионной прочности имеем выражение следующего вида

$$\sigma_{12} \approx \sigma_{11} \sigma_{22} \gamma_{12} \quad (2.20)$$

С учетом сказанного выше, анализ уравнения (2.16) показывает, что $\gamma_{12} = 1$ для идеальных молекулярных систем с одинаковой геометрией, и если в системах реализуются только слабые Ван-дер-Ваальсовы взаимодействия. Если на слабые Ван-дер-Ваальсовы взаимодействия накладываются большие отклонения в геометрии адгезива и субстрата, или дополнительно имеются большие различия в их химических свойствах, тогда $\gamma_{12} < 1$. Если же в образовании адгезионного контакта участвуют не только слабые Ван-дер-Ваальсовы взаимодействия, но и присутствуют водородные, ионные и ковалентные связи, тогда $\gamma_{12} > 1$. Результаты анализа уравнения (2.17), для относительных величин прочности адгезионного контакта и когезионной прочности адгезива и субстрата представлены на рис. 1.

Первые три схемы на рис. 1 изображают изолинии относительной прочности адгезионного контакта σ_{12} для различных значений коэффициента эффективности адгезионного взаимодействия γ_{12} . Данные зависимости позволяют сделать оценку прочности адгезионного контакта, зная величины когезионной прочности адгезива и субстрата, при известном характере их межмолекулярного взаимодействия. Также возможно из имеющихся экспериментальных данных по прочности адгезионного контакта оценить характер межмолекулярного взаимодействия между адгезивом и субстратом.

На основе выше изложенного, мы имеем выражение, отражающее зависимость силы межмолекулярной связи двух макроскопических молекулярных систем от когезионной прочности этих систем.

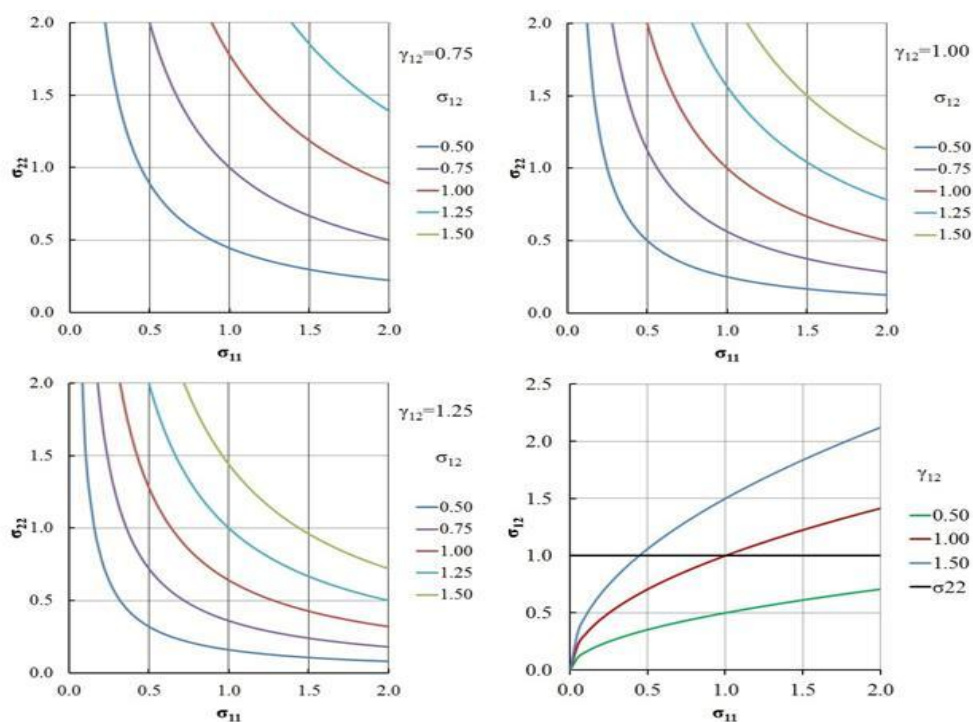


Рис. 1. Относительные величины прочности адгезионного контакта σ_{12} при различной относительной когезионной прочности адгезива (σ_{11}) и субстрата (σ_{22}), для различных случаев величины коэффициентом эффективности адгезионного взаимодействия γ_{12} .

3. Прочность адгезионных соединений на основе дисперсных систем

Рассмотренные выше соображения мы попытались перенести сложные многокомпонентные системы, которые и представляют собой реальные композиционные материалы. Основным недостатком предложенных концепций является то, что они описывают, в основном взаимодействие двух однокомпонентных материалов. В тоже время реальные материалы - это многокомпонентные композиции.

Например, некоторые промышленные резиноподобные материалы содержат до 17-20 компонентов [17]. В этой связи возникает насущная необходимость разработки научных основ создания адгезионных соединений на основе многокомпонентных материалов. В данной работе была предпринята попытка разработки общей методологии феноменологического описания поведения подобных систем, в зависимости от действия различных внешних и внутренних факторов. Такой подход можно называть структурным.

Рассмотрим в качестве примера адгезионного соединения фрагмент конструкции на основе слоистого композита, который представляет собой набор слоев из разнородных многокомпонентных материалов, связанных между собой (Рис. 2). Для проведения анализа мысленно вырежем небольшой элемент, состоящий из части слоя 1 и части слоя 2. Очевидно, для этого элемента при деформировании подобного композита до момента разрушения будет сохраняться условие однородности напряжений, направленных пер-

пендикулярно оси Z. Такое состояние принято рассматривать как идеальное адгезионное соединение [18,20].

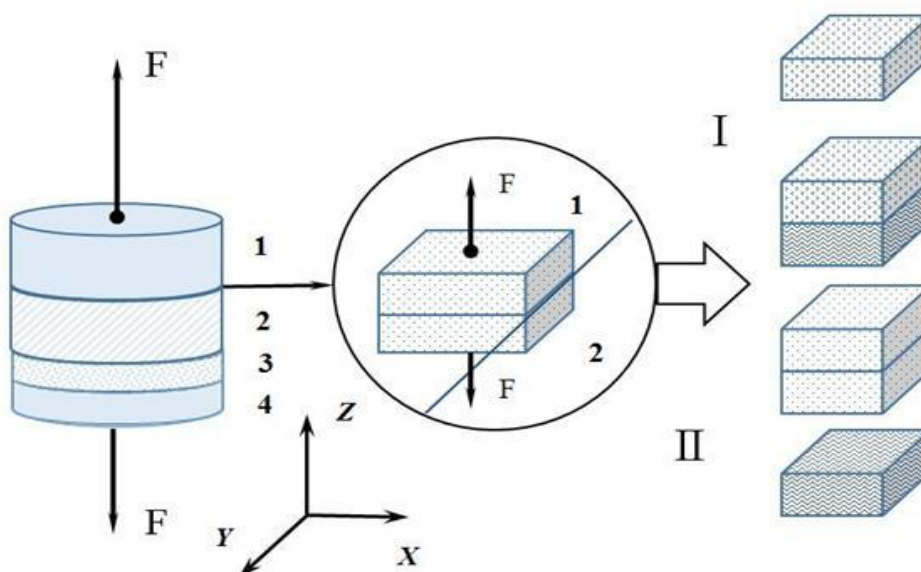


Рис. 2. Фрагмент конструкции на основе слоистого композита и элементарное адгезионное соединение.

Идеальное адгезионное соединение - это такое соединение, которое при любых видах нагружения разрушается когезионно по одному из элементов адгезионного шва (слою 1 или слою 2). Разрушение элементарного адгезионного соединения за пределами границы контакта ничем не отличается от разрушения обычного гомогенного твердого тела. Следовательно, идеальное адгезионное соединение образуется когда, когда взаимодействие на первоначальной границе контакта больше или равно взаимодействию внутри одного из элементов адгезивного шва.

Математически это можно записать следующим образом:

$$\sigma_{conn}^u = \begin{cases} \sigma_1, & \sigma_1 < \sigma_2 \\ \sigma_2, & \sigma_1 > \sigma_2 \end{cases} \quad (21)$$

где σ_{conn}^u , σ_1 , σ_2 - прочность соединения, адгезива и субстрата соответственно.

Теперь, когда мы имеем модель идеального адгезионного соединения, можно попытаться выявить основные закономерности его поведения при действии различных внешних и внутренних факторов. Для начала в качестве примера рассмотрим изменение прочности адгезионных соединений от воздействия внешних факторов (температуры, давления, влажности и т.д.).

Пусть имеется большой массив идеальных адгезионных соединений на основе одного субстрата (S_1) и одного адгезива (A_1). Этот массив соединений можно разбить на группы и определить для каждой из них среднее разрушающее напряжение, например при отрыве (σ_{conn}) в зависимости от рассматри-

ваемого фактора. При этом, если нам известен закон изменения прочности адгезива и субстрата от воздействия рассматриваемого фактора

$$\sigma_1 = f_1 x \quad (22)$$

и

$$\sigma_2 = f_2 x \quad (23)$$

то тогда в соответствии с условием (1) можно сказать, что прочность соединения на участке $X < X_1^*$ и $X > X_2^*$ будет равна прочности адгезива, а на участке $X_1^* \leq X \leq X_2^*$ будет равна прочности субстрата (или наоборот). В качестве иллюстрации продемонстрируем зависимость качественного хода кривой прочности соединения от X , представленную на рис. 3.

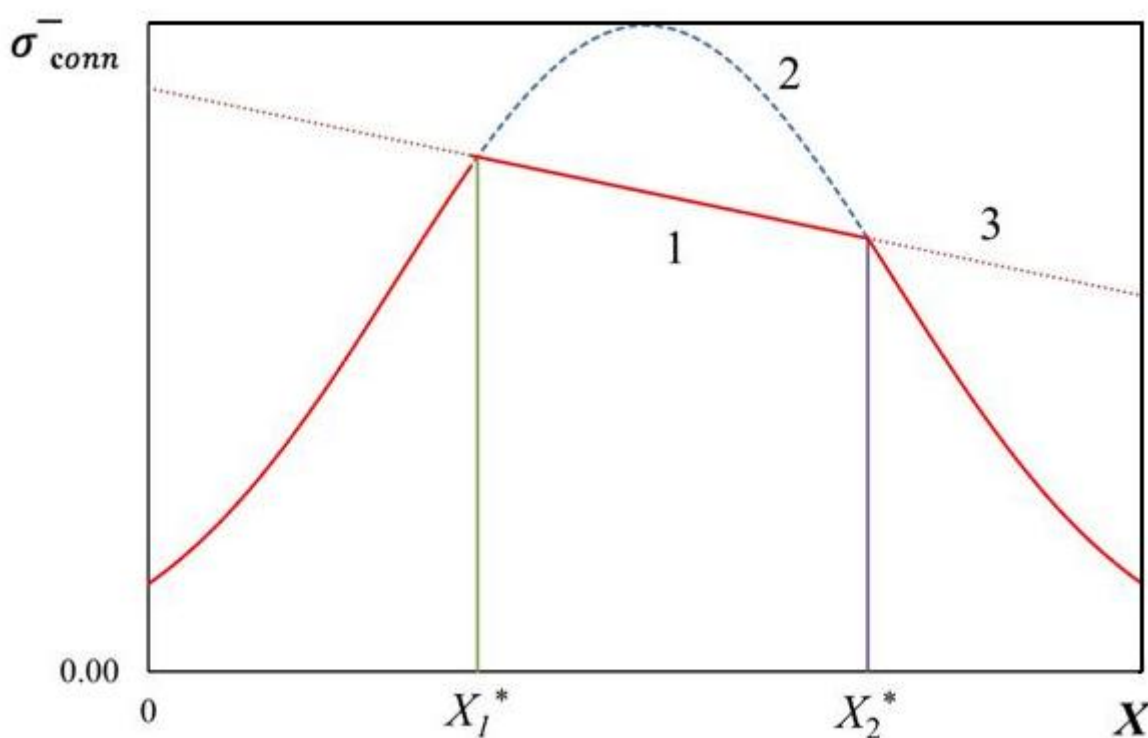


Рис. 3. Качественный ход кривой зависимости среднего разрушающего напряжения адгезионного соединения (1), адгезива (2) и субстрата (3) от внешнего фактора X .

При замене изучаемой характеристики прочности адгезионного соединения на другие показатели, например долговечность, выносливость и т.п., характер зависимости может измениться, однако он, в любом случае, будет обусловлен конкурирующими изменениями прочности адгезива и субстрата в зависимости от изучаемого фактора (температуры, давления, влажности и т.д.).

Проследим за тем, как изменяется среднее разрушающее напряжение под воздействием внутреннего структурного фактора одного из компонентов адгезионной системы. В качестве примера рассмотрим адгезив при определенном, фиксированном виде нагружения. Положим, что мы имеем большой

массив идеальных адгезионных соединений на основе одного субстрата S_1 и различных адгезивов:

$$A_1, A_2, A_3, \dots A_i, \dots A_n \quad (24)$$

При этом можно полагать, что прочность адгезива изменяться от действия только одного внутреннего фактора X . Например, таким фактором может являться природа олигомеров, сшивающих агентов, наполнителей, пластификаторов и т.д. В этом случае при проведении испытаний сначала необходимо построить зависимость прочности адгезива от рассматриваемого фактора

$$\sigma_1 = \varphi_1 X \quad (25)$$

и затем построить зависимость прочности соединений от этого фактора:

$$\sigma_{conn} = \varphi_2 X \quad (26)$$

Очевидно, полученная зависимость будет аналогична кривой, изображенной на рис. 2, поскольку будет выполняться условие (21).

Это обстоятельство позволяет нам построить обобщенную кривую зависимости средней прочности адгезионных соединений от средней прочности одного из компонентов адгезионной системы (в данном случае от прочности адгезива). Для этого необходимо построить ряд, в котором прочность предыдущего адгезива меньше прочности последующего адгезива (индекс сверху):

$$\sigma_1^1 < \sigma_2^1 < \sigma_3^1 < \dots < \sigma_j^1 < \dots < \sigma_m^1 \quad (27)$$

(независимо от рассматриваемого фактора X). Аналогичным образом можно построить и ряд изменения прочности адгезионных соединений

$$\sigma_1^{conn} < \sigma_2^{conn} < \sigma_3^{conn} < \dots < \sigma_j^{conn} < \dots < \sigma_m^{conn} \quad (28)$$

при сопоставлении этих двух рядов может быть получена обобщенная кривая изменения прочности адгезионных соединений от воздействия внутренних факторов. На рис. 4 приведен качественный ход получаемой зависимости.

По-видимому, в ряду адгезивов будут присутствовать адгезивы, прочность которых близка к нулю ($\sigma_1 \approx 0$), и соответственно будут адгезионные соединения с прочностью, близкой к нулю ($\sigma_{conn} \approx 0$). По мере увеличения

прочности адгезивов будет прямо пропорционально увеличиваться прочность адгезионных соединений, пока она не достигнет уровня, на котором прочность адгезива и субстрата сравняются ($\sigma_1^* \approx \sigma_2$). Далее эта зависимость пойдет параллельно оси абсцисс.

Анализируя полученную зависимость, можно выделить пять зон. Первая зона характерна для адгезионных соединений с прочностью, приблизительно равной нулю. Такой тип соединений можно назвать антикомпозиционными идеальными адгезионными соединениями. Вторая зона соответствует адгезионным соединениям, в которых прочность адгезива меньше прочности субстрата. В третьей зоне прочность адгезива становится приблизительно равной прочности субстрата. Этот тип адгезионных соединений можно считать идеальными адгезионными соединениями. Четвертая и пятая зоны характерны для адгезионных соединений на основе высокопрочных адгезивов. Причем в последнем случае снова появляются антикомпозиционные идеальные адгезионные соединения, поскольку $\sigma_1 \gg \sigma_2$.

При замене одного субстрата S_1 на другой S_2 , характер обобщенной зависимости (рис. 3) не изменится. При этом зона III будет смещаться вправо или влево и, соответственно, максимальная средняя прочность соединений - увеличиваться или снижаться в зависимости от прочности субстрата. При этом хочется особо подчеркнуть, что такая система обладает свойством определенной симметрии.

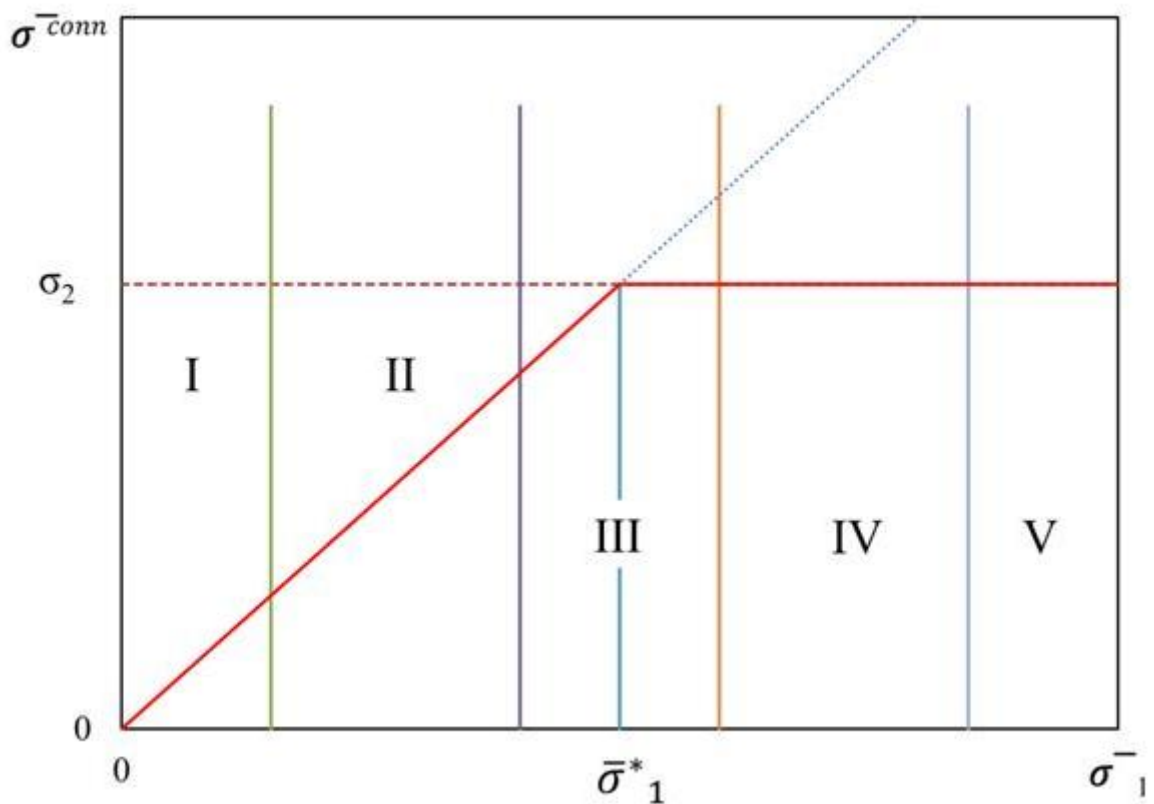


Рис. 4. Качественный ход обобщенной зависимости изменения среднего разрушающего напряжения адгезионного соединения от среднего разрушающего напряжения адгезива.

Симметрия заключается в том, что характер обобщенной зависимости не изменится и при замене этого массива идеальных адгезионных соединений одного субстрата, на массив идеальных адгезионных соединений на основе одного адгезива A_1 и различных субстратов:

$$S_1, S_2, S_3, \dots S_i, \dots S_n \quad (29)$$

Таким образом, данные модельные представления позволяют даже в самом простейшем варианте анализировать поведение адгезионных систем, как в процессе их формирования, так и в процессе эксплуатации. Такой анализ позволяет отделять главные черты рассматриваемого явления от влияния второстепенных факторов. Более того, появляется возможность изучения влияния различных структурных изменений адгезива и субстрата на прочность адгезионных соединений.

Тем не менее, несмотря на эти принципиальные выводы, вопрос о достижении соответствия реальных адгезионных соединений идеальным остается пока открытым. Для устранения этого пробела предложено два метода оценки степени отклонения от идеальности.

Первый метод может состоять в вычислении так называемого избытка изменения прочности соединения - разности между прочностью реального адгезионного соединения и прочностью при образовании идеального адгезионного соединения:

$$\Delta\sigma_{conn} = \sigma_{conn}^{re} - \sigma_{conn}^{id} \quad (30)$$

где индексы *re* и *id* обозначают реальное и идеальное адгезионные соединения соответственно, или, в соответствии с условием (21)

$$\Delta\sigma_{conn} = \begin{cases} \sigma_{conn}^{re} - \sigma_1, & \sigma_1 < \sigma_2 \\ \sigma_{conn}^{re} - \sigma_2, & \sigma_1 > \sigma_2 \end{cases} \quad (31)$$

Второй метод заключается в учете степени отклонения прочности реального адгезионного соединения от прочности этого же соединения, если бы оно было идеальным

$$K = \frac{\sigma_{conn}^{re}}{\sigma_{conn}^{id}} \quad (32)$$

или, в соответствии с условием (21)

$$K = \begin{cases} \frac{\sigma_{conn}^{re}}{\sigma_1}, & \sigma_1 < \sigma_2 \\ \frac{\sigma_{conn}^{re}}{\sigma_2}, & \sigma_1 > \sigma_2 \end{cases} \quad (33)$$

полученный коэффициент можно называть по-разному: поправочным коэффициентом, коэффициентом несоответствия и даже коэффициентом трещиностойкости. В данном случае по аналогии с терминологией, принятой для композиционных материалов [19], назовем его коэффициентом реализации прочности адгезионных соединений.

Избыток прочности и коэффициент реализации прочности адгезивных соединения фактически являются критериями прочностных свойств материала, и представляют собой функции отклика различных переменных:

$$\Delta\sigma = \Phi_1(z_1, z_2, \dots, z_A) \quad (34)$$

$$K = \Phi_2(z_1, z_2, \dots, z_A) \quad (35)$$

Данная постановка проблемы прочности адгезионных соединений подходит в том числе и для адгезионных соединений на основе многокомпонентных материалов. Поэтому основной задачей является поиск причин, вызывающих максимальные отклонения поведения реальных адгезионных соединений от идеальных. В частности, такой поиск сводится к обнаружению одной из переменных z_i , которая будет удовлетворять условию максимума ее частной производной по искомому параметру:

$$\frac{\partial \Delta\sigma}{\partial z_i} \Big|_{max} = \max_{1 \leq i \leq A} \frac{\partial \Phi_1}{\partial z_i} \quad (36)$$

$$\frac{\partial K}{\partial z_i} \Big|_{max} = \max_{1 \leq i \leq A} \frac{\partial \Phi_2}{\partial z_i} \quad (37)$$

При этом очевидно, что отрицательное отклонение от идеальности ($\Delta\sigma < 0, K > 1$) может указывать на причины, вызывающие ослабление реального адгезионного шва. При этом нужно иметь в виду, что положительное отклонение от идеальности ($\Delta\sigma > 0, K > 1$) тоже не является однозначной причиной, вызывающей его усиление. Естественно, определенный интерес могут представлять и адгезионные соединения с минимальным отклонением от идеальности ($\Delta\sigma \approx 0, K \approx 1$).

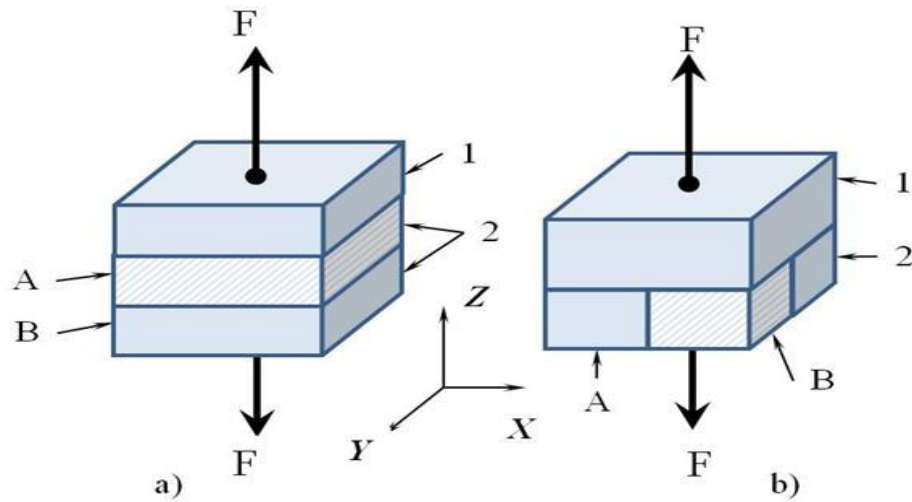


Рис. 5. Элементы адгезионного соединения на основе слоистого субстрата:
1, 2 – слои; A, B – микрослой

В качестве иллюстрации этих основных положений рассмотрим зависимость разрушающего напряжения от структуры одного из компонентов адгезионного соединения. При этом необходимо накладывать ограничение в виде наличия только определенного вида нагружения. В качестве модели адгезионного соединения снова рассмотрим слоистый композит и вырежем из него элемент, состоящий из части слоя 1 и части слоя 2 (Рис. 5).

Представим, что слой 2 (субстрат) состоит из тонких микрослоев A и B с ориентацией для начала в плоскости X и Y (рисунок 5, а). Подобные ситуации довольно часто наблюдаются на практике. Например, субстрат состоит из основной массы материала (микрослой B) и окисленного слоя (микрослоя A). В соответствии с принятой моделью слабого звена прочность этой системы будет определяться следующим образом:

$$\sigma_{conn} = \begin{matrix} \sigma_1, & \sigma_1 < \sigma_A, \sigma_B, \sigma_{1A}, \sigma_{AB} \\ \sigma_A, & \sigma_A < \sigma_1, \sigma_B, \sigma_{1A}, \sigma_{AB} \\ \sigma_B, & \sigma_B < \sigma_1, \sigma_A, \sigma_{1A}, \sigma_{AB} \\ \sigma_{1A}, & \sigma_{1A} < \sigma_1, \sigma_A, \sigma_B, \sigma_{AB} \\ \sigma_{AB}, & \sigma_{AB} < \sigma_1, \sigma_A, \sigma_B, \sigma_{1A} \end{matrix} \quad (38)$$

где

$$\sigma_{1A} = \begin{matrix} \sigma_1 \cdot K_1, & \sigma_1 < \sigma_A \\ \sigma_A \cdot K_A, & \sigma_A < \sigma_1 \end{matrix} \quad (39)$$

$$\sigma_{AB} = \begin{matrix} \sigma_A \cdot K_{AB}, & \sigma_A < \sigma_B \\ \sigma_B \cdot K_B, & \sigma_B < \sigma_A \end{matrix} \quad (40)$$

K_1, K_A, K_{AB}, K_B - коэффициент реализации прочности.

Анализ полученного выражения указывает на то, что модификация поверхности одного из компонентов адгезионной системы позволяет регулировать прочность всей адгезионной системы. Так, возможна ситуация, когда прочность системы до начала модификации поверхности слоя 1 (или микрослоя А) лимитировалась прочностью сцепления этих слоев, зато после ее модификации прочность системы лимитируется прочностью сцепления на границе контакта микрослоев А и В. Наконец, после модификации поверхности микрослоев А и В, она лимитируется прочностью микрослоя А или В. Таким образом, возможно существование какого-то предельного критического коэффициента реализации прочности, до которого прочность системы возрастает линейно, а после его достижения остается неизменной.

В качестве второго примера рассмотрим идеальное адгезионное соединение с ориентацией микрослоев по оси Z. Подобные ситуации также довольно часто встречаются на практике, например, в случаях, когда поверхность субстрата может локально сорбировать какие-то вещества из окружающей среды. Если для этого слоя ввести допущения о линейной аддитивности прочностных характеристик материала слоя 2, то в соответствии с принятой моделью слабого звена прочность этой системы будет определяться следующим образом:

$$\sigma_{conn} = \begin{matrix} \sigma_1, & \sigma_1 < \sigma_2^A, \sigma_2^B, \sigma_{12}^A, \sigma_{12}^B \\ \sigma_2^A \cdot \varphi + \sigma_2^B \cdot 1 - \varphi, & \sigma_2^A, \sigma_2^B < \sigma_1, \sigma_{12}^A, \sigma_{12}^B \\ \sigma_1 \cdot \varphi + \sigma_2^B \cdot 1 - \varphi, & \sigma_1, \sigma_2^B < \sigma_2^A, \sigma_{12}^A, \sigma_{12}^B \\ \sigma_1 \cdot 1 - \varphi + \sigma_2^B \cdot \varphi, & \sigma_1, \sigma_2^A < \sigma_2^B, \sigma_{12}^A, \sigma_{12}^B \\ \sigma_{12}^A \cdot \varphi + \sigma_{12}^B \cdot 1 - \varphi, & \sigma_{12}^A, \sigma_{12}^B < \sigma_1, \sigma_2^A, \sigma_2^B \\ \sigma_1 \cdot \varphi + \sigma_{12}^B \cdot 1 - \varphi, & \sigma_1, \sigma_{12}^B < \sigma_2^A, \sigma_2^B, \sigma_{12}^A \\ \sigma_1 \cdot 1 - \varphi + \sigma_{12}^A \cdot \varphi, & \sigma_1, \sigma_{12}^A < \sigma_2^A, \sigma_2^B, \sigma_{12}^B \end{matrix} \quad (41)$$

где

$$\sigma_{12}^A = \begin{matrix} \sigma_2^A \cdot K_2^A, & \sigma_1 > \sigma_2^A \\ \sigma_1 \cdot K_1^A, & \sigma_2^A > \sigma_1 \end{matrix} \quad (42)$$

$$\sigma_{AB} = \begin{matrix} \sigma_2^B \cdot K_2^B, & \sigma_1 > \sigma_2^B \\ \sigma_1 \cdot K_1^B, & \sigma_2^B > \sigma_1 \end{matrix} \quad (43)$$

где $K_1^A, K_1^B, K_2^A, K_2^B$ - коэффициенты реализации прочности; φ - поверхностная доля микрослоя А. Полученную зависимость прочности адгезионных соединений от прочности исходных компонентов адгезива и субстрата, а также от их содержания можно проиллюстрировать следующим образом. Очевидно, во всех случаях, за исключением первого, прочность соединения будет зависеть от состояния микрослоев А и В. Если в качестве микрослоя А выступают газовоздушные включения, то прочность соединения будет увеличиваться линейно до критического значения φ_{cr} . После его достижения прочность системы остается неизменной. Критическое содержание микрослоев будет определяться соотношением удельных прочностных характеристик компонентов адгезионной системы.

Естественно, что приведенные выше рассуждения могут быть распространены на адгезионные соединения на основе материалов из большого, числа микрослоев различной природы и агрегатного состояния.

Заключение

Адгезия между фазами в композиционных материалах – важный фактор, определяющий свойства композиционного материала, а предсказание прочности адгезионного соединения важно при создании современных композиционных материалов.

Нами была рассмотрена модель, взаимодействия субстрата и адгезива обусловленная исключительно силами межмолекулярных взаимодействий – сил Ван-дер-Ваальса. Получено выражение, отражающее зависимость силы межмолекулярной связи двух макроскопических молекулярных систем от когезионной прочности этих систем.

Введена константа, названная коэффициентом эффективности адгезионного взаимодействия адгезива и субстрата. Она зависит от природы образующейся связи адгезив-субстрат, количества связей, на единице поверхности контакта между субстратом и адгезивом и геометрия контакта между молекулами адгезива и субстрата. Косвенным образом эта константа содержит информацию о природе взаимодействия молекулярных систем, а также геометрии этого контакта, являющегося основой механической теории адгезии.

Проведенный анализ показывает, что коэффициентом эффективности адгезионного взаимодействия $\gamma_{12} = 1$ для идеальных молекулярных систем с одинаковой геометрией, и если в системах реализуются только слабые Ван-дер-Ваальсовы взаимодействия. Если на слабые Ван-дер-Ваальсовы взаимодействия накладываются большие отклонения в геометрии адгезива и субстрата, или дополнительно имеются большие различия в их химических свойствах, тогда $\gamma_{12} < 1$. Если же в образовании адгезионного контакта участвуют не только слабые Ван-дер-Ваальсовы взаимодействия, но и присутствуют водородные, ионные и ковалентные связи, тогда коэффициент эффективности адгезионного взаимодействия $\gamma_{12} > 1$.

Полученные зависимости, позволяют сделать оценку прочности адгезионного контакта, имея информацию о величине когезионной прочности адгезива и субстрата, при известном характере их межмолекулярного взаимодействия.

Предложен структурный подход, позволяющий систематизировать различные физические ситуации не только для однокомпонентных систем, но и для многокомпонентных. Более того, данный подход может служить основой для анализа всех существующих концепций адгезии с одних позиций. Для этого необходимо с позиций каждой отдельной теории адгезии подойти к обоснованию коэффициента реализации прочности адгезионных соединений.

Получена обобщенная зависимость прочности адгезионных соединений от прочности исходных компонентов адгезива и субстрата, а также от их

содержания. В большинстве случаев, прочность соединения будет зависеть от состояния микрослоев, формирующих адгезионную композицию. Даже если в качестве одного из микрослоев выступают газовоздушные включения, то прочность соединения будет увеличиваться линейно до критического значения φ_{cr} . После его достижения прочность системы остается неизменной. Критическое содержание микрослоев будет определяться соотношением удельных прочностных характеристик компонентов адгезионной системы.

Приведенные в настоящей работе рассуждения, могут быть распространены на адгезионные соединения в материалах, созданных из большого числа микрослоев различной природы и агрегатного состояния.

Благодарность

Авторы выражают свою благодарность старшему научному сотруднику Холонского технологического института (Холон, Израиль) Геннадию Макриничу, за помощь в технической подготовке рукописи и обсуждении полученных результатов.

Литература

1. Евдокимов Ю.М. Адгезия. От макро- и микроуровня к наносистемам, М.: ФГБОУ ВПО МГУЛ, 2011, 208 с., ISBN 978-5-8135-0556-0.
2. Vakula V.L., Pritykin L.M. Polymer Adhesion. Phisico-Chemical Principles, Ellis Horwood Ltd., 1991, 445 p., ISBN 0-13-662990-3.
3. Paul D.R., Bucknall C.B. Polymer Blends: Formulation and Performance, 2000, JOHN WILEY & SONS, INC. Two-Volume Set, 1224 p., ISBN: 978-0-471-24825-5
4. Ebnesajjad S. (Ed.) Handbook of adhesives and surface preparation. Technology, applications and manufacturing. 2011. Published by Elsevier Inc. 418 p.
5. Adhesives technology handbook / edited by Sina Ebnesajjad. -- 2nd ed., 2008 by William Andrew Inc., 387 p., ISBN: 978-0-8155-1533-3
6. Lucas Filipe Martins da Silva, Andreas Öchsner (Eds.), Modeling of Adhesively Bonded Joints, 2008 Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 336 p. ISBN: 978-3-540-79055-6
7. L.H. Lee (Ed.) Fundamentals of Adhesion, 1991, XVIII, 1991 Springer Science+Business Media New York, 454 p. ISBN 978-0-306-43470-9
8. Mueller M. Fundamentals of Quantum Chemistry. Molecular Spectroscopy and Modern Electronic Structure Computations, 2001, Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, 265 p., ISBN: 978-0-306-46596-3
9. Китайгородский А.И. Молекулярные кристаллы. М., «Наука», 1971.
10. Patil S.H., Tang K.T. Interaction of an Electron with Ions, Atoms, and Molecules, Asymptotic Methods in Quantum Mechanics, Vol. 64,

- Springer Series in Chemical Physics, 2000, pp. 105-125, ISBN: 978-3-642-63137-5
11. Дэйнис Ю.А. Влияние агрегирования жесткого дисперсного наполнителя на характеристики упругости полимерного композита.– Механика композитных материалов, 1986, №1. С. 14–22.
 12. Липатов, Ю. С. Физико-химические основы наполнения полимеров - М. : Химия, 1991. - 260 с.
 13. Stone A.J. The Theory of Intermolecular Forces, Oxford: Oxford University Press, 2013, 2nd ed., 338 p. ISBN-13: 9780199672394
 14. Kaplan I.G. Intermolecular interactions: physical picture, computational methods and model potentials, 2006, John Wiley & Sons Ltd, 359 p., ISBN-13: 978-0-470-86332-9
 15. Parsegian V.A. Van der Waals Forces: A Handbook for Biologists, Chemists, Engineers, and Physicists, Cambridge University Press, 2005, 398 p., ISBN 0521839068
 16. Филиппов Л.П., Воробьева Е.В., Охоцимский А.Д., Толстунов Д.А. Развитие методов расчета и прогнозирования свойств, жидкостей //Исследования строения теплового движения и свойств жидкостей/ Под ред. Шахпаронова М.И. М.: Изд-во МГУ, 1986.
 17. Mark J.E., Erman B. and Roland M. The Science and Technology of Rubber (Fourth Edition), 2013, Elsevier Inc., ISBN: 978-0-12-394584-6
 18. Белов П.А., Лурье С.А. Теория идеальных адгезионных взаимодействий. Механика композиционных материалов и конструкций, 2007 г., том 13, № 4, стр. 519
 19. Перепелкин К.Е. Армирующие волокна и волокнистые полимерные композиты, НОТ, 2015, 380 с.
 20. Handbook of Adhesion, Second Edition. D. E. Packham, 2005 John Wiley & Sons, Ltd., ISBN: 0-471-80874-1 (HB)

Замечание академика Александра Берлина к статье «Прогнозирование прочностных характеристик адгезионных соединений в дисперсных системах»: «Прочность адгезионной связи во многом определяется пластическими деформациями в области разрушения, а не химическими или межмолекулярными связями, также, как и прочность любого тела (практически всегда), будь то металл, полимер и пр. Поэтому в принципе такие расчеты не имеют отношения к адгезионной прочности».

Экологичные (чистые, «зелёные») аэрокосмические технологии и проекты: методика исследований, краткая история, перспективы

Кричевский С.В.

*доктор философских наук, кандидат технических наук, профессор, ведущий научный сотрудник Отдела истории техники и технических наук Института истории естествознания и техники имени С.И. Вавилова РАН.
svkrich@mail.ru*

Аннотация: публикуются результаты исследований экологических аспектов техники, истории экологичных (чистых, «зелёных») аэрокосмических технологий и проектов. Описана методика исследований. Дана характеристика источниковой базы и изученности. Сделана периодизация истории экологичных аэрокосмических технологий и техники в авиации и космонавтике в XX-XXI вв. Приведены примеры в виде ряда персоналий, их идей и проектов. Предложен список, охватывающий новые и перспективные экологичные аэрокосмические технологии и проекты, аспекты экологизации. Сформулированы основные выводы и рекомендации.

Ключевые слова: аэрокосмические, история, методика, чистые и «зелёные» технологии, эволюция, экология.

Abstract: Publish results of research of ecological aspects of technique, history, eco-friendly (clean, green) aerospace technologies and projects. Describes the methodology of the research. The characteristic of the source base of the study. Made the periodization of the history of eco-friendly aerospace technology and engineering in Aeronautics and Astronautics in the XX-XXI centuries are examples in the form of a number of personalities, their ideas and projects. The proposed list covering new and promising eco-friendly aerospace technologies and projects, aspects of greening. The main conclusions and recommendations.

Keywords: aerospace, history, technique, clean and "green" technology, evolution, ecology.

Введение

В статье кратко изложены результаты исследований автора в ИИЕТ им. С.И. Вавилова РАН по завершённой инициативной фундаментальной НИР «Концепция и методика анализа экологических аспектов новейшей истории техники, технологий, технологических укладов в парадигме «зелёного» развития» (2014-2016 гг.) и по продолжающейся плановой фундаментальной НИР по истории техники в 2017 г.

Проблема исследования истории экологичных (чистых, «зелёных») аэрокосмических технологий является сложной и междисциплинарной. В такой постановке ранее в России и мире исследований не было (не выявлены). Ситуация осложняется тем, что отсутствуют устоявшаяся терминология и критерии оценки экологичности, «чистоты» и «зелёности» аэрокосмических (и других) технологий и проектов, а также большим количеством аэрокосмических технологий и проектов.

В 2017-м году – в Год экологии в России, а также в связи с новой «Стратегией экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года» [21], где уделено значительное внимание необходимости перехода к чистым технологиям, целесообразно обратить внимание на обсуждаемую проблему, которая актуальна для решения задач безопасности и устойчивого развития России в контексте науки, образования и практики.

1. Основные понятия, определения, взаимосвязи, оценки

Аэрокосмические технологии и проекты – технологии и проекты, непосредственно связанные с аэрокосмической техникой и деятельностью в аэрокосмическом пространстве (в атмосфере Земли и космосе).

Технология – совокупность приемов и способов получения, обработки или переработки сырья, материалов полуфабрикатов или изделий, осуществляемых в разных отраслях промышленности, в строительстве и т.д. [17, С.9].

Технологии ... «способы достижения целей, поставленных обществом, в том числе таких, которые никто, приступая к делу, не имел в виду» [12, С.23].

Экологичные технологии и проекты – соответствующие экологическим нормам и не оказывающие вредного воздействия на окружающую среду, здоровье людей или оказывающие меньшее негативное воздействие по сравнению с другими технологиями и проектами. К ним, по мнению автора, относятся прежде всего чистые, «зелёные» технологии, а также наилучшие доступные технологии (но с учетом особенностей последних, - см.: [14,18]).

Существует сложная коллизия между унаследованными технологиями, наилучшими доступными технологиями и чистыми, «зелёными» технологиями [8,10].

«Унаследованные» технологии >

Наилучшие доступные технологии >

Чистые, «Зелёные» технологии

В мире в 2006-2010 гг. зарегистрировано ~ 6000 патентов на «зеленые» технологии, подавляющее большинство - в развитых странах, из них: ~ 1500 – в США, а в развивающихся странах всего около 100, из которых ~ 80% в странах БРИКС (Россия и др.) [16, 2012].

Однако, пока не известно, сколько среди всех этих патентов чистых, «зелёных» аэрокосмических технологий (по оценке автора это сотни технологий - от 100 до 300).

Общее количество патентов в мире ~ 70 млн [1], но не известно, какое количество из них можно отнести к чистым и «зелёным» технологиям.

Вместе с тем существует значительный потенциал экологизации техники и деятельности за счет перехода к экологичным технологиям, которые давно разработаны, причем, многие из них доступны и давно созрели для реализации.

2. Методология

2.1. Методы и подходы

Основными являются: системный подход; аналогия; сравнительный анализ; моделирование; обучение на примерах; автоматизированный поиск, обработка, анализ информации (включая новые и перспективные методы Big Data [9]); экспертные методы.

2.2. Приоритеты, особенности и ограничения

Среди них выделим следующие:

1. Выявление и анализ важных артефактов, примеров из истории аэрокосмической техники и деятельности.
2. Большой массив информации об изобретениях, патентах, проектах и сложность автоматизации процесса выявления и анализа чистых, «зелёных» технологий и проектов.
3. Отсутствие устоявшихся понятий и критериев.
4. Малый опыт исследований по данной теме.

3. Некоторые результаты исследований

3.1. Источниковая база и изученность

Для проведения исследований использованы и используются следующие источники информации: литература (выявлено и включено в работу более 300 публикаций); архивные источники; изобретения, патенты; нормативная база (стандарты и др.); электронные базы данных, интернет; консультации со специалистами, экспертами.

Среди них выделяются работы, публикации и др. источники, авторы которых: В.П. Бурдаков, В.Ю. Ключников, В.С. Кузнецов, И. Маск, В.П. Михайлов, А.Г. Мунин, Г. Поточник (Г. Ноордунг), В.Ф. Самохин, Ф.А. Цандер и др. [2-4,11,13,15,19,22,26].

3.2. Периодизация общей истории экологичных аэрокосмических технологий и проектов (в практике)

Выделим три периода истории экологичных технологий и проектов.

В области аэронавтики (воздухоплавания и авиации):

- I. Технологии защиты персонала и пассажиров систем ~ с 10-20-х гг. XX в.
- II. Технологии защиты населения ~ с 50-60-х гг. XX в.
- III. Технологии защиты окружающей природной среды ~ с 80-х гг. XX в.

В области космонавтики (космической деятельности):

- I. Технологии защиты персонала космических систем ~ с 50-х гг. XX в.
- II. Технологии защиты населения ~ с 60-70-х гг. XX в.
- III. Технологии защиты окружающей природной среды ~ с 80-90-х гг. XX в.

Причем, как правило, сначала в практической аэрокосмической деятельности возникали экологические проблемы, а затем с опозданием их осознавали и начинали решать. Эта закономерность продолжает проявляться и в настоящее время.

3.3. Классификации и модели

Автором в 2007-2016 гг. были разработаны классификации и модели для формализации и описания процесса эволюции технологий, техники, технологических укладов [5-10,24], которые используются и для исследования экологичных аэрокосмических технологий:

1) классификация технологий по методу 4-х красок («чёрные», «коричневые», «зелёные», «белые» технологии);

2) модель оценки экологичности технологий в пространстве «потребление, воспроизводство ресурсов – загрязнение, разрушение, очистка, восстановление окружающей среды», с учетом аспектов наилучших доступных технологий, «зеленых» и др. технологий (см. рис. 1);

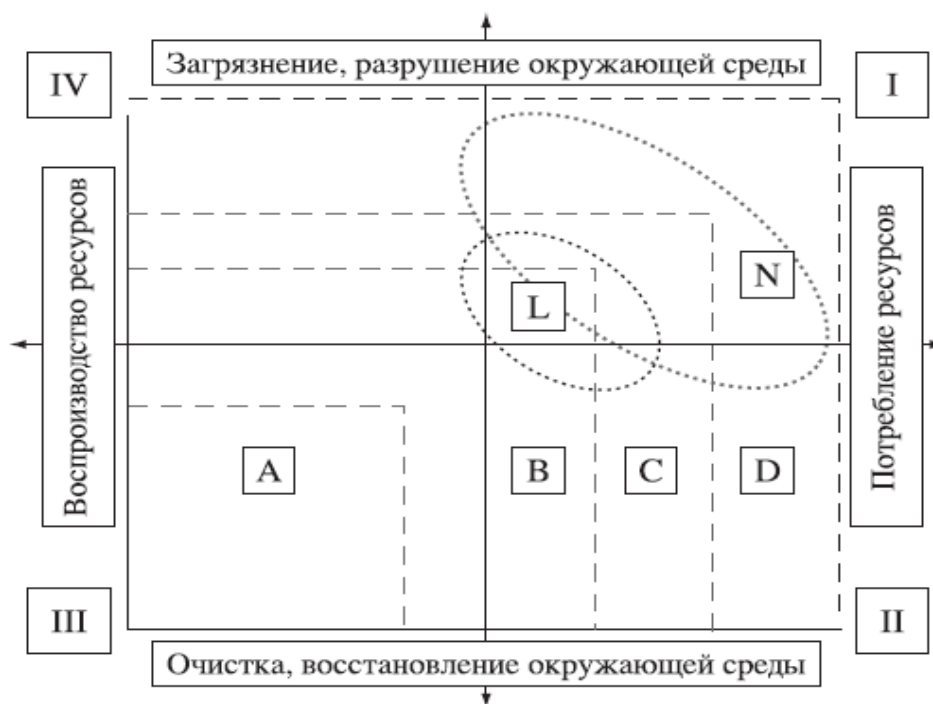


Рис. 1. Модель оценки экологичности технологий, техники, отраслей в пространстве «потребление, воспроизводство ресурсов – загрязнение, разрушение, очистка, восстановление окружающей среды» на основе классификации по «методу 4-х красок».

Пояснения к рис. 1:

I-IV - экологические режимы (ЭР) взаимодействия с окружающей средой (ОС):

I - потребление природных ресурсов с загрязнением, разрушением ОС;
 II – потребление ресурсов с очисткой, восстановлением ОС; III – воспроизводство ресурсов с очисткой, восстановлением ОС; IV – воспроизводство ресурсов с загрязнением, разрушением ОС.

A, B, C, D - классы технологий, процессов по критерию экологичности:

A – «белые» (идеальные, экологически чистые и безопасные, природо-ресурсо-восстанавливающие, «сверхзеленые», принципиально новые, перспективные);

B – «зеленые» (природо-ресурсо-сберегающие, обладающие высоким уровнем экологической безопасности, новые, желаемые);

C – «коричневые» (расточительные, грязные, экологически опасные, устаревшие);

D – «черные» (сверхрасточительные, чрезвычайно грязные, разрушительные, экологически сверхопасные, неприемлемые).

N - Большой пунктирный эллипс - интегральный эколого-технологический спектр отрасли (показано условно).

L - Малый пунктирный эллипс - область наилучших доступных технологий (НДТ) для космической отрасли (показана условно).

3) модель эволюции технологий, технологических укладов, интегрального технологического уклада в парадигме «зелёного» развития и глобального будущего (см. рис. 2).

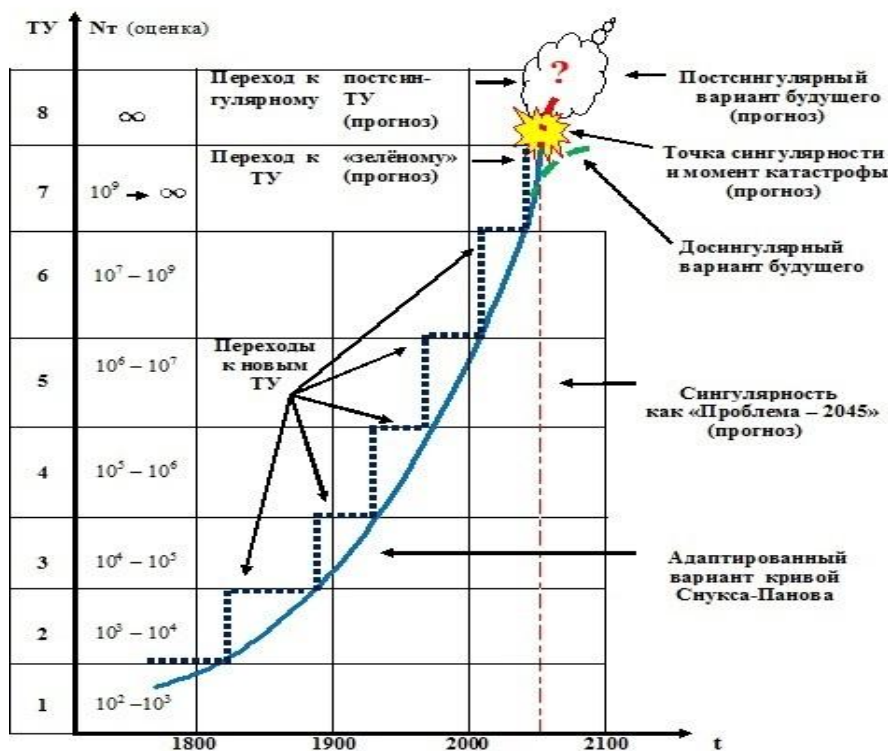


Рис. 2. Новая модель эволюции технологий в парадигме глобального будущего и «зелёного» развития.

Пояснения к рис. 2:

Показаны: ускоренный рост общего количества промышленных технологий N_t (оценка), технологические уклады (ТУ), включая переход к перспективному «зелёному» 7-му ТУ (прогноз), как восходящие ступени интегрального ТУ, «вписанные» в адаптированный вариант гиперболической кривой Снукса-Панова (изображает ускорение эволюции на Земле, возможную сингулярность и катастрофу \sim в 2045 г., — «Проблему — 2045»), возможные варианты досингулярного и постсингулярного перехода и глобального будущего, включая гипотетический постсингулярный 8-й ТУ гипертехнологического будущего (прогноз).

3.4. Персоналии, их идеи и проекты (примеры)

Выделим и приведем шесть важных примеров за период \sim 100 лет (XX-XXI вв.), охватывающих различные аспекты экологичности.

1. Ф.А. Цандер (1897-1933), ученый, инженер-конструктор, изобретатель, Россия/СССР. В этом году исполняется 130 лет со дня его рождения.

В 1909 году (по другим данным – в 1911 г.) высказал идею сжигания в полете элементов конструкции летательного аппарата (самолета-ракеты), ставших ненужными, разработал проект межпланетного корабля системы Ф.А. Цандера с использованием этой идеи и технологии, сделал описание, заявку на изобретение (1923-1924), - см. «Описание межпланетного корабля системы Ф.А. Цандера» в виде материалов патентной заявки [22]. Проект не реализован.

2. Г. Поточник (Г. Ноордунг), (1892-1929), инженер, Австрия.

В 1928 году предложил проект орбитальной станции с искусственной гравитацией. См.: «Колесо жизни» - проект орбитальной станции (жилой модуль - вращающийся тороид) с искусственной гравитацией [15]. Проект не реализован.

3. В.П. Бурдаков (1934-2014), Россия.

Нанотопливо – ракетное топливо в наногранулах и др. [2]. Технология запатентована. Проект не реализован.

4. В.С. Кузнецов (родился в 1937 г.), А.Г. Мунин (родился в 1927 г.), В.Ф. Самохин (родился в 1947 г.), Россия.

Проект «Зелёный» самолет», с минимизацией уровня шума за счет активного управления (подавления) [11]. Проект не реализован.

5. А. Боршберг (родился в 1952 г.), инженер и Б. Пиккар (родился в 1958 г.), аэронавт, Швейцария.

Электрический самолет Solar Impulse на солнечных батареях (2009), 1-й полет в 2009 г., кругосветный перелет Solar Impulse 2 в 2015-2016 гг. [20].

6. И. Маск (родился в 1971 г.), бизнесмен, корпорация SpaceX (США).

Многоразовая возвращаемая 1-я ступень РН Falcon 9. Первая успешная посадка ступени (2015), первое успешное повторное применение (2017) [19].

Данные примеры показывают ключевую роль исследователей, изобретателей и практиков в создании и внедрении экологичных технологий, в том числе важный вклад и потенциал нашей страны. Вместе с тем следует обра-

тить внимание на то, что большинство из этих идей, технологий и проектов (4 из 6) еще не внедрены в практику.

3.5. Новые и перспективные экологичные (чистые, зеленые) аэрокосмические технологии и проекты

1. «Зелёное» ракетное топливо (нетоксичное топливо, нанотопливо и др.).
2. Возвращаемые ступени ракет-носителей.
3. Многоэтажные многоступенчатые ракеты-носители.
4. Принципиально новые ракетные технологии (на новых физических принципах, в т.ч. в перспективе – на квантовых и др. эффектах).
5. Неракетные технологии полетов в космос, перемещения в космосе.
6. Космический лифт Земля – Луна, другие тросовые системы.
7. Солнечные космические электростанции.
8. Электрические самолеты и дирижабли.
9. Бесшумные (вне и внутри) летательные аппараты.
10. «Безотходные» летательные аппараты в атмосфере и космосе.
11. Чистый («зелёный») полный жизненный цикл аэрокосмической техники и деятельности.
12. Мега-проекты управления процессом перехода аэрокосмической отрасли к НДТ, чистым и «зеленым» технологиям (например, инициатива «Чистый космос», реализуемая с 2013 году в Европейском космическом агентстве [23,25]).

Основные выводы и рекомендации

1. Проблема исследования истории экологичных (чистых, «зеленых») аэрокосмических технологий новая и актуальная для науки и практики. В данной постановке исследований не было. Общее количество экологичных аэрокосмических технологий и проектов не известно (их сотни и тысячи, - оценка автора, - в первом приближении, на основе анализа патентов).
2. Разработана общая методика исследований с учетом приоритетов, особенностей и ограничений.
3. Необходимо осуществить переход от «экобезопасного» подхода и новому подходу, основанному на анализе и оценке экологичности технологий и проектов по критериям экологической чистоты и «зелёности», с использованием новых классификаций и моделей, в т.ч. с учетом эколого-экономических аспектов в социо-техно-природной парадигме.
4. Создана источниковая база и исследована изученность темы.
5. Предложена периодизация общей истории экологичных аэрокосмических технологий и проектов на основе анализа практики.
6. Рассмотрены важные исторические примеры экологичных аэрокосмических технологий и проектов XX-XXI вв.

7. Предложен список, охватывающий новые и перспективные экологичные аэрокосмические технологии и проекты, аспекты экологизации.

8. Целесообразно продолжить исследования, в т.ч. на конкретных примерах, с использованием Big Data для анализа информации о технологиях и проектах в России и мире.

Список литературы

1. Автоматизированная система принятия решений при патентной экспертизе / Дыков М.А., Кравец А.Г., Коробкин Д.М. и др. // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2014. – Т. 20. – №6. – С. 35-41. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizirovannaya-sistema-prinyatiya-resheniy-pri-patentnoy-ekspertize>
2. Бурдаков В.П. Нанотопливо – прорыв в будущее // Российский космос. - 2007. - № 8. - С. 66-71.
3. Ваганов А.Г. В России начинается разработка зеленого ракетного топлива // Независимая газета. - 25.01.2017 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ng.ru/nauka/2017-01-25/9_6911_roket.html
4. Власов М.Н., Кричевский С.В. Экологическая опасность космической деятельности. Аналитический обзор. - М.: Наука, 1999. – 238 с. : ил.
5. Кричевский С.В. Экологическая история техники (методология, опыт исследований, перспективы): Монография. - М.: ИИЕТ РАН, 2007. - 160 с.
6. Кричевский С.В. Аэрокосмическая деятельность: Междисциплинарный анализ. - М.: ЛИБРОКОМ, 2012. - 384 с.
7. Кричевский С.В. «Зеленая» космонавтика для будущего человечества // Земля и Вселенная. - 2014. - №6. - С. 34-42.
8. Кричевский С.В. Эволюция технологий, «зелёное» развитие и основания общей теории технологий // Философия и космология / Philosophy & Cosmology. - 2015. - Т. 14. - С. 119-138.
9. Кричевский С.В. Новая модель эволюции технологий и перспективы исследований с применением Big Data / Философия и космология / Philosophy and Cosmology. – 2016а. - Т. 17. - С. 118-135.
10. Кричевский С.В. «Зеленеющее» космическое пространство // Энергия экономика, техника, экология. – 2016б. - №10. - С. 61-63.
11. Кузнецов В., Мунин А., Самохин В. «Зеленый» самолет // Наука и жизнь. - 2009. - №3. - С. 22-26.
12. Лем С. Сумма технологии / Пер. с польск. Пред. В.В. Парина. - М.: Мир, 1968. - 608 с.
13. Михайлов В.П. Ракетные и космические загрязнения: история происхождения. - М.: ИИЕТ РАН, 1999. - 238 с.

14. Наилучшие доступные технологии и комплексные экологические разрешения: перспективы применения в России / Под ред. М.В. Бегака. - М., 2010. - 220 с.
15. Ноордунг Г. Проблема путешествия в мировом пространстве / Сокр. Пер. Б.М. Гинзбурга. – Л.: ОНТИ НКТИ СССР, 1935 – 96 с.
16. Пахомова Н.В., Рихтер К.К., Малышков Г.Б. Структурные преобразования в условиях формирования «зеленой» экономики: вызовы для российского государства и бизнеса // Проблемы современной экономики. - 2012. - №3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.m-economy.ru/issue.php?num=43>
17. Предварительный национальный стандарт ПНСТ 22-2014. Наилучшие доступные технологии. Термины и определения. - М.: Стандартинформ, 2014. - 12 с.
18. Проблемы проведения экологической реформы в России / М.В. Бегак, Т.В. Гусева // Водное хозяйство. - 2015. - №5. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://burondt.ru/NDT/PublishingFileDownload.php?UrlId=48>
19. Сайт корпорации SpaceX (США). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.spacex.com/>
20. Самолет на солнечной энергии Solar Impulse 2 завершил кругосветный перелет // Ведомости. 26 июля 2016 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.vedomosti.ru/technology/news/2016/07/26/650563-solar-impulse-2>
21. Указ Президента Российской Федерации от 19 апреля 2017 г. № 176 «О Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41879>
22. Цандер Ф.А. Проблемы межпланетных полетов. - М.: Наука, 1988. - 232 с.
23. Clean Space / Green technologies // Сайт ESA. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Engineering/Clean_Space/Green_technologies
24. Krichevsky S. Green space? // ROOM: The Space Journal (Aerospace International Research Center. Vienna, Austria). - 2014. - №2. - Pp. 60-65.
25. Huesing J. The Clean Space initiative // ROOM: The Space Journal (Aerospace International Research Center. Vienna, Austria). - 2015. - №1. - Pp. 87-90.
26. Klyushnikov V. Green cosmonautics – an ideal to strive for // ROOM: The Space Journal (Aerospace International Research Center. Vienna, Austria). - 2015. - №3. - Pp. 71-74.

Дирижабли в качестве уникальной платформы для развития новых технологий и внедрения нестандартных технических решений

Гумаров В. А.

*редактор портала Нанотехнологического общества России,
aguma@rambler.ru*

Аннотация: Крушения «Шенандоа», «R-100», «Макона», «Акрона», а особенно «Гинденбурга», снимки горящих обломков которого попали на первые полосы газет всего мира, поставили крест на целой отрасли, восхищавшей современников своими грандиозными проектами. Дирижаблестроение уступило место авиастроению. Сейчас дирижаблестроение возрождается во многих странах. Говорить о былом могуществе исполинов неба пока что рановато, но дело к тому идет. Если во всю ширь взглянуть на возможности дирижаблей, то это ныне забытое транспортное средство, помимо чисто утилитарной функции доставки грузов и пассажиров и в любую точку Земного шара, представляется уникальной платформой для развития новых технологий и воплощения нестандартных инженерных решений. В дирижаблях могут воплотиться не только уже работающие технологии, но и еще не «сделанные в железе» наработки, которые покуда лишь в головах инженеров и конструкторов существуют.

Ключевые слова: дирижабли, дирижаблестроение, технологии, техника, транспорт.

Airships as a unique platform for developing new technologies and implementing non-standard engineering solutions

Gumarov V.A.

*Editor of the site of Nanotechnological Society of Russia,
aguma@rambler.ru*

Abstract: Airship construction is reviving in many countries. Surely, it is still early to talk about the lapsed mightiness of sky colossi, but things are coming just to this end. If capabilities of airships are considered on a large scale, it will be clear that this transportation means, now sunk into oblivion, is a unique platform for developing new technologies and implementing non-standard engineering solutions. As for a technical aspect, beside the already existing techniques, in airships there may be implemented the ideas, which have not been “made in hardware yet” and which so far exist only in the heads of engineers and designers.

Keywords: Airship, Airship construction, Technologies, Techniques, Transport.

Введение в тему

Крушения «Шенандоа», «R-100», «Макона», «Акрона», а особенно «Гинденбурга», снимки горящих обломков которого попали на первые полосы газет всего мира, поставили крест на целой отрасли, восхищавшей современников своими грандиозными проектами. Дирижаблестроение уступило место авиастроению.

Но авиация взяла верх над воздухоплаванием не потому, что самолеты лучше дирижаблей во всех отношениях, а потому что в 30-е годы прошлого века мир готовился к войне. А в качестве бомбовозов, вываливающих на людей свой смертоносный груз под огнем зениток и атак истребителей, самолеты, несомненно, эффективнее дирижаблей. Что же касается мирного использования дирижаблей, то здесь они имеют целый комплекс неоспоримых преимуществ перед самолетами [1].

Особенно очевидно это становится сейчас, когда перед человечеством возникает вопрос выживания в формате необходимости освоения природных ресурсов в труднодоступных уголках планеты [2]. Где можно, мы уже почти все вычерпали. Теперь пришло время брать там, где нельзя. Или затеять передел мира ради доступа избранных к открытым и освоенным кладовым природы, которые, впрочем, не бездонны. Так что по любому, рано или поздно, перед человечеством во весь рост встанет проблема освоения недоступных ныне для хозяйственной деятельности территорий. Недоступных по причине отсутствия технических возможностей до них добраться.



Рис. 1. Без дирижабля здесь не обойтись.

Ода в прозе дирижаблям

На сегодняшний день проблема бездорожья и удаленности решается с помощью авиации – вертолетов и самолетов. Хотя очевидно, что ни самолеты, ни вертолеты с их прихотливостью в эксплуатации, требовательностью к наземному оборудованию, прожорливостью топлива, ужасающими последствиями просчетов в управлении и отказов техники, не способны составить

серьезной конкуренции автомобильному и железнодорожному транспорту при полномасштабном освоении новых территорий.

Другое дело дирижабли. Дорогих взлетно-посадочных полос не требуется, грузоподъемность достаточная, про дороги и речи быть не может, в части безопасности, разве что железнодорожный транспорт конкуренцию составить может, в части комфорта – водный, по экономичности ни самолеты, ни вертолеты дирижаблям не соперники. Так что завоевавшая превосходство в воздушном пространстве авиация по сравнению с дирижаблями оказывается в роли техники вчерашнего дня в качестве транспортного средства для политико-экономической экспансии в условиях усугубляющегося дефицита природных ресурсов.

Если же учесть возможность использования дирижаблей в качестве передвижных цехов для переработки продуктов сельского и лесного хозяйства непосредственно на месте их производства, мобильных отелей в туристическом бизнесе, надземных центров досуга и отдыха, то возрождение дирижаблестроения представляется весьма перспективным и прибыльным делом.

Для России же с ее бескрайними просторами, несметными природными богатствами и вечной проблемой с дорогами дирижабль – вообще незаменимое транспортное средство, ключ к решению многих проблем. Особенно это касается Сибири. Воистину, кто возродит дирижабли, получит Сибирь с ее безмерными пространствами и бесчисленными сокровищами.

В свете чисто технических проблем, с которыми столкнулось человечество в связи с бурным развитием транспорта, дирижабли могут дать резкий толчок работам по созданию двигателей, работающих на водороде. Дирижабль и водородный двигатель созданы друг для друга! Ведь водород на дирижабле может стать и несущим газом, и топливом для двигателей. При использовании водородных двигателей на дирижаблях сама собой отпадает главная проблема: как работать со сжиженным водородом. Водород, как топливо, будет использоваться в своем естественном газообразном состоянии, и создавать дополнительную подъемную силу, а не съедать полезную нагрузку. Кроме того, на дирижаблях второе дыхание могут получить топливные элементы, работающие по принципу беспламенного окисления водорода с преобразованием химической энергии в электричество, благо, что водорода на борту будет предостаточно, только окисляй. А там уж эти технологии и на землю спустить можно будет.



Рис. 2. Встреча дирижабля в начале прошлого века.

Дирижабли в начале прошлого века покорили сердца обывателей и открыли кошелек меценатов, что позволило графу Цеппелину создать целую отрасль – дирижаблестроение. Но в период между двумя мировыми войнами дирижабли были вытеснены из воздушного пространства самолетами, более приспособленными для уничтожения всего, что внизу шевелится. Начался век авиации.

На сегодняшний день, похоже, авиация достигла своего потолка, в отличие от воздухоплавания, потенциал которого со временем только увеличился, благодаря созданию новых материалов, развитию электроники, совершенствованию проектирования. И работы для дирижаблей непочатый край. Оно, конечно, можно ползать по земле, круша все на своем пути при прокладке дорог и прочих транспортных магистралей, а можно легко и элегантно воспарить над землей и доставить в любую точку планеты все, что надо: хоть груз, хоть пассажира, хоть черта с рогами (ну, это уже относится к запросам людей в погонах [3]).



Рис. 3. Испытательный полет дирижабля «Dragon Dream» американской компании «Worldwide Aeros Corporation».

Возрождение дирижаблестроения в новом формате

Дирижаблестроение возрождается во многих странах. Говорить о былом могуществе исполинов неба пока что рановато, но дело к тому идет. Дирижабли строят в США, Великобритании, Франции, Германии, Канаде, Австралии, Новой Зеландии, Китае. Первое место среди государств – производителей дирижаблей занимают Соединенные Штаты Америки. В списке аппаратов, предлагаемых покупателям американскими фирмами, можно найти термодирижабли, небольшие воздушные такси, аппараты-гибриды, грузовые дирижабли.

Но если опять вернуться к первопричинам нынешнего доминирования в воздухе авиации, то одним из козырей самолетостроения на заре покорения воздушного пространства по сравнению с дирижаблестроением была возможность создания небольших самолетов многочисленными энтузиастами. Сделать самолет и поднять его в воздух могли несколько человек, для создания и эксплуатации дирижабля требовалась куча людей. Отсюда стремительный прогресс авиации – каждый малый коллектив любителей вносил что-то новое в конструкцию и освоение машин, что позволило профессионалам быстро достичь разительных успехов в создании летательных аппаратов тяжелее воздуха.

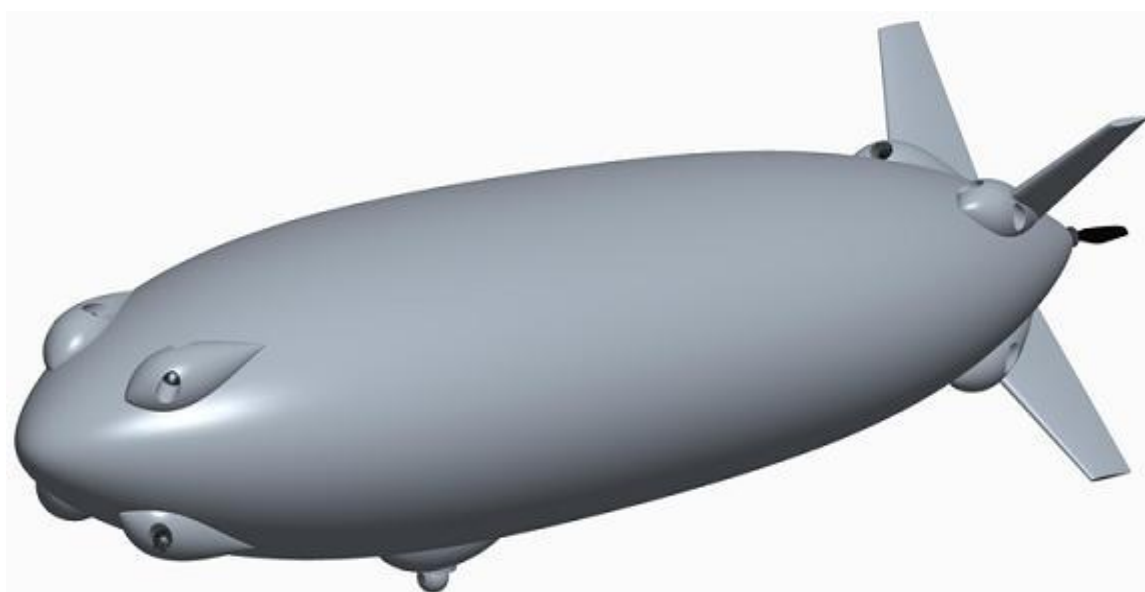


Рис. 4. Новый формат дирижаблей будущего.

В этом разрезе в воздухе витает очевидная мысль: начинать возрождение дирижаблестроения надо не с многотонных аппаратов, для создания которых требуются немалые людские, материальные и денежные ресурсы, а с малых форм. Невесомые материалы, миниатюрная электроника, микродвигатели дают шанс опять с триумфом подняться в небо дирижаблям. Но не в виде гигантских монстров – покорителей небес, а в формате минидирижаблей: небольших аппаратов легче воздуха с микродвигателями на борту, миниаппаратурой для управления и осуществления поставленных задач и большими перспективами коммерческого применения [4]. Пример перед глазами – дроны. Но у минидирижаблей по сравнению с дронами несравненно больший потенциал по части беспосадочного пребывания в воздухе.

А коли дело пойдет, минидирижабли откроют дорогу в небо и мощным крейсерам воздушного пространства легче воздуха, которые в начале прошлого века чуть было Пятый океан не покорили, да сбиты были на взлете истребителями в преддверии людской бойни, вошедшей в историю под названием Вторая мировая война, где нужны были эффективные средства истребления себе подобных. Дирижабли тогда на эту роль не потянули.

Дирижабли как платформа для высоких технологий



Рис. 5. В дирижаблях могут воплотиться не только уже работающие технологии, но и еще не «сделанные в железе» наработки.

Что касается технической стороны, то в дирижаблях могут воплотиться не только уже работающие технологии, но и еще не «сделанные в железе» наработки, которые пока лишь в головах инженеров и конструкторов существуют. Несколько примеров полета фантазии в этом направлении.

Скоростной дирижабль. Современные схемы компоновки дирижаблей не позволяют рассматривать их в качестве уж больно скоростного вида транспорта. Но, используя в конструкции дирижабля современные полимерные материалы, изменяя аэродинамику оболочки и компоновку двигательных установок [5], применяя забор воздуха для двигателей с носовой части дирижабля, уменьшая сопротивление воздуха за счет «плазменной оболочки», можно получить аппарат со скоростными характеристиками, сравнимыми с показателями дозвуковой авиации.

Вакуумный дирижабль. Современные конструкционные материалы позволяют ныне вплотную заняться давнишней мечтой дирижаблестроителей – созданием вакуумного дирижабля, где вместо несущего газа (легковоспламеняющегося водорода или всепроникающего гелия) для создания подъемной силы используется разреженный воздух [6]. В этом направлении особенно интересен вакуумный дирижабль с двумя резервуарами: один для разрежения и создания подъемной силы, другой для сжатого воздуха. Выход воздуха из резервуара высокого давления в нескольких направлениях порождает реактивную силу для создания движения и управления дирижаблем. В режиме полета – подача в резервуар высоко давления с носовой части дирижабля: создается движительная сила и уменьшается сопротивление воздуха. Выход

сжатого воздуха через сопло Лаваля для получения большой скорости истечения. Возможен подогрев для увеличения скорости истечения воздуха.

Дирижабль с двигателем на сжатом воздухе [7]. Энергию сжатого воздуха можно преобразовать во вращение винтов дирижабля, приводимых в движение за счет истечения воздуха из сопел, расположенных на концах лопастей винтов. Для повышения эффективности использования энергии сжатого воздуха, его подача в сопла должна быть не постоянной, а периодической («резонансной» – увязанной с собственными частотами винтов) и регулируемой по расходу и направлению истечения воздуха. Должна быть предусмотрена возможность заправки сжатым воздухом от ветра, как на стоянках за счет флюгерирования винтов на ветру, так и в полете. Ветер из врага дирижабля должен стать его помощником.

Дирижабль из аэрогеля. В настоящее время существуют технологии создания полимерных материалов, вспененных инертными газами. Используются они, главным образом в качестве тепло- и звукоизолирующих материалов. Но сверхлегкий полимерный материал, вспененный гелием – идеальный конструкционный материал для дирижаблей. Из него можно изготавливать, многие элементы конструкции дирижабля, включая и его оболочку. Еще интереснее в этом плане аэрогели [8]. Причем наполненные не воздухом, а гелием или водородом. С тонкой оболочкой для защиты аэрогеля от воздействия внешней среды.

Дирижабль-лазер. Использование в качестве несущего газа гелий-неоновой смеси, являющейся активной средой для газового лазера [9], открывает возможности создания лазера на платформе гелий-неонового дирижабля, где газовая смесь будет и несущим газом, и активной лазерной средой одновременно. Технические проблемы, связанные с обеднением нижнего лазерного уровня гелий-неоновых лазеров, которое сейчас осуществляется путем соударения о стенки резонатора, не позволяя увеличивать размеры и мощность гелий-неоновых лазеров, можно решить, вода в активную зону добавки, разрушающие второй энергетический уровень атомов неона.

Сборный дирижабль. Преимущества конструкции – из минидирижаблей можно собирать различные типы больших дирижаблей. Каждый минидирижабль – функциональный элемент большого дирижабля. Использование тяги малых дирижаблей для движения большого дирижабля. Тянущая оболочка – расположенные по поверхности дирижабля минидирижабли будут представлять собой оболочку-двигатель. Разбираясь и собираясь на ходу на минидирижабли, большой дирижабль станет многофункциональным. Каждый минидирижабль должен самостоятельно решать определенную задачу.

Заниматься высокими технологиями надо играючи

Но это все засечки на будущее. А если исходить из того, что есть на сегодня, то успешные продажи дирижаблестроителям может обеспечить небольшой радиоуправляемый дирижабль с миниатюрной видеокамерой хоро-

шего разрежения в комплекте с портативной системой воспроизведения изображения. Такая система должна давать четкую картинку, открывающуюся на окрестности с высоты птичьего полета. Дирижабль должен обеспечивать высокую маневренность, хорошую управляемость, полеты в неблагоприятных погодных условиях (сильный ветер, низкие температуры, атмосферные осадки). Тогда будет спрос на минидирижабли со стороны охотников, рыболовов, исследователей живой и неживой природы.

Впрочем, высокими технологиями надо заниматься играючи [10]. В этом плане минидирижабль может стать основным элементом игровых комплексов таких, как «Пилот», «Воздушный бой», «Гонки», «Сумо», «Поиск сокровищ» и прочих развлечений для детей и не только.

К примеру, состав игрового комплекса «Пилот»: радиоуправляемый минидирижабль, видеокамера для пилотирования непосредственно с дирижабля, шлем с приемником изображения и встроенным дисплеем для управления дирижаблем, органы дистанционного управления минидирижаблем.

Игровой комплекс «Гонки»: несколько минидирижаблей в комплектации игрового комплекса «Пилот».

Игровой комплекс «Воздушный бой»: комплект из двух наборов «Пилот», минидирижабли дополнительно оборудованы лазером для ведения боя и фотодатчиками для фиксации поражения дирижабля противника, фотодатчики программно связаны с системами управления и жизнеобеспечения дирижабля для включения программы «Поражение», которая блокирует управление и прочие системы дирижабля при его поражении лазером противника.

Игровой комплекс «Пилот-наблюдатель»: радиоуправляемый минидирижабль для видеонаблюдения и фотографирования местности, фотокамера на дирижабле для фотосъемки, видеокамера на дирижабле для передачи изображения, шлем с приемником изображения и встроенным дисплеем для управления дирижаблем и проведения фотосъемки, органы дистанционного управления минидирижаблем, программа составления карты местности на основе аэрофотосъемки.

Игровой комплекс «Сумо»: два радиоуправляемых минидирижабля с видеокамерами для пилотирования непосредственно с дирижабля и шлемами с приемниками изображения и встроенными дисплеем для управления дирижаблем, два комплекта органов дистанционного управления минидирижаблем, система фиксации выхода дирижабля за пределы борцовской площадки.

Игровой комплекс «Поиск сокровищ»: радиоуправляемый минидирижабль, видеокамера для пилотирования непосредственно с дирижабля, шлем с приемником изображения и встроенным дисплеем для управления дирижаблем, органы дистанционного управления минидирижаблем, комплект «сокровищ» - радиомаяков малого радиуса действия, приемник сигналов от «сокровищ».

Отработка пилотирования минидирижаблями в процессе эксплуатации игровых комплексов позволит дирижаблестроителям заняться и взрослыми игрушками.

Проблемы дирижаблей сегодня не в технике, а в психологии

Если вернуться к полноразмерным дирижаблям, то для нормального мужика встать за штурвалом современного воздушного корабля и порулить над бездорожьем на зависть более приземленным товарищам – это круто[11]. Владельцы «Ламборджини» и яхт отдыхают. А для бизнес-леди еще круче. Подруги просто умрут от зависти.

Что касается чисто технических вопросов, таких как скорость, дальность и продолжительность полета, комфортабельность кают, которые на данный момент могут не устраивать привередливых клиентов, то это лишь вопрос времени и денег. Будут заказы – будут соответствующие аппараты. Если уж в начале прошлого века в одной Германии со стапелей сходило по несколько десятков цеппелинов в год, то в начале XXI века наладить их массовое производство – не проблема.

Главная проблема дирижаблей сейчас в психологии, а не в технике. Но эта проблема поменяет свою полярность, и обратится ажиотажным спросом на воздушные яхты в среде верхушки среднего класса, как только несколько частных дирижаблей поднимутся в небо. Тот, кто это сделает, сорвет неплохой куш, да и в историю войдет, как родоначальник возрожденного воздухоплавания.

На заре подводного флота субмарины могли пробыть под водой считанные минуты и двигались со скоростью утомленного пешехода. Сейчас они в подводном положении огибают земной шар и догоняют надводные корабли, идущие по команде «Самый полный».

На заре авиации самолеты были тихходнее нынешних дирижаблей и могли с горем пополам перевезти лишь одного пилота. Сейчас они опережают звук и перевозят несколько сот пассажиров со всеми атрибутами комфортного путешествия.

На заре компьютеризации вычислительные комплексы занимали целые здания и расчеты выполняли со смехотворной по нынешним меркам скоростью. Сейчас... Не современному человеку про нынешние возможности компьютеров объяснять.

Такая же стремительная метаморфоза – от воздушных пузырей с моторчиком до мощных властелинов неба – и с дирижаблями произойдет, если ими всерьез заняться.

С дирижаблями как с нанотехнологиями получилось. В погоне за средствами для уничтожения себе подобных человечество проскочило наноразмерную структуру мира, где лежит ключ к таинству превращения неживой материи в живую, и занялось ядерными делами. Также и с дирижаблями. В

преддверии большой войны человечество забросило дирижаблестроение и бросилось строить сначала самолеты, а потом ракеты, которые более подходят для проламывания черепа ближнему своему, нежели дирижабли. Сейчас человечество спохватилось и обратилось к нанотехнологиям.

Дирижабли для России

Пришло время и про дирижаблестроение вспомнить. Особенно в России. Какой-нибудь Швейцарии дирижабли особо не нужны: чтобы пересечь ее вдоль и поперек достаточно велосипеда. Для Штатов, где, кстати, дирижаблями весьма плотно, особо достижения не афишируя, сейчас занимаются, они интерес представляют лишь как средство доставки своих интересов в формате воинского контингента в полной амуниции в отдаленные уголки планеты. Есть еще и Китай, но эта тема там еще более закрыта, нежели в Америке.

Другое дело – дирижабли для России. Проект возрождения дирижаблестроения в России может стать аналогом союзных проектов – атомного и космического – поскольку дирижаблестроение тянет за собой множество отраслей, как традиционных, так и только зарождающихся.

Политическая составляющая проекта «Дирижабли России». Дирижабли нам сейчас нужны как воздух. Для единения державы в единое целое. Иначе распад на удельные княжества. Порвут нас, наши ближние и дальние соседи по планете. И наши же местные удельные князья им в этом деле еще и помогут. А мы в этом деле развала Отчизны лишь созерцателями окажемся, если отдаленные уголки России не будут связаны в одно целое со всеми регионами России единой транспортной системой. Где дирижабли для России – самый оптимальный вариант. Наряду с уже существующими транспортными артериями страны.

Научная составляющая проекта «Дирижабли России». По ходу работы с порталами НОР да и до того прежде уже на протяжении многих лет я наблюдаю одну и ту же картину: есть множество различных интересных перспективных разработок и проектов разной стадии готовности, которые одно роднит – не идут они дальше стадии научных разработок и благих пожеланий. Нужен глобальный отраслеобразующий проект, куда бы все отдельные проекты легли, как пазлы в единую картину, и который потянул бы за собой все отрасли. Таковым представляется проект «Дирижабли России».

Коммерческая составляющая проекта «Дирижабли России». Сейчас, по большому счету, дирижабли на Руси не нужны ни обывателям, ни ученым, ни правителям. Но то пока, пока не найдется сумасброд, одержимый идеей и вламывающийся в бизнес, как танк в березки. По части запуска дирижаблей в небо России с весомой коммерческой отдачей нужны, в первую очередь, заинтересованные лица с большим интересом чисто к воздухоплаванию, чтобы не их самих подталкивать пришлось, а они сами гнали «давай-давай!», и приличными финансовыми возможностями. Не миллиардными, но достаточ-

ными для того, чтобы попервоначально за пока малые деньги скупить акции и персонал, вплоть до руководства, небольших компаний, занимающихся дирижаблями. Чтобы потом свести все в единый проект в формате российской дирижаблестроительной компании, занимающейся всем, что в воздухе плавает: от дронов до крейсеров Пятого океана. И на том инвестиции вернуть. Ну, еще и интернет сейчас под рукой есть, посредством которого черта сделать можно, и никто из участников проекта так никогда и не узнает, что приложил руку к созданию черта. Но это уже больше к сохранению коммерческой тайны относится. По части, как ее сохранить: расскажи всем, но не всю.

А нынешние технические и технологические возможности открывают необозримые перспективы для летательных аппаратов легче воздуха, вплоть до их использования при исследовании и освоении планет Солнечной системы. Атмосфера есть даже на спутниках планет, и наряду с их исследованиями силами марсоходов и прочих ходочков по поверхности, представляется более перспективным исследовать наших близких и дальних соседей по космосу с помощью летунов с высоты птичьего полета с возможностью посадки и взлета в нужном месте. И мобильность на порядок выше, и обзор поболее. Но то так – фантастика ближайшего будущего.

Возвращаясь к делам земным, следует отметить, что наиболее перспективным способом получения подъемной силы дирижаблей является не закачивание в оболочку легкого несущего газа, а создание внутри оболочки разрежения. Основная проблема здесь – создание легкой, но прочной оболочки для удержания разрежения без потери несущей способности оболочки (здесь природа подсказывает решение в виде жесткого каркаса в форме фуллерена, обтянутого легким эластичным материалом, не пропускающим внутрь оболочки компоненты воздуха) и наличия на борту вакуумного дирижабля легких механизмов для создания разрежения – вакуумных насосов.

С позиции конструкции дирижаблей будущего представляется интересным инженерное решение, где дирижабль представляет собой не единое и неделимое целое по типу одной несущей оболочки или нескольких резервуаров для создания подъемной силы под одной оболочкой, а сборную конструкцию с механизмами самосборки, когда создающая подъемную силу конструкция комплектуется из стыкующихся между собой элементов, каждый из которых создает подъемную силу. Помимо создающих подъемную силу элементов конструкции дирижаблей к ним должны стыковаться и силовые установки, и системы управления, и навигационное оборудование, и приборы, аппаратура и механизмы для выполнения конкретной задачи дирижабля, будь то видеонаблюдение, доставка грузов и пассажиров, тушение пожаров, участие в других спасательных операциях, прочее. Все это навесное оборудование должно иметь возможность легкой стыковки для объединения в один аппарат с возможностью быстрой трансформации дирижабля под решение конкретной задачи. В перспективе видится выход именно на такие конструктивные решения при создании дирижаблей.

Возможности человека не безграничны, но велики до ужаса. Особенно преуспели мы в создании устройств для уничтожения себе подобных. В области военного дела шедевры инженерной мысли поражают воображение обывателя. Нам бы все эти финансовые и человеческие ресурсы, потраченные на войну, да в мирных целях. Ведь целенаправленная работа одного мудрого организатора, десятка головастых инженеров, сотен хватких техников и тысяч умелых работяг может в считанные годы произвести такой рывок в технике, про который авторитетные эксперты в один голос будут заявлять как о фантастике или в лучшем случае очень отдаленной перспективе, покуда эта фантастика не станет явью. А когда фантастика станет явью, те же эксперты наперебой начнут доказывать, что иначе и быть не могло.

Дирижабли должны работать



Рис. 6. Дирижабли должны работать на наше будущее.

Чтобы возродить дирижаблестроение как отрасль народного хозяйства, мало научить дирижабли летать. Надо научить их работать [12]. Одни частные инвесторы эту ношу пока не потянут: дальше коммерческого использования дирижаблей в сфере элитного туризма их фантазии не хватает. Но частники потянутся дальше, если почувствуют заинтересованность в этом деле государств в виде заказов госструктур и госкопораций на разработку дирижаблей различного назначения: для проведения спасательных операций и тушения лесных пожаров; для видеонаблюдения за транспортными магистралями, включая нефте- и газопроводы; для создания мобильных цехов по переработке сельхозпродукции и даров природы; для создания мобильных электростанций; для грузопассажирских перевозок, включая создание перевалочных пунктов, в качестве продолжения протяженности действующих автомобильных, железнодорожных, водных и авиационных магистралей.

Если же во всю ширь взглянуть на возможности дирижаблей, то это ныне забытое транспортное средство, помимо чисто утилитарной функции доставки грузов и пассажиров и в любую точку Земного шара, представляется уникальной платформой для развития новых технологий и воплощения нестандартных инженерных решений. И тот, кто поднимет дирижабли на но-

вую высоту в нашем мире, навсегда войдет в историю человечества не просто как крестный отец мирового воздухоплавания (родным отцом-то останется Фердинанд Цеппелин – человек, который на седьмом десятке лет поднял проект, в который никто не верил, и чьим именем сейчас называют все воздушные корабли Пятого океана – дирижабли жесткой конструкции ЦЕППЕЛИНЫ), а еще и провозвестник нового подхода к незаслуженно забытым новациям прошлого.

Ссылки и литература

1. «Why blimps are better than airplanes»
/ <http://hmongbuy.com/RDhwNk5qcEMwcGMz>
2. Barry E. Prentice, University of Manitoba. «Transport Airships for Northern Logistics: Technology for the 21st Century» (2015)
/ http://www.tc.gc.ca/eng/ctareview2014/pdf/University%20of%20Manitoba%20-%20Asper%20School%20of%20Business%20-Transport%20Airships%20for%20Northern%20Transportation_final.pdf
3. Alec Johnson, David Arthur, David Mosher, CBO's National Security Division. «Recent Development Efforts for Military Airships» (2011)
/ <http://fas.org/irp/program/collect/cbo-airship.pdf>
4. «Mini Indoor R/C Blimp» / <https://www.youtube.com/watch?v=l7dV2B1M1dU>
5. «High speed airship structure», United States Patent № US 8439294 B2 / <https://docs.google.com/viewer?url=patentimages.storage.googleapis.com/pdfs/US8439294.pdf>
6. Sean A. Barton, Florida State University. «Airship Buoyancy Control Using Inflatable Vacuum Chambers» (2011)
/ <http://www.enr.com/2011/11/17/aiaa-2011-1717.pdf>
7. Naveen Kumar, Utsav Banka, Manas Chitransh, Jayati Takkar, Vasu Kumar, Unish Gupta, Sushant Singh. «Compressed Air Retrofit Kit for Existing Motor Vehicles» (2013)
/ http://www.iaeng.org/publication/WCE2013/WCE2013_pp1913-1918.pdf
8. Lorenz Ratke, Institut für Materialphysik im Weltraum. «Aerogels - Structure, properties and applications»
/ http://elib.dlr.de/72455/1/Aerogel-Applications-2011_k.pdf
9. «Helium-Neon Laser» / <http://www.chipdip.ru/en/video/id000281168/>
10. «RC airship training (team «Windreiter»)»
/ <http://www.youtube.com/watch?v=iizstfT9zfw>
11. «Flying on a blimp over St. Petersburg»
/ <http://www.youtube.com/watch?v=7MsvtfuITII>
12. «They must be taught to work»
/ <http://www.youtube.com/watch?v=zcvowxXvfd0>

Экологическая архитектура, как результат синтеза технологий

Лютomский Н.В.

творческий руководитель компании

«Архитектурное бюро ЭЛИС».

[*lutom2012@gmail.com*](mailto:lutom2012@gmail.com)

Аннотация: Предлагаем вниманию читателей журнала «НБИКС-Наука.Технологии» архитектурную концепцию реабилитации промзоны алмазного карьера «МИР». Проблемы, стоящие перед г. Мирный, и перед республикой Саха (Якутия) в целом, в основном связаны с географическим положением. Амплитуда абсолютных температур составляет 99°, суточная амплитуда температур достигает 40°C. Данные условия можно считать экстремальными для человека. В регионе существуют также экологические проблемы, связанные с разработкой карьеров, в том числе угроза оползней. Для решения перечисленных вопросов представленным инициативным проектом предлагается создать в существующем отработанном котловане карьера градостроительное образование нового типа – «Экогород 2020».

Ключевые слова: Эко-город, архитектура, Мирный, зеленые технологии, карьер, реабилитация.

Введение в проект «Эко-город в карьере «Мир» у города Мирный»

Архитектура, или зодчество - искусство и наука строить, проектировать здания и сооружения, а также сама совокупность зданий и сооружений, создающих пространственную среду для жизни и деятельности человека. Архитектура непременно создает материально организованную среду, необходимую людям для их жизни и деятельности, в соответствии с их устремлениями, а также современными техническими возможностями и эстетическими воззрениями. В архитектуре взаимосвязаны функциональные (назначение, польза), технические (прочность, долговечность) и эстетические (красота) свойства объектов.

Архитектура с древних времён и до наших дней выступает зеркалом состояния общества. Она отражает и включает в себя как наиболее традиционные понятия, такие, как влияние силы тяжести на конструктивные возможности сооружений, так и понятия социологической направленности построенных зданий.

В современном мироустройстве большое внимание уделяют повышенным стандартам экологической безопасности проектируемых объектов. В США – это стандарт LEED (Leadership in Energy and Environmental Design –

«Руководство в энергоэффективном и экологическом проектировании»), разработан в 1998 году.

Проектам и зданиям присваивается стандарт, зависящий от большого количества параметров – от использования современных технологических решений инженерного оборудования до «местных» строительных материалов натурального происхождения. Также учитываются строительные технологии и снижение строительных и эксплуатационных затрат.

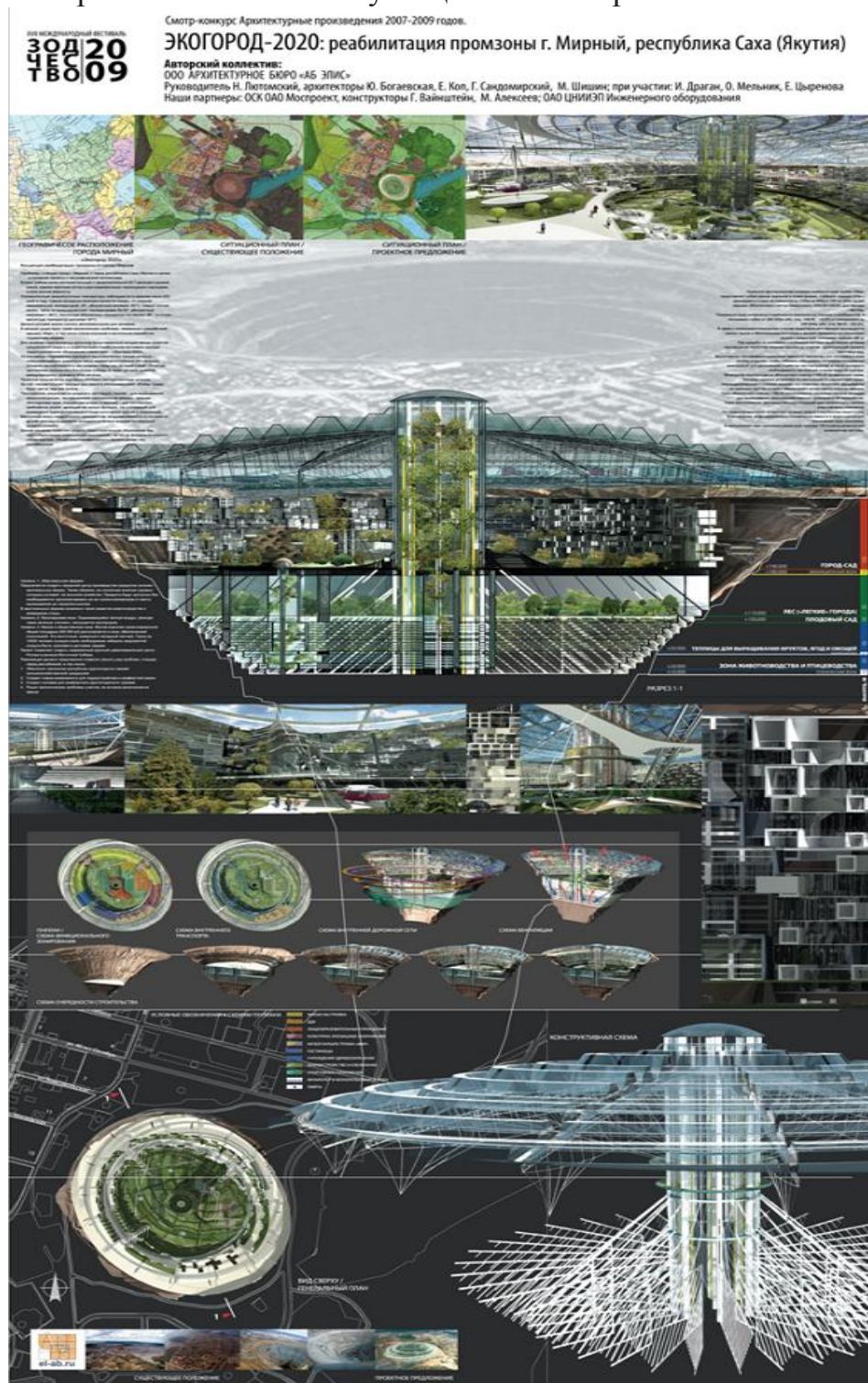


Рис. 1. Проект «Эко-город» в карьере «Мир» у города Мирный

Предлагаем вниманию читателей журнала «НБИКС-Наука.Технологии» архитектурную концепцию реабилитации промзоны алмазного карьера «МИР».

Проблемы, стоящие перед г. Мирный, и перед республикой Саха (Якутия) в целом, в основном связаны с географическим положением.

Амплитуда абсолютных температур составляет 99° , суточная амплитуда температур достигает 40°C . Данные условия можно считать экстремальными для человека. В регионе существуют также экологические проблемы, связанные с разработкой карьеров, в том числе угроза оползней.

Для решения перечисленных вопросов представленным инициативным проектом предлагается создать в существующем отработанном котловане карьера градостроительное образование нового типа – «Экогород 2020».

Поскольку в Якутии располагается несколько подобных карьеров, проект разработан на основе данных карьера «МИР». Однако технико-экономические показатели зависят от размеров карьера.

Ориентировочная стоимость проекта определена исходя из стоимости строительства 1 м^2 в 30000 рублей и в зависимости от размера объекта составит от 6 млрд. рублей при строительстве комплекса в 200000 м^2 до 90 млрд. рублей при строительстве комплекса общей площадью 3 миллиона м^2 .

На основании современных научных и технологических знаний на месте гигантской воронки диаметром около километра и глубиной 550 метров в условиях вечной мерзлоты мы создаем город-сад, который станет центром притяжения населения, а также международных туристов в Восточную Сибирь. Проектом предлагается перекрыть карьер светопрозрачным куполом. За счёт положительной температуры земли в образовавшемся объёме климат будет мягче, чем вне купола.

Пространство предлагается разделить на 3 яруса: нижний – для выращивания сельхозпродукции, так называемая «вертикальная ферма», средний – лесопарковая зона, очищающая воздух, и верхний – для постоянного пребывания людей.

Вентиляция всего подкупольного пространства предусматривается естественной за счёт разницы в давлении холодного и тёплого воздуха (по принципу русского погреба). Данное решение позволяет создать градостроительное образование без теплосберегающих ограждающих конструкций, так как их функцию выполняют стенки кратера. Общая энергоэффективность проекта делает его рентабельным. Верхний ярус используется для устройства города, имеющего как жилую функцию, так и служащего для размещения административных и социо-культурных зданий и сооружений.

В центральном ядре комплекса диаметром порядка 120 м располагаются все инженерные системы, а также спиральная рампа для доступа автотранспорта в подземное пространство, включая пожарную технику.

Проект позволяет создать современный крупный цивилизационный центр России в регионе Восточной Сибири.

Реализация данного предложения позволит решить ряд проблем, стоящих перед Республикой Саха (Якутия), в том числе:

- обеспечит население республики круглогодично свежей сельскохозяйственной продукцией;
- создаст новые возможности для трудоустройства и комфортной жизни;
- создаст условия для комфортного и коммерчески выгодного круглогодичного туризма;
- решит экологические проблемы участка, на котором располагается карьер.

Социально-техническое обоснование проекта

1. Каков уровень износа жилого фонда и базовых объектов инфраструктуры в городе Мирный? – Город Мирный застраивался с 1958 года. Соответственно, уровень износа большей части жилых домов составляет от 80 до 100 %.

2. На какое количество проживающих рассчитан проект? Сколько сейчас людей проживает в городе? Каковы перспективы этих людей в связи с реализацией проекта, чем они могут заниматься в городе после закрытия карьера (возможно есть, предполагаются к открытию какие-то другие предприятия, где они смогут работать)?

- Проект рассчитан на 30 тысяч жителей. Это примерно соответствует населению г. Мирный, занятому на разработке рудников. Важно отметить, что в карьере рудника «Мир» закрывается только открытый способ разработки. Запасов алмазов там ещё на 50 лет, но шахтной подземной разработки. Так что «пробку», защищающую подземную выработку от затопления грунтовыми водами всё равно необходимо делать. Кроме того, вертикальные фермы дадут занятость рабочих рук, обеспечивая сельхозпродукцией Якутию.

3. К каким последствиям может привести простое закрытие карьера без его рекультивации? – Проблемы окружающей среды из-за работ на карьере «Мир». Проблемы включают угрозу оползней и наводнений, связанных с выходами грунтовых вод. Разработка карьера оставила гигантский кратер почти километровой диаметра и глубиной 550 метров в условиях вечной мерзлоты. Аэропорт «Мирный» может просто сползти в кратер.

4. Какие «зеленые» технологии планируется применять в ходе реализации проекта?

- Тепловые насосы. Использование климатических особенностей и геотермальных свойств местности: задействование энергии Земли для создания нормальных климатических условий в зоне вечной мерзлоты. В районе города Мирный толщина слоя вечной мерзлоты составляет 100-150 метров при температуре от -10 до -15 градусов. Ниже – постепенное повышение температуры до + 4°C. Амплитуда абсолютных температур составляет 99°, суточ-

ная амплитуда температур достигает 40°C. Идеальные условия для практического применения технологий тепловых насосов.

- использование солнечной энергии. Мирный располагается на широте Петербурга, но за счёт континентального климата там большое количество ясных дней – нет облачности. По расчётам можно получить до 200 Мвт электроэнергии от солнечных батарей.

- Естественная вентиляция за счёт разной массы холодного (тяжелый) и тёплого (лёгкий) воздуха.

- вертикальные фермы, как источник сельхозпродукции, вторичной переработки отходов, в т. ч. животноводства в энергию.

- очищение воздуха с помощью устройства искусственных парков

5. Как будет вести себя проект при дальнейшем потеплении и размораживании вечной мерзлоты? – Предусматриваются мероприятия по сохранению климатических условий и вечной мерзлоты. Комплекс опирается на скалистое основание в зоне ферм.

6. Каким образом будет обеспечиваться экономия ресурсов в ходе реализации проекта?

- Использование местных водных ресурсов, в том числе очистка воды с помощью гидропоники.

- В настоящее время расходы на отопление зданий в г. Мирный исходят из теплопотерь при -60°C наружного воздуха с шести плоскостей зданий общей площадью ориентировочно 3 миллиона м². (Здания ставятся на сваи, чтобы не допустить таяния вечной мерзлоты. Таким образом, теплопотери идут и через основания зданий). После реализации проекта экономия составит 60% энергии на отопление.

7. Какую экономическую выгоду (в каких объемах) может принести выращивание агрокультур на нижних ярусах? – С вертикальных ферм, согласно современным исследованиям, можно собирать 30 кг сельхозпродукции с 1 м² площади в год. При площади 800000 м² получаем 24000 тонн сельхозпродукции. В настоящее время стоимость завоза сельхозпродукции в регион самолётом составляет 100 руб/кг. Таким образом только на транспорте можно сэкономить 2,4 млрд. рублей в год.

Расширение проекта «Эко-город» на другие регионы мира

Эко-город, предложение для Южного Судана. Прохладная земля по отношению к экстремальным температурам. Тот же принцип «теплового насоса» создаст комфортные условия проживания в недорогом жилище. Жилища предлагается строить из утрамбованной земли – традиционная технология для жителей Африки, получившая новую жизнь благодаря стальной гладкой опалубке и вибропрессованию.

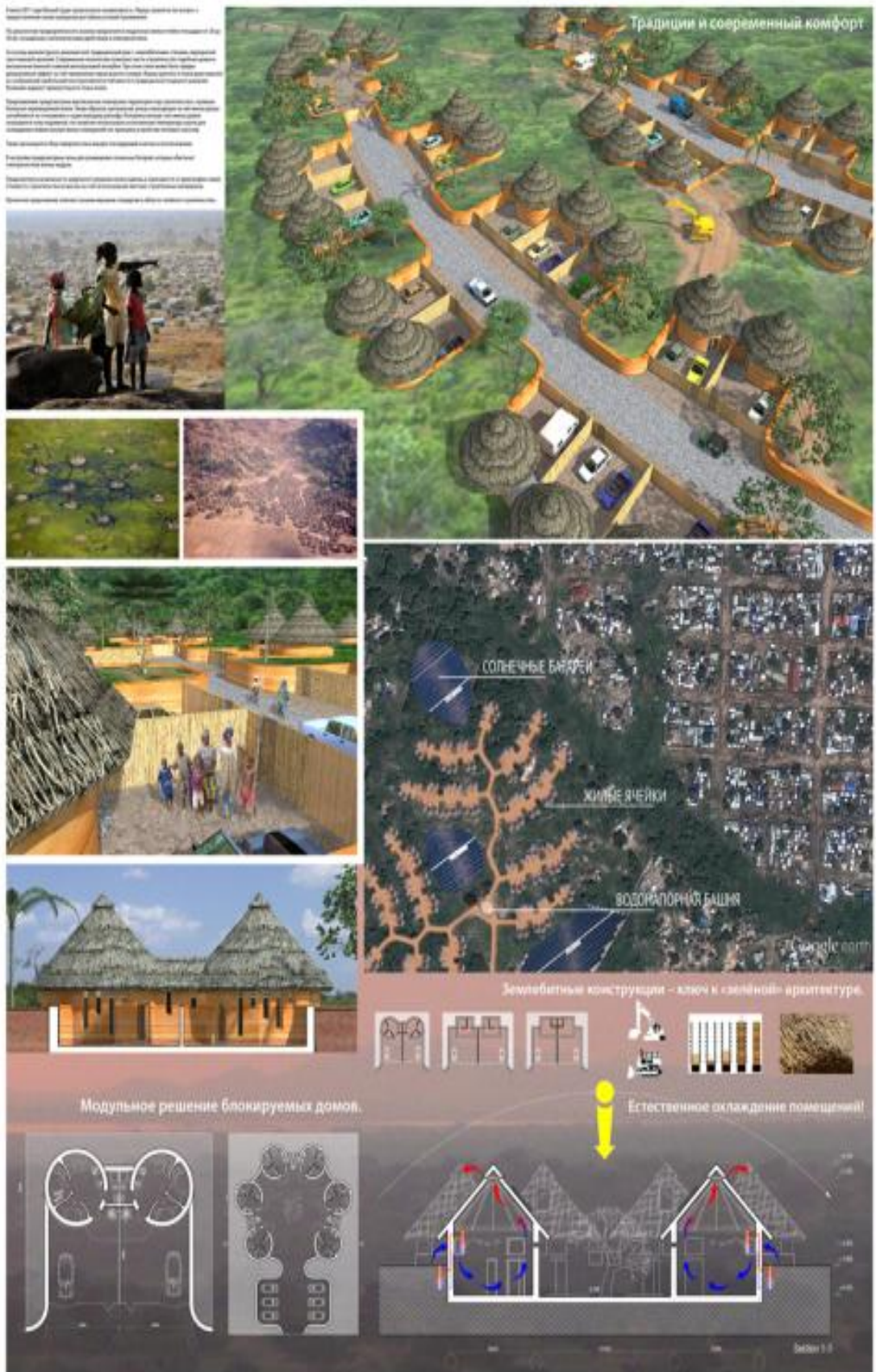


Рис. 2. Проект «Эко-город» для государств Африканского континента.

Актуальные вопросы профильного инженерного образования в школе: взгляд в будущее

Шахраманьян М.А.

*Московский педагогический государственный университет,
Московский институт открытого образования
7283763@mail.ru*

Аннотация: Статья посвящена актуальным проблемам профильного инженерного образования в школах, учитывающего современные тренды развития шестого технологического уклада, связанного с НБИКС-конвергенцией в сочетании с 3-D моделированием и прототипированием (печати на 3-D принтере). Приведены наглядные примеры из бионики – молодой науки, которая занимается изучением функций и структуры биологических систем в качестве моделей (образцов) для решения технических и технологических задач в самом широком смысле и которая по существу является ключевой основой НБИКС-конвергенции. Подробно рассматриваются вопросы информационного (цифрового) 3-D моделирования зданий и сооружений как одного из наиболее перспективного направления инженерных наук.

Ключевые слова: НБИКС, бионика, 3-D моделирование, профильное инженерное образование

Topical questions of profile engineering education in school: a view to the future

Shahramanyan M.A.

*Moscow Pedagogical State University, Moscow Institute of Open Education
7283763@mail.ru*

Annotation: The article is devoted to the topical problems of specialized engineering education in schools, taking into account the current trends in the development of the sixth technological order associated with the NBICS convergence in combination with 3-D modeling and prototyping (printing on a 3-D printer). Illustrative examples from the bionics-young science that Studies the functions and structure of biological systems as models (models) for solving technical and technological problems in the broadest sense and which, in essence, is the key basis Th NBICS convergence. The issues of information (digital) 3-D modeling of buildings and structures as one of the most promising areas of engineering sciences are considered in detail.

Keywords: NBICS, bionics, 3-D modeling, profile engineering education

В настоящее время остро стоит вопрос подготовки высококвалифицированных инженерных кадров, без которых невозможно обеспечить технологический рывок экономики страны.

В этом вопросе очень важную роль играют школы, т.к. именно в школах у учащихся **формируется осознанный выбор своей будущей профессии, связанной с наукоемкими технологиями и инженерными специальностями, закладываются первоначальные знания и кругозор в области инженерии.** И от того, насколько правильно будет организован процесс профильного инженерного образования в школе, во многом будет зависеть успех решения проблемы подготовки высококвалифицированных инженерных кадров для инновационного развития экономики страны

Важно также осознавать, что подготовка будущих инженеров должна осуществляться на основе учета тренда развития мирового научно-технического прогресса и мировой экономики. Это связано с тем, что будущие инженеры должны получить знания и практические навыки в таких областях науки и техники, которые позволят им быть востребованными на рынке труда именно в тот период, когда они вступят во взрослую трудовую жизнь, **т.е. надо учить не тому, что присутствует сегодня, а тому, что будет в ближайшем будущем – пристально смотреть в будущее.**

В этой связи необходимо упомянуть о технологических циклах в развитии мировой цивилизации, в частности, о Шестом технологическом цикле, в который вступило человечество и который связан с НБИК- конвергенцией в сочетании с 3-D моделированием и прототипированием (печати на 3-D принтере). Эти особенности Шестого технологического уклада обязательно должны учитываться в системе образования, в частности школьного образования, в системе повышения квалификации учителей предметов естественнонаучного цикла, педагогов дополнительного образования.

Для того, чтобы процесс обучения учащихся в области инженерного образования (с учетом трендов развития Шестого технологического уклада) был бы эффективен, необходимо найти такие области знаний, которые были бы понятны школьникам и вызывали бы у них мотивацию к наращиванию своих знаний и умений в области инженерии.

Применительно к НБИКС-конвергенции это системы искусственного интеллекта, робототехника, которая в настоящее время в системе общего образования достаточно хорошо развивается. Но этого, по нашему мнению, недостаточно, **надо расширять спектр областей знаний, имеющих непосредственное отношение к НБИК-конвергенции и которые были бы интересны и понятны школьникам.**

К числу у таких областей знаний относится бионика – молодая наука, область знаний и техники, которая занимается изучением функций и структуры биологических систем в качестве моделей (образцов) для решения технических и технологических задач в самом широком смысле.

В 2015 году в свет вышла замечательная книга профессора Кричевского Г.Е. «Бионика. Учимся мудрости у природы» [1], в которой в яркой и понятной для школьников форме приведены те знания и факты, которые позволяют привить интерес к этой **чрезвычайно перспективной области науки и техники с огромным инженерным потенциалом**. Вот только несколько примеров из отмеченной выше книги профессора Германа Кричевского.



Рис.1 Липучка



Радужная окраска крышки телефона сделана по принципу структурной окраски



Рис.2. Структурная окраска



Рис.3. Инженерные сооружения

Имея такие яркие примеры из бионики, у школьников появляется вполне понятное желание самим или под руководством учителя поискать в природе такие биологические объекты среди флоры и фауны, которые могут быть использованы в качестве аналогов при конструировании рукотворных объектов. При этом школьники, изучая механизмы жизнедеятельности этих биологических объектов, совершенно четко осознают, что **абсолютное большинство существующих в настоящее время рукотворных объектов значительно уступают по энергоэффективности, экологичности и другим параметрам природным объектам**, и что существует огромное мало исследованное поле для организации и проведения научно-исследовательских работ инженерной направленности.

Одной из основных инженерных профессий является профессия – строитель.

Как показывают недавно проведенные исследования в рамках московского проекта «Активный гражданин», **наиболее востребованным направлением профильного обучения школьников является «Архитектура, строительство и жилищно-коммунальное хозяйство» [2].**

При этом необходимо отметить, что под действием научно-технического прогресса в строительной отрасли происходит изменение спектра специальностей и профессий, **некоторые старые специальности, например, каменщик, начинают отмирать, а на смену им начинают приходить новые специальности**, например, связанные с цифровым проектированием и подготовкой производства, конструкционными материалы с заданными свойствами, технологиями и интегрирования цифровых сред внутри жи-

лых/офисных помещений («умные дома»), 3D-печать в строительстве и др.[3]. То есть, по существу, **отдельные компоненты НБИКС**, в частности, нано, с помощью которого создаются конструкционные материалы с заданными свойствами, инфо, с помощью которых создаются цифровые 3-D модели начинают формировать новый облик строительной отрасли.

НБИКС-конвергенция направлена, прежде всего, на создание робототехнических систем с искусственным интеллектом. Роботы все шире стали применяться в различных отраслях жизнедеятельности человека. Строительная область в этом случае не является исключением. В последнее время в мире строительство зданий производится с помощью роботов – больших 3-D принтеров с интеллектуальной начинкой. **Важно при этом отметить что внедрение информационных технологий 3-D моделирования по данным зарубежного опыта позволяют снизить стоимость и сроки строительства на не менее, чем на 30%. В России в последнее время принимаются на государственном уровне решения, позволяющие обеспечить внедрение передовых информационных технологий в строительную отрасль [4].**

Все это необходимо учитывать при организации профильного обучения школьников по направлению «Архитектура и строительство».

Целесообразно в тех школах, которые выбрали профильное инженерное образование, связанное с архитектурой и строительством, создать электронные проектные школьные 3-D мастерские, в которых школьники, используя специальное программное обеспечение, смогут создать информационные 3-D модели зданий и сооружений и распечатать их на 3-D принтере. Этим самым они получают новые знания и практические умения, которые им очень пригодятся в их будущей взрослой трудовой жизни. Видеосюжет «Со школьной парты в мир цифрового строительства» [5].

Ключевую роль в вопросах профильного инженерного образования школьников играют учителя. Поэтому важно повышать их квалификацию в вопросах перспектив развития научно-технического прогресса, изменения спектра новых инженерных специальностей и профессий, чтобы они смогли применить полученные новые знания и умения в своей будущей профессиональной деятельности .

В этой связи необходимо отметить, что в настоящее время разработана программа повышения квалификации учителей предметов естественно-научного цикла, информатики, технологии, педагогов дополнительного образования «Основы проектной и исследовательской деятельности школьников с использованием метапредметных технологий и информационного (цифрового) 3-D моделирования» (Шахраманьян М.А., Кричевский Г.Е., Прошкин Ю.А., Джанмамедов А.М.) [6]. По данной программе начался активный процесс обучения учителей московских школ.

Основные разделы программы повышения квалификации учителей:

1. НБИКС-конвергенция как технологическая платформа формирования у школьников целостной картины окружающего мира и будущих профессиональных компетенций.

2. Междисциплинарный и межотраслевой характер НБИК-конвергенции. Роль и значение информационных и нанотехнологий как надотраслевых технологий.

3. Бионика. Зеленые технологии – основа устойчивого развития в XXI веке.

4. Информационное (цифровое) 3-D моделирование и прототипирование как технологическая платформа метапредметного обучения.

5. Методы и технологии информационного (цифрового) 3-D моделирования инженерно-технических объектов и биологических объектов.

6. 3-D принтеры и их роль в метапредметном обучении школьников

7. Технологии и профессии будущего. Новые вызовы перед системой образования. Атлас новых профессий.

8. Как создать научно-исследовательскую лабораторию у себя в школе. Примеры проектов и их реализации.

Таким образом, исходя из вышеизложенного можно констатировать, что вопросы профильного инженерного образования в школах необходимо решать, опираясь на тенденции развития Шестого технологического уклада, связанного с НБИК-конвергенцией в сочетании с 3-D моделированием и прототипированием, т.е. закладывать основы для подготовки инженеров будущего.

Список литературы

1. Кричевский Г.Е. Бионика. Учимся мудрости у природы. М,ООО «Сам Полиграфист», 2015,151с.
2. Результаты опроса участников проекта «Активный гражданин». Москва «Агентство городских новостей»
<http://www.mskagency.ru/materials/2599193>
3. Атлас новых профессий
http://www.skolkovo.ru/public/media/documents/research/sedec/SKOLKOVO_SEDeC_Atlas.pdf
4. Шахраманьян М.А., Осипов А.В., Король М.Г. О плане мероприятий («дорожной карте») внедрения технологий информационного моделирования зданий и сооружений как ключевых технологий цифрового строительства. Отраслевой журнал «Строительство».Электронное ежемесячное издание. №12, 2016, стр.70-73
5. Видеоролик «Со школьной скамьи в мир цифрового строительства»
<https://www.youtube.com/watch?v=FMUTgM07Xz4&feature=youtu.be>
6. Шахраманьян М.А., Кричевский Г.Е., Прошкин Ю.А., Джанмамедов А.М. Программа повышения квалификации учителей «Основы проектной и исследовательской деятельности школьников с использованием метапредметных технологий и информационного (цифрового) 3-D моделирования» (шифр курса №1954) www.dpomos.ru

Центры молодежного инновационного творчества – маршруты НБИКС

Ахметова А.И.

инженер МГУ имени М.В.Ломоносова, ЦМИТ «Нанотехнологии»

Мешков Г.Б.

научный сотрудник инженер МГУ имени М.В. Ломоносова

Яминский И.В.

*профессор МГУ имени М.В. Ломоносова,
генеральный директор ООО НПП «Центр перспективных технологий»,
руководитель ЦМИТ «Нанотехнологии»,
ведущий научный сотрудник ООО «Энергоэффективные технологии».*

Yaminsky@nanoscopy.ru

Аннотация: В статье рассказывается о необходимости развития инженерных способностей у детей со школьной скамьи, что успешно достигается за счет деятельности центров молодежного инновационного творчества. На сегодняшний день в Москве создано 79 центров. В частности, ЦМИТ «Нанотехнологии», созданный в декабре 2014 года физическим факультетом МГУ имени М.В. Ломоносова и Центром перспективных технологий при поддержке Правительства Москвы, специализируется на обучении зондовой микроскопии и осуществляет подготовку школьников и студентов по таким направлениям, как биотехнология, биомедицина, микроскопия и конструирование.

Ключевые слова: сканирующая зондовая микроскопия, атомно-силовой микроскоп, атомная решетка, кишечная палочка, полимеры, 3d технологии.

Youth Innovation Creativity Centers - NBICS routes

A.I. Akhmetova

Engineer of Lomonosov Moscow State University, YICC "Nanotechnology"

G.B.Meshkov

Researcher of Lomonosov Moscow State University

I.V. Yaminsky

*Professor of Lomonosov Moscow State University,
General Director of LLC "Advanced Technologies Center",
Head of YICC "Nanotechnology"*

Yaminsky@nanoscopy.ru

Absrtact: The article tells about the importance of developing engineering abilities from the school bench, which is successfully achieved through the activi-

ties of the Youth Innovation Creativity Center. To date, 79 centers have been established in Moscow. Created in December 2014 by the Physics Department of Lomonosov Moscow State University and Advanced Technologies Center with the support of the Moscow Government YICC "Nanotechnology" specializes in training probe microscopy and prepares scholars and students in such areas as biotechnology, biomedicine, microscopy and designing.

Keywords: scanning probe microscopy, atomic force microscope, atomic lattice, E. coli, polymers, 3D technologies.

Первое занятие в центре молодёжного инновационного творчества «Нанотехнологии» традиционно начинается с вопроса: как увидеть атомы и молекулы? Как правило, школьники предлагают различные варианты оптических и электронных методов приближения. И тогда мы рассказываем, как устроен сканирующий зондовый микроскоп, принцип которого понятнее всего объясняется сравнением с граммофонным проигрывателем: игла движется по поверхности и отслеживает ее рельеф. Благодаря сканирующему зондовому микроскопу можно увидеть атомную решетку на поверхности слюды или топографию полимерной пленки на уровне нанометров (см. рис. 1 и 2).

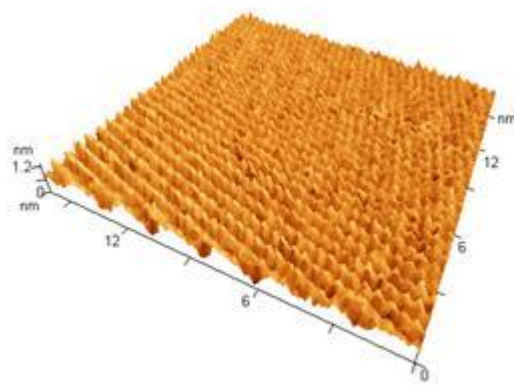


Рис. 1. Трехмерное изображение атомной решетки на поверхности слюды. Использовано программное обеспечение ФемтоСкан Онлайн.

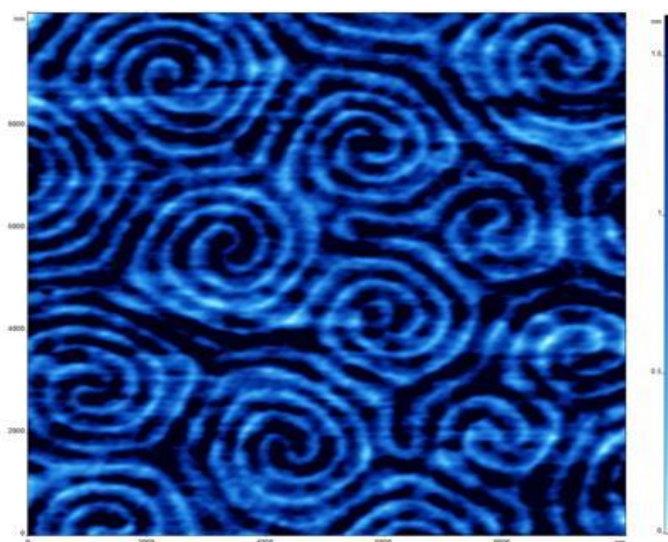


Рис. 2 Изображение поверхности жидкокристаллического полимера циклосилоксан с холестерическими фрагментами, полученное к.ф.м.н Г.Б. Мешковым.

В ЦМИТ Нанотехнологии установлено восемь сканирующих зондовых микроскопов «ФемтоСкан», благодаря которым школьникам и студентам можно наглядно показать наномир, научить не только получать изображения, но рисовать самими с помощью метода нанолитографии (см. рис. 3).

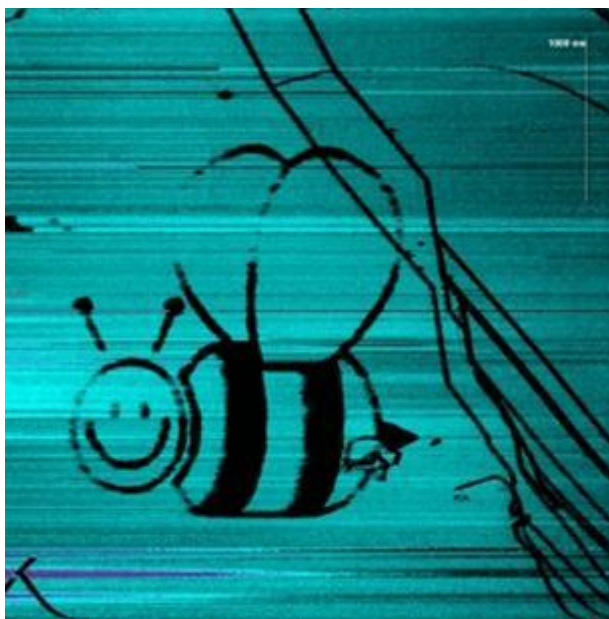


Рис.3 Пример нанолитографии, выполненной с помощью метода локального анодного окисления. Использовано программное обеспечение ФемтоСкан Онлайн.

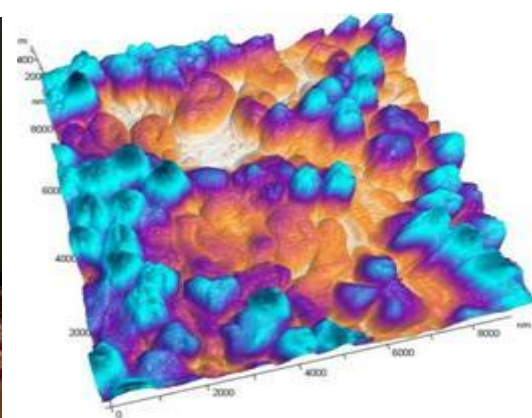


Рис. 4. Слева процесс сканирования бабочки Морфо в синей цветовой гамме ПО «ФемтоСкан Онлайн», на картинке справа 3D-изображения бактерий в яркой цветовой гамме.

В рамках направления бионаноскопии в ЦМИТ ведутся работы по микроскопии бактериальных клеток и совершенствованию методов определения антибиотикорезистентности бактерий.

Благодаря технологии сканирующей зондовой микроскопии в ЦМИТ развилось новое направление – создание обрабатывающих фрезерных станков с ЧПУ. Несмотря на все различия, принцип работы у станка, микроскопа, 3D-принтера одинаковый и осуществляется с помощью одинаковых алгоритмов и похожих шаговых двигателей, сервоприводов, манипуляторов, прецизионных направляющих.

При проектировании и разработке нового оборудования важно обращать внимание на многофункциональность и мобильность прибора или станка. Именно этими принципами мы руководствовались при разработке пятиосевого обрабатывающего центра ATCNano (рис.5).

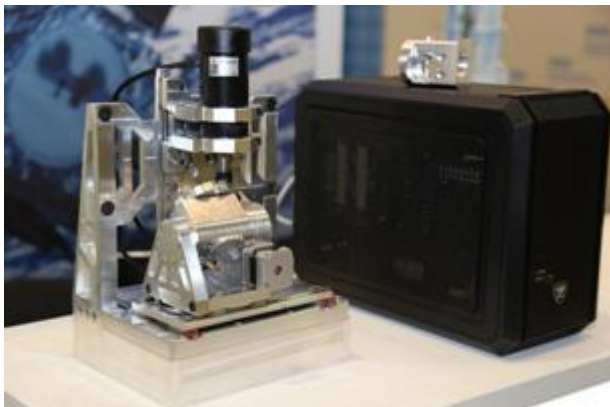


Рис.5. Обрабатывающий комплекс ATCNano с модулем для многоосевой обработки. Рабочее поле – 100×80×50 мм (X-Y-Z). Слева – механическая система, справа – блок электронного управления

15 апреля 2017 года открылась новая площадка ЦМИТ «Нанотехнологии», расположенная в бизнес-центре на Ломоносовском проспекте, дом 20. На площадке создан полнофункциональный центр прототипирования, оснащенный тремя фрезерными станками с числовым программным обеспечением ATCNano (рис.6), токарным станком-автоматом «Реабин», устройством для заточки фрез, лазерным гравером SharpLase Pro, 3D-принтером Picaso, и, конечно же, сканирующим зондовым микроскопом «ФемтоСкан» – главным инструментом нанотехнологий.



Рис. 6. Фрезерно-гравировальные станки в ЦМИТ «Нанотехнологии»

В ЦМИТ «Нанотехнологии» мы всегда стремимся развивать междисциплинарные разработки и исследования, что позволяет нам решать многопрофильные задачи.

Мы ждем всех на наших обучающих курсах, мастер-классах, практических занятиях по 3D-технологиям: 3D-микроскопии, 3D-принтерам, 3D-механообработке, 3D-проектированию и 3D-моделированию, 3D-лазерной обработке. Подробная информация о ЦМИТ «Нанотехнологии» и конкурсах расположена на сайте www.startinnovation.com.

Авторы выражают искреннюю благодарность Правительству Москвы, Департаменту науки, промышленной политики и предпринимательства г. Москвы, Минэкономразвития России (Договор №8/3-63ин-16 от 22.08.16), Фонду содействия инновациям (проект № ГЦМИТ1/16315) и РФФИ (проект 16-29-06290) за финансовую поддержку проекта.

Наноиндустрия и высшее образование: задачи, проблемы, решения

Ахметова А.И.

инженер МГУ имени М.В.Ломоносова, ЦМИТ «Нанотехнологии»

Яминский И.В.

*профессор МГУ имени М.В. Ломоносова,
генеральный директор ООО НПП «Центр перспективных технологий»,
руководитель ЦМИТ «Нанотехнологии»,
ведущий научный сотрудник ООО «Энергоэффективные технологии».*

Yaminsky@nanoscopy.ru

Аннотация: Проблема, которая затронута в нашей статье, касается не только наноиндустрии, но имеет прямое отношение к любой сфере производства товаров и услуг. Возможно, в наноиндустрии она стоит острее, поскольку в области высоких технологий сильнее ощущается потребность в высококвалифицированных специалистах. Поставщиком таких специалистов являются высшие учебные заведения. Поэтому предприятия наноиндустрии больше других заинтересованы, чтобы высшая школа развивалась и процветала. Как повысить эффективность высшего образования?

Ключевые слова: высшее образование, наноиндустрия, квалификация, специалисты, эффективность, качество

Nanoindustry and higher education: problems, problems, solutions

A.I. Akhmetova

Engineer of Lomonosov Moscow State University, YICC Nanotechnology"

I.V. Yaminsky

*Professor of Lomonosov Moscow State University,
General Director of LLC "Advanced Technologies Center",
Head of YICC "Nanotechnology"*

Yaminsky@nanoscopy.ru

Abstract: This article covers the following problem that concerns not only the nanoindustry, but has a direct influence on any sphere of production goods and services. Perhaps, in the nanoindustry it is more acute, because in the field of high technology there is a greater need for highly qualified specialists. The supplier of such specialists are higher education institutions. Therefore, nanoindustry enter-

prises are more interested in the higher school development and prosperity. How to improve the effectiveness of higher education?

Keywords: Higher education, nanoindustry, expertise, experts, quality

У российского образования есть как беды, так и победы. К победам в первую очередь следует отнести продуманную системность и в общем случае высокое качество. Последнее подтверждается тем фактом, что многие выпускники российских вузов становятся ценными и успешными работниками зарубежных университетов и компаний. К бедам относится тот факт, что больше половины выпускников вузов (55%) работают не по специальности, а для некоторых профессий эта доля доходит до 70–90% (данные Росстата за 2014 г.). К тому же студенты, начиная со средних курсов, в большей степени заняты зарабатыванием денег, а не приобретением знаний (по данным портала Career.ru, 71% студентов совмещают обучение с работой). В нынешних условиях и вузы заинтересованы в дополнительных заработках от введения платного образования.

Как повысить эффективность высшего образования? Обратите внимание, мы говорим не о качестве образования, а об эффективности. Последняя связана как с экономикой системы образования, так и с экономикой государства в целом. Вкладывая один рубль в обучение специалиста, сколько рублей государство получит обратно в казну? Чтобы государство богатело, эффективность образования необходимо определять и в денежном выражении.

Если за образование платит государство, является ли оно бесплатным? Для студента в период его обучения – да, а для работающего населения – нет, поскольку оно оплачивается за счет труда этого населения. Общество и государство вправе ожидать от выпускника вуза большой отдачи, и не в последнюю очередь в виде налоговых поступлений.

В нашем повествовании мы исходим из следующих фактов:

1. Право на образование гарантируется статьей 43 Конституции РФ.
2. Бюджетные расходы на образование составляют около 2 триллионов рублей в год.
3. Государственный бюджет на образование формируется за счет налогов и отчислений, поступающих в результате трудовой деятельности населения – в среднем около 20 тыс. руб. в год от каждого работника в РФ.
4. Учащийся имеет право на бесплатное для него получение среднего образования. В высшей школе есть право на бесплатное для учащегося образования только на конкурсной основе.
5. Деньги на обучение студентов вузов поступают напрямую из Казначейства по разрядке Минобрнауки и Правительства РФ в соответствии с бюджетом, утвержденным Государственной Думой.

Если общество предоставляет будущему студенту высшее образование бесплатно, то оно должно видеть, что студент понимает свою ответственность перед обществом. Сейчас в большинстве случаев студент свое зачисление в вуз оценивает категориями «повезло» или «не повезло», заслуженно

или нет. Наивно было бы предполагать, что у молодого человека, который только что стал студентом, сразу возникло чувство долга и ответственности перед обществом и работниками, оплачивающими его обучение.

И здесь мы подходим к сути нашего предложения: реализовать финансирование обучающей деятельности вузов с вовлечением непосредственного получателя образовательных услуг – студента. Новая схема финансирования должна работать следующим образом: любой молодой человек, желающий получить высшее образование, имеет право на кредит от государства в размере стоимости образования. При зачислении денежные средства из выделенного кредита начинают поступать в вуз. Одновременно у студента возникают отложенные обязательства по отношению к государству по выплате кредита. Вполне разумно, чтобы такой кредит был беспроцентным, а выплата его осуществлялась в размере не более 5% от зарплаты в течение 25 лет.

Это предложение ни в коем образом не меняет объем финансирования высшего образования со стороны государства в течение переходного процесса – изменяется лишь конечный плательщик. Но со временем, по мере поступления возвратов кредитов на обучение, бремя финансирования образования у государства плавно уменьшается, так как по прошествии в среднем пятилетнего периода (срока обучения студента) дополнительные налоговые отчисления от трудовой деятельности выпускников могут использоваться для выдачи кредитов новым студентам. В конечном итоге оплачивает образование именно тот, кто получает услуги и соответственно приобретает новые возможности по увеличению заработка.

Данная схема предусматривает не только осознанный выбор студента, но и конкурентную среду для вузов, которые будут заинтересованы в привлечении большего числа учащихся и сохранении качества предоставляемых образовательных услуг, так как студент вправе поменять университет в случае ухудшения условий или качества образования. Здоровая конкуренция не только между студентами за место в вузе, но и среди вузов за студентов должна позволить сбалансировать всю систему образования. И студенты, и университеты мотивируются, чтобы по окончании обучения выпускник был трудоустроен, а кредит погашен в максимально короткие сроки. Появляется дополнительный критерий оценки качества предоставляемого образования. Студент, получивший качественное образование и относившийся к его получению ответственно, существенно выигрывает на рынке труда высокоразвитого индустриального общества.

Таким образом мы достигаем сразу двух целей – создаем поколение, ответственно делающее свой выбор, и строим систему образования, адаптирующуюся к современным реалиям. Предложенная несложная схема отвечает на вопрос, платным или бесплатным является образование?

Отметим еще раз, что получение высшего образования по-прежнему следует проводить на конкурсной основе. Основные и существенные принципы современной системы – открытость и доступность – предлагаемая схема не затрагивает и не меняет.

К нашему большому удовлетворению и радости, у нас есть успешный опыт взаимодействия nanoиндустрии и высшей школы на примере двадцатипятилетнего сотрудничества инновационной компании «Центр перспективных технологий» и МГУ имени М.В. Ломоносова. Студенты и аспиранты получали богатый запас фундаментальных знаний на физическом факультете МГУ, а навыки практической деятельности приобретали при создании сканирующих зондовых микроскопов и выполнении прикладных работ в области нанотехнологий. Залог успеха всегда был именно в тесном сотрудничестве высшего образования и высокотехнологичной отрасли nanoиндустрии. Отрадно то, что практически 90% наших студентов продолжают свою работу по основной специальности в области высоких технологий.

Главные цели получения высшего образования – высокие должности и большие заработки, а это означает, что при достижении цели в бюджет будут поступать увеличенные налоговые поступления от труда выпускников вузов. Экономика платного обучения сложится успешно – такой прогноз можно сделать на основе проведенного опроса.



Рис. 1. Большинство участников опроса положительно оценивают качество российского высшего образования.

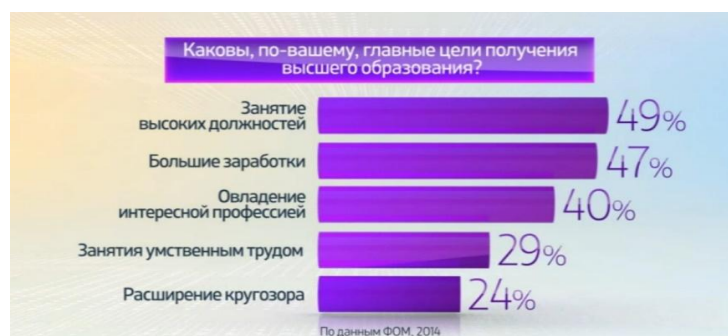


Рис. 2. Почти половина участников опроса стремятся к занятию высоких должностей и получению больших заработков.

Литература

1. А. И. Ахметова, И. В. Яминский. Проблема nanoиндустрии: Платное бесплатное образование. *Наноиндустрия*, (3(65)):110–112, 2016.

New and Bestselling Lecture Notes and Books on NBICS-Technologies

