

# СОДЕРЖАНИЕ

---

Том 84, номер 8, 2014

---

## Наука и общество

*В.И. Якунин*

- Интегральный проект солидарного развития на Евро-Азиатском континенте  
(научно-практическая концепция) 675
- Проект даёт реальную перспективу развития России. *Обсуждение научного сообщения* 688
- 

## С кафедры Президиума РАН

*Ю.М. Евдокимов, В.И. Салянов, Э.В. Штыкова, Е.И. Кац, Н.Г. Хлебцов, С.Г. Скуридин*

- Структурная нанотехнология нуклеиновых кислот: создание “жидких”  
и “твёрдых” наноконструкций ДНК 694
- Исконно российская тематика требует поддержки. *Обсуждение научного сообщения* 705
- 

## Организация исследовательской деятельности

*А.И. Терехов*

- Научное сотрудничество в области углеродных наноструктур в зеркале  
библиометрического анализа 708
- 

## Обозрение

*А.Л. Журавлёв, А.В. Юревич*

- Счастье как научная категория 715
- 

## Точка зрения

*М.Г. Шидловский, А.С. Лопухин*

- Микробиальная экспансия в археозое как основа для поиска  
и интерпретации инопланетных аналогов 724
- 

## Этюды об учёных

*О.В. Михайлов*

- “Чемоданных дел мастер”, или Ещё раз о Дмитрие Ивановиче Менделееве.  
*К 180-летию со дня рождения* 735

*М.Д. Семёнов*

- “В науке необходима абсолютная честность”. *К 120-летию со дня рождения  
академика П.Л. Капицы* 744
- 

## Былое

*В.А. Золотарёв*

- Уроки Первой мировой войны 749
- 

## Размышления над новой книгой

*С.Н. Тихомиров*

- Борьба с современным пиратством: право и сила. Каким будет русский акцент? 757
- 

## Официальный отдел

- Юбилей. — Награды и премии 763
-

# CONTENTS

---

---

## Vol. 84, No. 8, 2014

Simultaneous English language translation of the journal is available from Pleiades Publishing, Ltd.  
Distributed worldwide by Springer. *Herald of the Russian Academy of Sciences* ISSN 1019-3316

---

### Science and Society

*V.I. Yakunin*

Integral Project of Joint Development on the Eurasian Continent  
(Scientific and Practical Conception) 675

The Real Prospect of Development of Russia. *Paper Discussion* 688

---

### On the Rostrum of the RAS Presidium

*Yu.M. Evdokimov, V.I. Salyanov, E.V. Shtykova, E.I. Kats, N.G. Hlebtsov, S.G. Skuridin*

Structural Nanotechnology of Nucleic Acids:  
the Creation of a “Fluid” and “Hard” DNA Nanoconstructions 694

Premordially Russian Theme Requires Support. *Paper Discussion* 705

---

### Organization of Research

*A. I. Terekhov*

Scientific Cooperation in the Field of Carbon Nanostructures  
in the Mirror of Bibliometric Analysis 708

---

### Review

*A.L. Zhuravlev, A.V. Yurevich*

Happiness as a Scientific Category 715

---

### Point of View

*M.G. Shydlovskiĭ, A.S. Lopukhin*

Microbial Expansion in Archaeozoic Era – the Basis for Search  
and Interpretation of Alien Analogues 724

---

### Profiles

*O.V. Mikhailov*

“Suitcase Master”, or Once Again about Dmitry Ivanovich Mendeleev.  
*To the 180<sup>th</sup> Anniversary of the Birth* 735

*M.D. Semenov*

“Science Requires Absolute Honesty”. *To the 120<sup>th</sup> Anniversary of the Birth  
of Academician P.L. Kapitsa* 744

---

### Bygone Times

*V.A. Zolotarev*

The Lessons of the First World War 749

---

### Reflections on a New Book

*S.N. Tikhomirov*

The Fight against Modern Piracy: the Right and the Power. What Will Be the Russian Accent? 757

---

### Official Section

Anniversaries. Awards and Prices 763

---

---

---

НАУКА  
И ОБЩЕСТВО

---

DOI: 10.7868/S0869587314080088

В марте нынешнего года на заседании Президиума РАН выступил президент ОАО “Российские железные дороги” В.И. Якунин. Он представил мегапроект Трансевразийского пояса RAZVITIE как нового очага генерации общественного богатства не только России и сопредельных стран, но, возможно, и всего мира. В разработке проекта участвовали в том числе и академические учреждения — Институт народно-хозяйственного прогнозирования РАН и Институт социально-политических исследований РАН. Мы предлагаем вниманию читателей доклад и материалы его обсуждения (в изложении).

## ИНТЕГРАЛЬНЫЙ ПРОЕКТ СОЛИДАРНОГО РАЗВИТИЯ НА ЕВРО-АЗИАТСКОМ КОНТИНЕНТЕ (НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНЦЕПЦИЯ)

В.И. Якунин

Мир вступил в период тектонических глобальных изменений. В их основе лежит сомнительный, но принятый на вооружение Западом концепт истощения ресурсов Земли и перенаселения. В этих условиях борьба за ресурсы жизнеобеспечения в политике США и их западных союзников стала доминирующей. И неважно, что 10 000 американских учёных, включая 52 нобелевских лауреатов, в 2006 г. заявили о том, что правительство США манипулирует общественным мнением. Это касается и “катастрофического потепления климата”, и использования тезиса о примате общечеловеческих ценностей с упором на права гомосексуальных меньшинств, и присвоения себе права на одностороннее вмешательство во внутреннюю политику суверенных государств, до агрессии включительно, и многое другое. Основной бене-

фициар проводимой США и Западом политики — глобальная финансово-спекулятивная олигархия.

### РОССИЯ В ПРОСТРАНСТВЕ ПАРАДИГМ: “СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ЛОВУШКИ” И ФЕНОМЕН НАУЧНОГО МАНИПУЛИРОВАНИЯ

Если говорить о видении западными политиками будущего России, то можно вспомнить высказывания бывшего госсекретаря США Мадлен Олбрайт о “несправедливой” принадлежности Сибири только России. Сегодня Россия оказывается заложницей подобных концептов. Восприятие их на уровне окормляющих власть экспертных группировок заводит государство в “стратегические ловушки”, ведёт к снижению суверенности.



ЯКУНИН Владимир Иванович — доктор политических наук, руководитель Центра научного обоснования и реализации мегапроекта “Интегральная Евразийская транспортная система” ИСПИ РАН, президент ОАО “Российские железные дороги”.  
arlana@mail.rzd.ru

В современных условиях экономическая политика многих стран подразумевает не только целевое инвестирование в собственную экономику, но и подрыв экономики конкурентов. Одним из приёмов в этой борьбе является дезинформация, выражающаяся, в частности, в подкачке ложных стратегий развития.

Среди “стратегических ловушек”, с которыми сейчас сталкивается Россия, — теория постиндустриализма, способствующая увековечиванию неокOLONиализма. После выдвижения постиндустриальной концепции на Западе был инициирован активный процесс вывода реального промышленного производства в страны третьего мира. Потребность в этом была вызвана не только необходимостью повышения рентабельности производства за счёт дешевизны рабочей силы, но и геоэкономическими причинами. Перемещая индустрию в страны третьего мира, Запад обеспечивал их экспортную привязку к метрополии. Для России принятие на вооружение концепта постиндустриализма в качестве ориентира государственного целеполагания может иметь разрушительные последствия. Постиндустриализм означает разрушение фундамента экономики, связанного с отраслями реального производства. Лишившись фундамента, дом неизбежно рухнет, и под его руинами окажутся погребены и отрасли сервисных направлений.

Жизнь за счёт виртуальных сфер экономики, аккумулируемых в понятии “сервис”, — опасная иллюзия. Отказ от промышленного развития равносителен отказу от развития вообще. Это стали понимать и в Соединённых Штатах — на родине постиндустриализма. В некоторых экспертных кругах уже выдвигается идея реиндустриализации США.

И в это самое время известные российские экспертные группировки — Институт современного развития (ИНСОР), Высшая школа экономики (ВШЭ) — утверждают о безальтернативности постиндустриального пути для России и мира. Что это — неосведомлённость о современном состоянии мирового дискурса или идеологическая ангажированность?

Важно сказать со всей определённоcтью: путь постиндустриализма для России — это путь к закреплению технологического отставания и в конечном счёте к остановке развития. Необходимо идти в ином направлении — осваивать новый высокотехнологичный уклад. К сожалению, Россия “застряла” в пятом технологическом укладе, не успев его полностью освоить и внедрить. Сегодня речь идёт не о навёрстывании упущенного, а об опережающем рывке в следующие технологические уклады. Но это не произойдёт само собой. Такой рывок может стать следствием только точных, выверенных государственных решений по поддержке сбалансированных масштабных меж-

отраслевых проектов, к числу которых относится и обсуждаемый в настоящем докладе проект.

Подчеркнём: многие ошибки в государственном управлении программируются принятием неадекватных научных концептов. Зачастую ошибочные решения подсказываются извне, геополитическими противниками и экономическими конкурентами. Принятие таких концептов властью обеспечивается соответствующей информационной поддержкой, искусственным созданием научных авторитетов.

Наряду с экономическим содержанием в жизни есть и неэкономическая, духовная составляющая. Это не только религия, но и весь спектр нематериальной культуры народа — его история, язык, особенности менталитета, представления о справедливости, его моральные идеалы. Игнорирование этой — самой главной — стороны жизни при разработке стратегии жизнедеятельности государства приводит к утрате смысла существования народа, что заканчивается его исчезновением, растворением в других культурах.

Тысячелетняя история России, сложные трансформации её бытия, апробирование различных моделей существования, эмоциональная и ментальная память, материальные и нематериальные богатства — всё это вместе позволяет говорить о России как о *самобытной цивилизации*. В течение относительно небольшого по историческим меркам периода — немногим более ста лет — Россия настойчиво движется вперёд не просто как большая страна, а как цивилизация, находящаяся в окружении других четырёх мировых цивилизационных центров: европейского, мусульманского, китайского и японского. Дружественная индийская цивилизация территориально отделена от России, латиноамериканская — складывается, а североамериканскую мы рассматриваем как часть европейской.

Наступил период, когда своё будущее Россия должна выстраивать в качестве самостоятельного цивилизационного центра, вступающего в новую фазу интеграционных взаимодействий с другими центрами, осознанно формируя при этом свой самобытный путь, опираясь на собственную ценностную матрицу.

Идея о том, что Россия должна стать интегратором на Евро-Азиатском континенте (рис. 1), была выдвинута нами в 2009 г. Эта идея — альтернатива ситуации “яблока раздора” между конкурирующими центрами, она закладывает представление о возможности интегрального проекта солидарного развития всех цивилизационных центров вокруг России как государства-цивилизации.



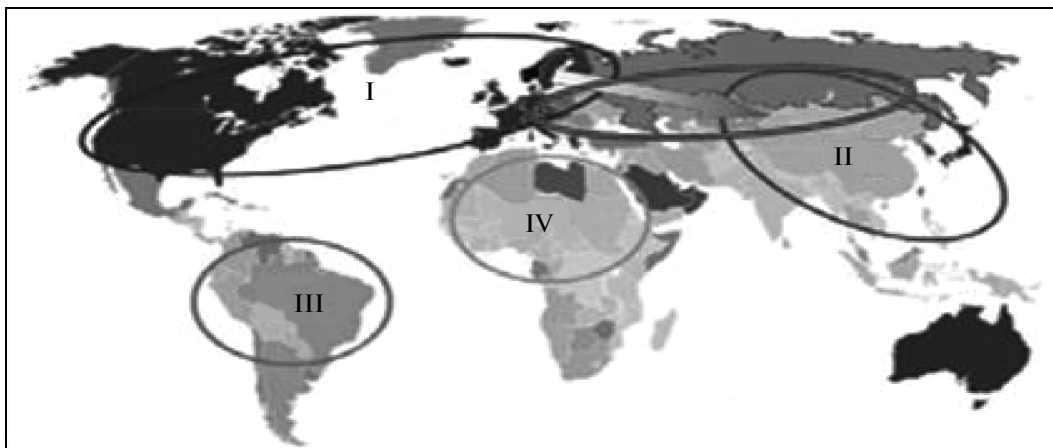


Рис. 1. Россия как интегратор на Евро-Азиатском континенте (модель геоэкономической карты мира)  
I–IV – геоэкономические зоны

## РОСТ И РАЗВИТИЕ – НЕСОВПАДАЮЩИЕ ПОНЯТИЯ

Фактически мир стоит перед выбором: каков образ, какова экономическая модель, которыми будет наполнена идея солидарного развития в Евразии? Одновременно это и принципиальный вопрос о механизме взаимодействия разных стран в современных условиях. На каком языке, на основе каких представлений будут вырабатываться и проводиться в жизнь управленческие решения глобальных игроков в мировой экономике, включая Евразию? Совершенно очевидно, что язык неолиберальной модели больше не работает ни у нас, ни в странах Запада. Ситуация концептуального тупика убедительно показана в исследовании Мирового общественного форума “Диалог цивилизаций” под названием “22 идеи, как исправить мир”, а также в целом ряде работ других интеллектуальных центров.

Это означает, что надо пересмотреть всю иерархию так называемых развитых и развивающихся стран, которая сложилась на основе неолиберальной “экономикс”, пересмотреть употребление самого понятия “развитие”, а также всю модель отношений между “развитыми” и “развивающимися” странами. Специфика экономических представлений, доминирующих на Западе и переносимых в качестве “переднего края цивилизации” на Восток, состоит в том, что категория развития вытеснена категорией роста с глобальными разрушительными последствиями.

Политика экономического роста является краеугольным камнем и основой монетаристского либерализма, поскольку линейный характер роста задаётся прежде всего денежными показателями *количественного увеличения прибыли*. Политика развития предполагает выход за рамки денежных показателей, определение действительного предмета преобразования, обеспечивающего *качественное изменение* мирового экономического хозяйства.

Сегодня само понятие развития деформировано, его сводят к подтягиванию “развивающихся” стран к уровню стран “развитых”. Введение другого признака различения стран, например западные и незападные, позволяет увидеть, что подтягивание незападных стран к экономическим стандартам западных отнюдь не означает развития.

Если Россия всерьёз рассчитывает восстановить свою глобальную субъектность, она должна предложить принципиально новую для современного мира модель управления. Необходимо выдвинуть некую экономическую альтернативу, которая может позиционироваться как особый идеологический призыв к миру. В общих чертах такую модель можно характеризовать как *экономику духовного типа*. Хозяйственная деятельность в ней не самодостаточна, а подчинена высшим духовно-нравственным критериям.

## ЦЕННОСТИ КАК ОСНОВА ВЫДВИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ

Одной из важнейших категорий, используемых при анализе общественных процессов, является категория “ценности”. Опуская описание долгого и незавершённого пути развития этого понятия от Платона и Гегеля до Сартра, Хайдеггера и других современных мыслителей, обратим внимание на механизм формирования ценностей и целей в процессе деятельности людей, в том числе при принятии управленческих и политических решений. Алгоритм можно представить в виде схемы (рис. 2).

В соответствии со схемой первичным является одновременное возникновение идеала и стремления к нему. Идеал (образ), к которому не возникает стремления, не является идеалом. Идеал на первой, часто инстинктивной, стадии этически нейтрален: он не плох и не хорош и может формироваться в виде эмоционально-чувственного об-

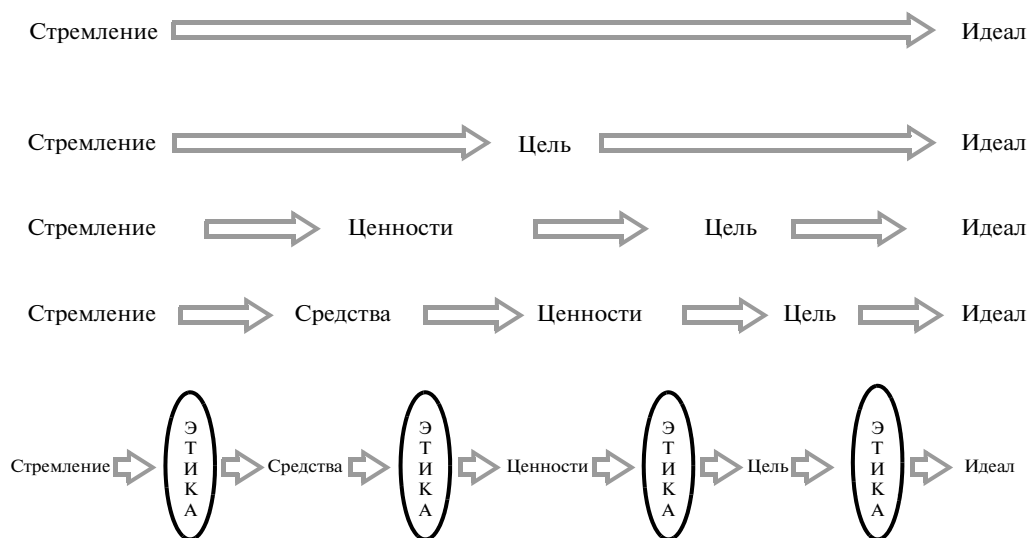


Рис. 2. Механизм формирования ценностей и целей

раза с неопределённой семантикой. Смысловое оформление идеала — интеллектуальное, вербальное, семантическое — возникает на стадии осознания и формулирования цели. Лишь на третьей стадии формируются материальные ценности — как качества ресурсов, условий и правил достижения цели, ведущей к идеалу. Алгоритм завершается инвентаризацией имеющихся и желательных средств достижения цели.

Все элементы и стадии этого алгоритма важны, но следует обратить внимание на то, что и формирование идеала, и определение цели, и выбор средств осуществляются под влиянием не только потребностей, но и этических норм, “фильтрующих” каждую стадию алгоритма. Этические, нравственные нормы — это и есть та матрица ценностей, тот духовный мир, которым определяют содержание и смысл жизни.

Матрица ценностей присутствует в сознании (в том числе в общественном сознании) как продукт прежних алгоритмов и может воспринимать-

ся как объективно существующая, но может формироваться заново в рамках вновь возникшего идеала и соответствующего алгоритма.

Специфика предлагаемого нами подхода заключается в принятии исходного для управленческого проектирования понятия *ценностная цель*. Введение категории ценностных целей в научный и управленческий оборот совершенно необходимо для преодоления традиционной объяснительной модели экономики, опирающейся на абстрактный образ “экономического человека”. Предлагаемый подход к экономике состоит во включении в неё категории “ценность”, которая в явном виде вводится в цепочку проектирования государственной политики (рис. 3). Именно через блок ценностей происходит утрата государственной субъектности, утрата цивилизационной идентичности. Троянским конём в блоке ценностей стал “экономический рост” как самодовлеющая ценность экономизма, человека экономического.



Рис. 3. Внешнее проектирование государственной политики

Это принципиальный момент для принятия управленческих и политических решений. *Цели должны ставиться на основе определённых духовно-нравственных ценностей.* Ценность роста и её основание — количественное увеличение прибыли — это мир материальных ценностей, и он задаёт один тип целей, преимущественно потребительских. Ценность развития и её основание — качественное усложнение общества и сфер деятельности, его духовный рост — задают другой тип целей, неразрывно связанных с ценностной матрицей и этическим выбором. Неслучайно мы сегодня наблюдаем стремительное упрощение и деградацию тех сфер, которые ориентированы на показатели количественного роста, измеряемого в деньгах.

Важно понимать, что *развитие* — это надэкономическая категория. Будучи включено в экономизм и подчинено экономизму как определённому типу ограниченного мировидения, развитие перестаёт отличаться от роста и отождествляется с ним. В доминирующем сегодня типе экономического мышления развитие и рост употребляются через запятую. На самом деле развитие — это всеобъемлющий оператор, в рамках которого осуществляется рост. Развитие не отменяет рост, но задаёт требования к нему, в том числе и прежде всего к духовно-нравственному, качественному росту социума. В этом смысле развитие осознаётся как позитивная ценностная категория.

Необходимо отказаться от зашоренного экономического мышления, порождаемого бухгалтерскими показателями бюджета частной корпорации, субъекта федерации или государства в целом. Следует мыслить надэкономической категорией развития, учитывающей реалии усложнения общества, появление новой формы его организации, создание новых индустрий, новых городов, новых проектируемых стилей жизни. Только на такой основе государственное управление способно всколыхнуть российское общество и повести его за собой. Для восстановления субъектности России как государства-цивилизации в цепочку управления необходимо ввести такую ценность, как развитие.

Важно при этом иметь в виду, что ключевые документы о стратегическом развитии США, Западной Европы, Японии нацелены на обеспечение экономического роста. Вопрос о взаимодействии “развитых” и “развивающихся” стран становится центральным для будущего евразийского пространства. Что будет взято за основу цивилизационного освоения Евразии — экономический рост или развитие? Надэкономическое целеполагание, реализующее перспективу развития России как цивилизационного ядра с интегрированным и с ним ареалами от Тихого океана до Атлантики, о котором говорил В.В. Путин, воплощено в проекте Трансевразийского пояса развития (ТЕПР).

Чтобы не было путаницы с понятием “развитие”, употребляемым в обширной западной экономической литературе, в официальных документах стран Запада, и нашим пониманием развития (английское слово *development* не покрывает содержание понятия “развитие”), мы выделяем русское слово латиницей — *razvitie*.

## МЕГАПРОЕКТЫ — ОДИН ИЗ АЛГОРИТМОВ РАЗВИТИЯ РОССИИ

Россия на протяжении своей истории осуществила несколько рывков в развитии, каждый из которых можно рассматривать как мегапроект. Причём сфера “проектирования” собственной судьбы всегда выходила в нашей стране за рамки чисто экономического прагматизма. Начиная с принятия христианства — духовного “мегапроекта”, через титаническое собирание русских земель вопреки междоусобицам и ордынскому игу Россия осуществила грандиозный имперский мегапроект Петра Великого, осознала себя как Третий Рим, осилила масштабный коммунистический проект, создала развитую промышленность, системы образования, здравоохранения и национальной безопасности.

Мегапроекты — не случайный выбор страны и народа, а их глубинное свойство, способ развития. Проект строительства Транссиба в своё время дал сильнейший толчок развитию не только прилегающих регионов, но и целых отраслей промышленности. В нашем недавнем советском прошлом было реализовано немало успешных больших проектов, оказывавших позитивное влияние на жизнь народа не только в рамках одной отрасли. Таковы, например, проекты ГОЭЛРО, Атомный проект, развитие авиационной промышленности, железнодорожного транспорта, систем телекоммуникаций. Современная Россия готова и стремится к продолжению традиции развития через реализацию крупных инфраструктурных, промышленных и духовных проектов.

Среди современных духовных проектов — не только возрождение православия и других религий, но и осознание цивилизационной роли России в мире, чему в немалой степени способствует деятельность Мирового общественного форума (МОФ) “Диалог цивилизаций”.

Среди недавних успешных больших инфраструктурных проектов — создание спортивно-рекреационного кластера и проведение зимних Олимпийских игр в Сочи, развитие инфраструктуры на Дальнем Востоке для проведения форума АТЭС, строительство автомобильных и железных дорог. Крупными инфраструктурными проектами являются стремительное расширение сети телекоммуникаций, развитие Интернета. Нельзя не упомянуть и проект по развитию высокоскоростного железнодорожного транспорта.

Все эти проекты являются важными, они способствуют развитию страны, улучшают жизнь населения. Однако сегодня Россия готова к настоящему мегапроекту, который позволит вырваться в пространство нового качества жизни, в новый промышленно-технологический уклад. Сто лет назад при Императорской академии наук под руководством В.И. Вернадского была образована КЕПС — Комиссия по изучению естественных производительных сил России. Результатом её работы, в частности, стал знаменитый план ГОЭЛРО, а затем и индустриализация СССР.

Такого рода проектом, планом ГОЭЛРО XXI века, для России может явиться проект *Трансевразийского пояса Razvitie (ТЕПР)*. Проект предполагает формирование на территории Сибири и Дальнего Востока важнейших составляющих нового технопромышленного и социокультурного уклада, принципиальным элементом которого является *интегральная инфраструктурная система*. Она объединит транспорт, энергетику, телекоммуникации, транспортировку воды, нефти и газа, обеспечит создание новых отраслей промышленности и новых научно-технологических и инженерных городов вдоль БАМа и Транссиба.

Пояс “Razvitie” является принципиально новым геоэкономическим, геополитическим и геокультурным концептом. Он отличается от понятий “страновой мост” и “коридор развития”, которые включены в этот концепт и выступают в виде отдельных аспектов понятия “пояс Razvitie”. С геоэкономической точки зрения, это формирование нового полюса генерации общественного богатства, заметного на фоне существующих мировых экономик. Геополитический аспект предполагает создание новой формы международного сотрудничества по совместному стратегическому планированию и неоиндустриальному освоению значительных территорий. Наконец, геокультурный аспект связан с евразийским мировоззрением, основанным на цивилизационной идентичности и диалоге цивилизаций.

Реализация этого проекта предполагает понимание развития как ценности и одновременно предмета кооперации и солидарного взаимодействия разных стран. Именно страны, готовые запустить планетарные процессы развития, способны вытащить мир из застоя и кризиса, не допустить разрастания международных конфликтов в новую мировую войну. Речь идёт не просто о преобразовании некоторого социального процесса, а о резком расширении возможностей и отдельного человека, и всего человечества за счёт получения новых знаний о принципах и эффектах природных и социальных процессов, создания новых технологий, новых социальных институтов, развития способностей и компетенций человека.

Понимаемое таким образом развитие — это совокупное взаимосвязанное совершенствование

знаний, технологий, институтов и человека, подъём уровня его сознания, реализация его способностей. Принципиальным моментом является расширение доступа к новым возможностям всё большего числа людей в рамках всего человечества. Именно в этом пункте — в контроле за доступом к возможностям развития — ценность развития начинает превращаться в политическую категорию. И это не политэкономическая абстракция: конкретным и успешно реализованным механизмом развития явился в своё время трансфер институтов фундаментальной науки, образования и промышленности из России в другие республики Советского Союза.

## ИНТЕГРАЛЬНАЯ ИНФРАСТРУКТУРНАЯ СИСТЕМА

Важным шагом при переходе к новому технопромышленному укладу и к модернизации страны является создание интегральной инфраструктурной системы (мультиинфраструктуры) — гибкого единства транспортных, энергетических и телекоммуникационных инфраструктурных систем, включающих космос и спутники. Это нужно не только для того, чтобы снизить таможенные барьеры для обмена между государствами имеющимся ассортиментом продукции. Не менее важно запустить новую масштабную индустриализацию по производству принципиально новых товаров, услуг, технологий на основе советского и мирового опыта, исходя из понимания тех процессов, которые происходят сегодня в мире.

Необходимо преодолеть ведомственно-отраслевой характер российской экономики. Должен быть осуществлён переход от моноотраслевых проектов к межотраслевым проектам, от проектов исключительно строительства инфраструктуры к проектам использования инфраструктуры. Если проект начинает какая-либо инфраструктурная компания, то она должна втягивать в свою орбиту практически все остальные корпорации, образующие основу российской экономики. Инфраструктурный инициатор (например, ОАО “РЖД”), запускающая межотраслевой и надотраслевой проект Трансевразийского пояса развития, является проводящей системой для инвестиций в комплексные проекты: заказы на создание узлов мультиинфраструктуры будут поступать на энергетические, телекоммуникационные и машиностроительные предприятия. Элементы интегральной инфраструктуры должны обеспечить:

- связь разделённых и разрозненных инфраструктурных услуг (транспорт, энергетика, телекоммуникации, транспортировка воды);
- синтез информации обо всех типах потоков, движущихся через данную инфраструктуру, — энергии, товаров, людей;

- увеличение не только мощности потока энергии через интегративный инфраструктурный канал, но и КПД;

- координацию в реальном времени взаимодействия множества пользователей инфраструктуры, изменяющих свои запросы и решения.

ТЕПР означает формирование огромного внутреннего спроса: только железнодорожный транспорт обслуживают 19 отраслей, а сколько их будет вовлечено в строительство интегральной инфраструктуры! Развитие железных дорог влечёт за собой ускоренное развитие тяжёлого машиностроения, дизелестроения, электротехники, создание новых материалов, средств коммуникации и т.д. Любые хозяйственные системы, которые впускают в себя “вирус инфраструктурной интеграции” и преобразуются на основе новых инфраструктурных решений, увеличивают капитализацию своих активов на порядок: формирование новых связей на основе инфраструктурных решений — это создание принципиально иных возможностей, которые потом могут быть капитализированы.

Интегральная инфраструктура — это рост комплексного социального капитала страны. Корпорации и целые сферы деятельности, которые связаны с новым социальным капиталом, оказываются естественным образом включёнными в более эффективный технопромышленный и социокультурный уклад (рис. 4).

#### СТРАТЕГИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ И КОНКРЕТИЗАЦИЯ ЦЕЛЕЙ

Сегодня в России ощущается недостаток интеллектуально-управленческой платформы, которая обеспечивала бы выявление приоритетных проблем, планирование масштабных способов их решения, а затем отслеживание их реализации. В лучшем случае используются “рыночно ориентированные” методы прогнозирования, соответствующие парадигме экономического роста, но не методы планирования в рамках парадигмы развития. Проект ТЕПР предполагает создание экспериментального варианта платформы “Razvitie”, предназначенной для стратегического планирования и управления процессами развития на территориях реализации проекта.

Процедуры стратегического планирования в рассматриваемом случае начинают развёртываться с создания крупных материальных инфраструктурных проектов как общей базы для различных корпораций. Подобный подход можно было бы назвать “ситуационный Госплан снизу” или “федеральная контрактная система снизу”. В этом случае деятельность различных корпораций одной отрасли можно организовать за счёт включения их в общую систему контрактов по созданию ТЕПР. Для организации надотраслевого

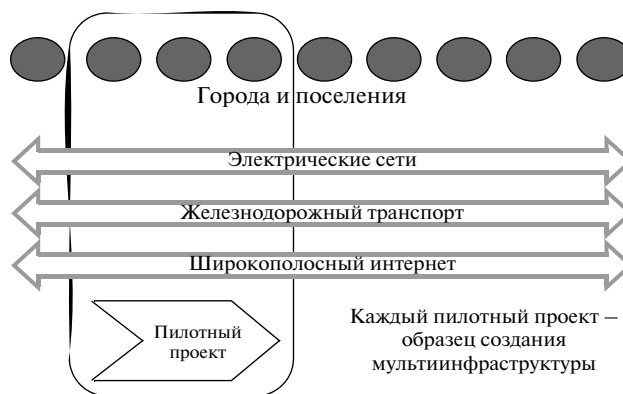


Рис. 4. Интеграция инфраструктур в рамках Транс-евразийского пояса развития

пространства ТЕПР необходимо сформировать системно-инженерную матрицу связей циклов жизни контракта, проекта и актива. Интеллектуально-управленческая платформа Razvitie является операциональным механизмом развёртывания ТЕПР в надотраслевом и надкорпоративном пространстве. Она позволяет связывать заказы на создание узлов мультиинфраструктуры с формами их дальнейшего использования группами потребителей.

Важно подчеркнуть, что Трансевразийский пояс “Razvitie” создаётся под наши собственные требования: нам необходимо развиваться на огромной территории страны с небольшим населением, которое нужно стимулировать к росту рождаемости. Это совершенно иной тип движения в будущее, чем опора на большой естественный прирост населения, например, в Юго-Восточной Азии.

Конкретизируя цели развития в проекте ТЕПР, следует иметь в виду следующие обстоятельства.

Во-первых, речь идёт о социально-экономическом развитии, которое предполагает создание 10–15 новых промышленных отраслей, их локализацию и строительство вписанных в окружающую среду перспективных поселений. Именно эти новые отрасли и определяют стратегические типы занятости с заявленной Президентом РФ В.В. Путиным необходимостью создания 25 млн. продуктивных рабочих мест.

Во-вторых, предполагается интеграция разделённых ведомственными перегородками инфраструктур в единую мультиинфраструктуру.

В-третьих, проект ТЕПР должен быть привлекательным для западных корпораций и правительств, предоставляя возможность выноса опережающего промышленно-технологического развития стран-участников мегапроекта на российскую территорию. Это может происходить по разным причинам — из-за недостатка пространства, связанности ресурсов уже осуществля-

емыми экономическими проектами и др. На российской территории можно было бы совместно создавать нечто принципиально новое.

Наконец, в-четвёртых, должен быть обеспечен приоритет долгосрочного инвестирования в развитие любых масштабов с гарантированной возвратностью для создания нового мирового полюса генерирования общественного богатства.

Что касается финансирования проекта ТЕПР, для его реализации необходима единая проблемно-проектная среда управления долгосрочными инвестициями. *Она нужна для разработки глобальной архитектуры сборки действующих игроков в цепочки формирования добавленной стоимости, планирования действий различных субъектов.* Без создания подобной программы не получается ни развития, ни роста.

Постановка масштабной проблемы и определение способов её решения позволяют выйти за рамки экономической динамики существующих институтов, сделать шаг в будущее. Обнаружение реальной практической проблемы — это выявление зоны, где уже сейчас перестают (или в скором времени перестанут) действовать механизмы власти. Попытка решения проблемы и передача найденного решения структурам власти — это форма восстановления властной вертикали управления общественно-экономическими процессами.

Последний аспект исключительно важен. Грандиозность проекта ТЕПР неизбежно вызывает вопрос: откуда возьмутся огромные инвестиции на его воплощение в жизнь? Действительно, если говорить о Трансевразийском поясе “Razvitie” как о поселенческо-индустриальной полосе шириной 200–300 км вокруг транспортных и энергетических коридоров вдоль всей Евразии, то объём вложений должен достигать триллионов, а то и десятков триллионов евро.

Основная характеристика проекта ТЕПР заключается в том, что он не может быть реализован вне кооперации, без специальных многочисленных и многоуровневых процедур планирования и операционализации взаимодействия его участников, представляющих разные страны. Этот проект должен явиться альтернативой действующим принципам глобальной экономики, результатом которых стал мощнейший финансово-экономический кризис, он должен направленно повлиять на изменение доминирующей экономической парадигмы.

Осуществление трансконтинентальных проектов, для которых необходимы огромные инвестиции, оказывается возможным, если используется корзина валют. Точнее, корзина нескольких фиат-валют, национальных денег, за которыми стоит вся мощь конкретного государства. Фиат-валюта определяется не золотовалютными резервами, а интегративной способностью государства

довести масштабный проект до реализации. Это становится особенно хорошо понятно после Олимпиады в Сочи, поскольку ТЕПР на порядки сложнее тех задач, которые решались при строительстве объектов к Олимпиаде.

Возможность переосмысления связи между государством и обслуживающей его интересами финансовой системой мы видим в провидческих идеях русского экономиста начала XX столетия Сергея Фёдоровича Шарапова. Он утверждал, что стоимость денег определяется интегративной мощью государства, направленной на реализацию масштабных проектов, а стоимость рубля — мощью российской государственной власти. В нашем случае мобилизационная мощь власти нескольких государств измеряется их способностью совместно разработать глобальную архитектуру проекта. Именно знание о глобальном будущем как вполне достижимом и реальном, а не произвольное печатание необеспеченных бумажных купюр определяет стоимость денег в современном глобально проектируемом мире. При подобном подходе ТЕПР позволяет вырваться из удушающей системы долларизованной экономики, которая грозит постоянной нестабильностью нарождающимся мировым рынкам таких стран, как Китай, Бразилия, Индия, ЮАР, Россия, Казахстан.

#### СТРАНОВЫЕ, МЕЖДУНАРОДНЫЕ И ПЛАНЕТАРНЫЕ РАМКИ ПРОЕКТА ТЕПР

В рамках пояса “Razvitie” предполагается выделить зоны, в которых будут создаваться индустриально-промышленные системы, инфраструктурные решения, формы поселений, которых в настоящее время не существует нигде на земном шаре и которые задают следующий шаг расширения возможностей человечества. К работе над этими экспериментальными “футурозонами” могут быть привлечены исследователи, разработчики, архитекторы, у которых есть заслуживающие внимания прорывные идеи движения человечества в будущее и которые могут пройти через самую требовательную и серьёзную комплексную экспертизу. Главным участником проекта должна стать российская и мировая молодёжь.

Принципиально важно превратить ТЕПР в мировую футурозону. Трансевразийский пояс может стать формой мобилизации системной промышленности и практикоориентированных проектных разработок Евросоюза, Японии, Китая и Кореи, он должен быть основан на опережающей, а не догоняющей индустриализации. Мы заинтересованы в создании прорывных технологий, формирующих инфраструктуру следующего технотехнологического уклада — термоядерную и солнечную энергетику, наноматериалы,

композиты, лазерные станочные агрегаты, космические двигатели, биофотонные системы, системы транспорта на магнитном подвесе.

Речь идёт о технологических узлах, соединяющих в себе три, четыре, пять новых открытий. В научных центрах на постсоветском пространстве — в Республике Казахстан, Белоруссии и России — есть решения по всему спектру подобных направлений. Но постсоветская практико-ориентированная наука, располагающая экспериментальными решениями, сегодня в ещё большей мере, чем советская наука, оторвана от крупносерийного производства в силу институциональной отсталости промышленных систем, а также разрушения проектных и прикладных институтов. Необходима интеграция российских, белорусских и казахстанских научных разработок и институциональных систем западной промышленности будущего (включая интереснейшие технологические решения, предложенные в Японии и Корее). В рамках подобных инновационных групп могут определяться условия превращения научных открытий в конечные технологии “под ключ”, которые включались бы в новые инфраструктуры.

С точки зрения авторов проекта, ТЕПР является гибким единством внутристранового и международного планетарного действия. Поэтому данный проект рассматривается одновременно в четырёх рамках.

*Внутристрановая рамка:* ТЕПР как способ смены доминирующей сегодня в России экспортно-сырьевой модели экономики на модель опережающей реиндустриализации, соответствующей потребностям начала XXI в. Обычно инфраструктурное развитие рассматривается как вспомогательное и обеспечивающее для промышленной политики и бизнеса. В данном случае, напротив, предполагается за счёт опережающего формирования инфраструктуры следующего поколения сделать инфраструктурное освоение территории резервуаром накопления новых технологий. Фактически речь идёт о создании территориально выделенного плацдарма опережающего технологического развития, откуда новые технологические решения будут распространяться в другие области при условии специального их сопровождения.

*Рамка структуризации Евразийского союза.* В этой рамке ТЕПР выступает как средство территориальной реорганизации и реструктуризации пространства Евразийского союза, выделяются стыковочные регионы внутри этого союза и между ним и другими странами, которые обеспечивают координацию разных темпов и уровней социального развития для преодоления эволюционно сложившихся расхождений. На территории Евразийского союза планируется территориальное размещение ядер нового технопромышлен-

ного и социокультурного уклада. С этой точки зрения, ТЕПР — это не только транспортно-транзитный коридор, не только “труба” для перекачивания дешёвого ширпотреба из Китая в Европу через пространство Евразийского союза. ТЕПР — это зона новой индустриальной технологической революции, связанной с использованием прорывных технологий при создании интегративных инфраструктур, промышленных кластеров и новых поселений.

*Трансконтинентальная рамка* ТЕПР предполагает организацию пространственных взаимодействий международных участников проекта: Евросоюза, Китая, Японии, Кореи, Монголии. ТЕПР — это особый способ организации евразийского пространства, в котором “не Россия находится между Европой и Азией, а Европа и Азия находятся слева и справа от России” (В.В. Путин). Другими словами, роль России не сводится к капитализации её транзитного потенциала, эта роль связана с формированием нового очага генерации общественного богатства на основе соразвития с участием всех цивилизационных центров, соседствующих с Россией.

Наконец, *в четвёртой, планетарной, рамке* ТЕПР рассматривается как новая интеллектуально-управленческая платформа “Razvitie”, которая обнаруживает общие условия действия на разных континентах: в форме Трансевразийского пояса Razvitie — для Евросоюза, России, Китая, Японии, Индии, Кореи, Казахстана, Украины, Белоруссии, других стран СНГ, в форме Транслатиноамериканского — для Бразилии, Колумбии, Чили, Перу, Аргентины, Трансафриканского — для ЮАР, Анголы и других стран континента. Возможен даже евразийско-американский пояс, предполагающий соединение Аляски с Чукоткой. Таким образом, платформа “Razvitie” позволяет осуществлять совместное продвижение трансконтинентальных проектов. Накапливая знания в этой области, работает МОФ “Диалог цивилизаций”.

## БОЛЬШОЕ ДЕЛО КАК УСЛОВИЕ ЦИВИЛИЗАЦИОННОЙ ИДЕНТИЧНОСТИ РОССИИ

Кто будет субъектом предполагаемых грандиозных преобразований? Речь идёт о формировании задачи Большого Дела, которая сможет привлечь людей и инициировать их самоопределение. Упомянутые четыре рамки проекта ТЕПР сквозным образом опираются на представление о солидарном развитии, вытекающем из цивилизационной идентичности России.

Инфраструктурные приоритеты создают условия для формирования в России общества развития — уникальной социальной системы, основан-

ной на цивилизационной идентичности. Проект ТЕПР позволяет формировать на этой основе новые принципы и цели социально-экономического развития, восстанавливать в обществе дух творчества, исканий и победы.

Общество развития в России — это новые типы перспективной занятости для реализации проектов ТЕПР. Они представлены в виде типов и семейств профессий. Это новые молодёжные города, новые технологии транспорта, энергетики, производства здоровой пищи и материалов, телекоммуникаций, но одновременно это и новые перспективные стили жизни, работы, досуга, семейного бизнеса. Ядро общества развития — это российский человек, способный осознать свою цивилизационную идентичность, связанную с задачами развития страны, общества, места жизни и планеты. Сегодня цивилизационная идентичность российского человека может быть введена именно через идею “razvitie”.

Необходимо различать гражданскую, этнонациональную, конфессиональную и цивилизационную идентичности. В каждой из этих областей есть свой набор проблем и свои варианты их решения. Ни этнонациональная, ни гражданская, ни конфессиональная идентичности не могут быть иерархически доминирующими и определяющими при проведении культурной политики российского государства, формировании государственной идеологии.

Ведущим типом является *цивилизационная идентичность* российского человека, определяющая традицию существования российского государства-цивилизации. В рамках этой ведущей идентичности находится место для раскрытия и обнаружения многогранных форм самоопределения этносов, конфессий, гражданских групп в соответствии со всеми другими типами социокультурных традиций. Именно цивилизационная идентичность российского человека создаёт условия для цветущей сложности и многообразия государственного устройства страны.

Самоубийственным для российского государства-цивилизации является превращение этноконфессионального самоопределения, национально-этнической, гендерной или гражданской активности в форму доминирующей исключительности. Более того, именно цивилизационная идентичность российского человека является определяющей для формирования суперэтнуса, который станет субъектом нового формирующегося сообщества — Евразийского союза.

Важнейший вопрос — о *ценностной матрице*, которая определяет цивилизационное своеобразие России. На наш взгляд, важнейшие ценностные фокусы российской цивилизации — это человеческое достоинство, основанное на примате духовных принципов над материальными, служение избранным идеалам и планетарным целям, справедли-

вость и братство. Именно интеграция этих ценностей в единую ценностную матрицу позволяет отличить принцип формальной свободы в виде прав и свобод индивида, навязываемых сегодня всему миру западной цивилизацией, прежде всего США, от духовной свободы, предполагающей сохранение братской общности народов, реализующих цели развития. Удушающий национализм, провоцируемый у русского народа, как раз и направлен на то, чтобы лишить его возможности осуществить цивилизационное служение, связанное с утверждением России как цивилизации развития.

Идея развития не является политтехнологическим сиюминутным “новоделом”, перечёркивающим самоопределение на основе тысячелетней традиции российской государственности, конфессиональных и этнических традиций, исторических инициатив гражданского самоопределения. Идея взрывного развития не противостоит традиции, бытование в которой требует непрерывного духовного творчества. Традиция и существует как неотрадиционализм, как постоянный творческий акт, а не как пустая непродуктивная имитация и повторение чужого творчества.

Превращение развития в государственную стратегию и общественную идеологию предполагает выход за узкие рамки экономизма к широкому взгляду на общественные процессы.

В чём состоит собственно российский социокультурный подход к идее “razvitie”, отличающийся от английского *development* или китайского *фацжань*? Полноценный принцип развития, вытекающий из специфически российских факторов, может быть сведён к пяти важнейшим характеристикам:

- *российская наука* — создание неизвестных ранее технологий на основе новых физических принципов и достижений фундаментальной науки, создание новых индустрий и кластеров, нового опережающего технопромышленного и социокультурного уклада;
- *российская инфраструктура* — создание на территориях мультиинфраструктуры, объединяющей интеллектуальную энергетику, “умный” транспорт, проактивные телекоммуникационные сети;
- *российская Гардарика* — создание новых научно-технологических городов, формирующих социокультурную среду развития, где создаются новое знание, технологии и новый перспективный стиль жизни, благодаря чему обеспечивается переселение страны;
- *российские финансы* — долгосрочные инвестиции в развитие инфраструктуры, кластеров, поселений на основе формирования корзины фиат-валют;



- *формирование национально-ориентированного сетевого класса “razvitie”*, способного к самоорганизации на основе предъявления ценностной вертикали развития и создания трансконтинентальных схем управления развитием.

Развитие — это сложный акт творчества, который возможен только на фундаменте традиции — традиции мышления, традиции русских научных школ и инженерных обществ, традиции общественного продвижения на новые территории и к новым рубежам. Практика развития связана для нас прежде всего с реализацией проекта Трансевразийского пояса “Razvitie”. Таким образом, идея “razvitie” является способом конституировать себя в традиции с одновременным предъявлением масштабного дела.

Проект ТЕПР как практическая реализация идеологии развития не только не позволяет прервать традицию российской государственности и поместить её в “американский музей”, но даёт возможность восстановить Россию в числе субъектов новой конфигурации цивилизационной карты мира.

\* \* \*

Подведём основные итоги. Итак речь идёт о формировании ареала стран парадигмы развития по оси Транссиба. По сути, это создание альтернативы неолиберальной парадигме глобального доминирования. Для нашей страны ТЕПР означает реиндустриализацию, привлечение трудовых ресурсов в Зауралье и на Дальний Восток, активное переселение территории страны. Оценочный прирост ВВП будет иметь порядковую кратность, поскольку намечаемая реиндустриализация предполагает перевоспроизводство всей технологической инфраструктуры Транссиба, а затем и страны на основе новых научных решений.

Представленная научно-практическая концепция — концепция проекта нового типа, интегрального по внутренней структуре и солидарного по внешней форме реализации: интегрально-инфраструктурного и солидарно-цивилизационного одновременно. На примере этого типа проекта демонстрируется новый подход к постановке целей развития Российской Федерации, в корне отличающийся от традиционного целеполагания.

Главные черты и принципиальные отличия этого подхода:

- переход от развития внутренних территорий разных стран на основе проектов развития их внутренней инфраструктуры к развитию территорий на основе проектов солидарного развития трансконтинентальной инфраструктуры;

- идеология развития территорий не на основе экономического роста, а на проектной основе включения земель в развитие трансрегиональ-

ной, трансстрановой и трансконтинентальной инфраструктуры;

- в рамках этой идеологии экономический рост не упраздняется совсем, а только встаёт на своё законное место и является подчинённым показателем (одним из них) успешности реализации проекта;

- проектирование разных по своей природе типов инфраструктуры (социокультурной, технологической, инновационной, индустриальной, финансово-инвестиционной, внешней и внутренней безопасности, политической), интегрированных в единый комплекс;

- солидарное (то есть совместное, взаимоподдерживающее, согласованное) развитие прежде всего тех территорий, которые расположены между конечными (оконечными) точками инфраструктуры.

Таким образом, представленный инфраструктурный проект — это не очередная программа развития транзитной инфраструктуры или инфраструктуры освоения месторождений сырья, имеющих узконаправленный, узкоспециальный характер. Это проект создания инфраструктуры следующего уровня человеческой цивилизации, который связан с солидарным развитием стран, народов, культур.

Миссия России как государства-цивилизации сегодня состоит в формировании на евразийском пространстве нового очага генерации мирового общественного богатства на основе интегральной инфраструктуры нового поколения. Средством реализации такой миссии России является ТЕПР как интегральный проект солидарного развития всех цивилизационных центров вокруг России.

*По завершении доклада В.И. Якунин ответил на вопросы участников заседания.*

**Академик А.С. Бугаев:** Спасибо, было очень интересно. Какова роль Академии наук в решении поставленной глобальной задачи? Второй вопрос более частный. Не противоречит ли изложенная концепция утверждённой Правительством Российской Федерации “Стратегии развития транспорта до 2020 года”?

**В.И. Якунин:** Начну со второго вопроса. Нет, данная концепция не противоречит утверждённой Правительством РФ “Стратегии развития транспорта до 2020 года” и подтверждение тому — принятие определённых элементов государственной управленческой стратегии. Инвестирование в размере 260 млрд. руб. в модернизацию Байкало-Амурской магистрали и Транссиба — ответ на поставленный вопрос. Более того, цель развития просторов Сибири и Дальнего Востока также полностью соответствует концепции, и концепция может быть интегриро-

вана в поставленную социально-экономическую задачу.

Что касается первого вопроса, то я, воспитанный в академических традициях и некоторое время работавший в Физико-техническом институте им. А.Ф. Иоффе, считаю, что научный потенциал Академии наук должен использоваться для практического проектирования государственной политики, как в области экономики, так и в области развития социума. Раньше существовала серьёзная дифференциация между академической, фундаментальной наукой и наукой отраслевой. Мне представляется, что приоритет должен быть отдан фундаментальным исследованиям. Глубоко в этом убеждён и именно поэтому выступил в Академии наук с докладом. Потенциал академической фундаментальной науки в решении поставленной глобальной задачи необходимо реализовать на практике.

**Член-корреспондент РАН Л.Э. Миндели:** Владимир Иванович, подобная транспортная концепция была принята в Китае. Там в проекте участвуют сопредельные государства, в том числе и Казахстан. Насколько предлагаемая вами концепция Трансевразийского пояса развития и концепция Китая в принципе совместимы?

**В.И. Якунин:** На сегодняшнем заседании присутствует профессор Ли Синь из Китайской Народной Республики. Думаю, он сможет обстоятельно ответить на этот вопрос. Пять лет назад, когда нами был предложен проект развития нового транспортного коридора, мы исходили из транзитного потенциала России и рассчитывали на заинтересованность Китая, Японии, европейских стран в реализации этого проекта. Сегодня проект доведён до уровня подготовки бизнес-плана.

Приехав в Китай с проектом, я рассказал о нём министру железных дорог и получил ответ о том, что китайское руководство очень внимательно рассматривает российские проекты, которые мы предлагаем и которые обсуждаются в том числе на форуме “Диалог цивилизаций”. Более того, он отметил, что для Китая северная ветка Великого шёлкового пути становится приоритетной. Вы абсолютно правы: все страны сегодня прекрасно ориентированы в товарных, денежных, людских потоках. С точки зрения осуществления внешней торговли, китайцы делают всё совершенно правильно. Китай — страна, которая производит огромное количество товаров и экспортирует их; они будут заинтересованы в этом и в дальнейшем. Но идея пояса “razvitie” отличается от создания новой транспортной системы или нового транспортного коридора. Мы говорим о солидарном развитии территорий, в котором наши китайские друзья могут и, я уверен, захотят принять участие.

**Академик Р.И. Нигматулин:** Я поддерживаю общий дух вашего доклада, Россия нуждается в

таких мегапроектах. Хочу также поддержать вашу мысль относительно межотраслевого баланса. На мой взгляд, 99% (если не все 100!) современных экономических учреждений не дают о нём представления, потому что это требует высокой математической культуры. Матрица производственных затрат, матрица потребительских статей и т.п. предполагают использование математических методов, но современных экономистов этому не учат.

Такие проекты требуют гигантского сосредоточения национальных ресурсов. Сталинские методы 1930-х годов сейчас не пройдут. Спрашивается, откуда взять средства? Сейчас огромная часть национальных ресурсов распределяется по олигархическим каналам, фактически уходит из страны. Как можно повернуть этот поток вспять? Тем более что на реализацию мегапроекта требуются триллионы уже нерусских рублей.

**В.И. Якунин:** Обсуждая вопрос о национальной бизнес-элите России с одним из наших крупных руководителей, З. Бжезинский сказал: “У вашей бизнес-элиты в наших банках лежит 500 млрд. долл. Задумайтесь, пожалуйста, это ваша национальная бизнес-элита или уже не ваша”?

По моему убеждению, в ваших словах уже содержится ответ. Полагаю, что сегодня было бы неправильно мазать одним цветом всех крупных предпринимателей, которые работают в частном секторе. Задача любой корпорации заключается именно в получении прибыли, и крупные предприниматели понимают, что всё накопленное в виде долларовых денежных активов в одночасье может перестать существовать. Думаю, что бытие определяет сознание. Если будет сформирован государственный политический концепт развития регионов и концепт реализации этого проекта, уверяю вас, что крупные думающие бизнесмены его поддержат. Подобные примеры есть. Сегодня на Урале впервые создано производство локомотивов, и инвестировал деньги в это производство человек, которого условно относят к олигархату. Но олигархат — это сращивание капитала и государственной власти. Если власть выскажет своё мнение по поводу такого проекта, то, я вас уверяю, все другие структуры примут в нём участие.

**Академик Г.А. Романенко:** Идея переброски воды не нова. Какая здесь цель, какой предполагается результат? Это транспорт, питание или экология?

**В.И. Якунин:** Я всегда был противником идеи переброски рек. Она вредна по той простой причине, что уже сегодня огромная часть населения Земли испытывает нехватку питьевой воды, и дарить по дружбе этот ресурс мне представляется неправильным. Речь идёт не просто о переброске воды, а о создании мультиинфраструктуры — транспортной, энергетической, информацион-

ной, банковской. Это те сферы, которые сегодня определяют взаимодействие различных государств в глобальной экономике, включая новое сельскохозяйственное производство, производство продуктов питания, исключая их геннообразованный вариант. На просторах Сибири, которая всегда была житницей России, вполне возможно развитие таких производств. Алтайский край, например, продаёт в Италию твёрдые сорта пшеницы. Это можно делать.

**Академик С.М. Алдошин:** В вашем проекте ТЕПР большая составная часть — это сибирский кусок. Под лозунгом развития сибирских регионов в своё время задумывался и БАМ. Какие задачи, с вашей точки зрения, удалось реализовать при строительстве БАМа, а какие нет? Что нового в проекте ТЕПР по сравнению с предшествующими крупными программами развития Востока страны? Второй вопрос касается Академии наук. Понятно, что без сотрудничества с академией реализовать подобный масштабный проект трудно. У нас есть хороший опыт сотрудничества с ОАО “РЖД”, немало сделано в области разработки новых материалов, экологии, автоматических систем управления, в том числе вместе с НИИАСом “РЖД” разработана система управления со спутниковой навигацией, и завод научного приборостроения в Черноголовке уже выпускает для вашей отрасли эти приборы. Как вы оцениваете сотрудничество с Академией наук? Что нужно было бы сделать, чтобы наше взаимодействие перешло на следующий уровень?

**В.И. Якунин:** В одном из выпусков журнала “Economist” была напечатана статья, в которой строительство Байкало-Амурской магистрали описывалось через призму желания, цитирую, советской номенклатуры освоить деньги. Никакого отношения в период строительства магистрали к государственному структурам я не имел и могу с абсолютной уверенностью сказать, что эти измышления не имеют ничего общего с действительностью.

Если бы сегодня Байкало-Амурской магистрали не было, то мы бы плотно встали в пробки и не смогли обеспечить даже того экономического роста, который сегодня есть. У нас большой объём перевозок грузов в направлении дальневосточных портов, и неважно, что это, как правило, перевозка сырья. Важно, что это обеспечивает доходы нашему бюджету, обеспечивает развитие экономики. По сравнению с самым удачным годом советского периода объём этих перевозок возрос в 8 раз. Если бы не было Байкало-Амурской магистрали, мы бы остановились в экономическом развитии.

Что не удалось сделать? Построили новые города, посёлки, заложили новые промышленные

гиганты, а потом наступил период, когда всё это оказалось невостребованным. Это не беда и не вина проектировщиков Байкало-Амурской магистрали, так как БАМ — это только элемент инфраструктуры. Это беда всех нас: мы прошли через такой этап экономического спада, когда всё оказалось невостребованным. Я был на БАМе в тяжелейший период и видел, как трудно живётся людям, как тяжело поддерживать инфраструктуру. А сейчас я вижу энтузиазм людей, когда по Байкало-Амурской магистрали, как и по Транссибу, поезда идут с интервалом почти в восемь минут.

Что касается перспектив использования ОАО “РЖД” как своего рода локомотива для развития новейших технологий, то могу сказать, что мы в своём развитии тоже подошли к определённой критической точке. То, что можно сделать за счёт оптимизации процессов, сделано. С точки зрения возможности использования новой техники, новых локомотивов, мы это заложили, но денег не хватает, поэтому в одночасье нет возможности повысить производительность труда.

Что не удаётся сделать сегодня? Например, нет возможности полностью автоматизировать системы автоматического управления процессами формирования поездов. У нас, например, есть только одна автоматизированная “горка”. Но сегодня уже используется автоматическое ведение электропоездов. Об этом никто не знает, но в Сочи электропоезда “Ласточка” двигались в автоматическом режиме. Машинист там сидел для того, чтобы контролировать работу систем и следить за безопасностью посадки и высадки пассажиров.

В перспективе необходимо создать новую систему управления высокоскоростным движением. Существующие системы уже не отвечают требованиям времени. Но некоторые их элементы необходимо сохранить, потому что примеры аварий на Западе свидетельствуют, что именно наша система рельсовых цепей более надёжна. Уверяю, вашему институту и в целом академии работы хватит.

**Академик Д.В. Рундквист:** В вашем докладе затронут коренной вопрос, от которого во многом зависит будущее России, и предложен здравый подход. Однако решение поставленной задачи осложняется, предварительно необходимо урегулировать десятки очень важных вопросов, которые многое лимитируют. Я имею в виду, во-первых, таможенные взаимоотношения, которые сегодня, например, на границе Китая и России представляют большие трудности. Во-вторых, в вашей концепции обязательно следует предусмотреть использование местных энергетических ресурсов, иначе может получиться такая же исто-

рия, как сейчас с Кузбассом, ресурсы которого практически не используются. В-третьих, необходимо определить (и это вопрос к вам), в какой мере реализация проекта должна стать результатом государственных планов, а в какой — частных компаний. Как должно быть организовано взаимодействие?

**В.И. Якунин:** Этот вопрос чрезвычайно объёмный. Но могу сказать, что общий замысел развития должен формироваться в государственных кабинетах. Не может одна отдельно взятая корпорация — будь то ОАО “РЖД”, “Газпром”, “Роснефть” — мыслить категориями развития общества в целом, так как это общественно-политическая задача, которая должна быть поставлена, и

ответы на неё должны быть найдены в рамках государственного управленческого проектирования.

Я не могу согласиться с тем, что Кузбасс находится в стороне от развития. Сегодня он даёт 8350 вагонов угля, а было время, когда погрузка доходила до 9 тыс. Ничего подобного в Советском Союзе не было, так что Кузбасс развивается. Что касается развития и модернизации Байкало-Амурской магистрали и Транссиба, то говорят, что этих мощностей нам будет не хватать. Поэтому повторю, что вопрос о государственном проектировании должен находиться в руках научной общественности, научно-экспертного сообщества; должны приниматься государственные решения по реализации такого масштабного проекта.

## ПРОЕКТ ДАЁТ РЕАЛЬНУЮ ПЕРСПЕКТИВУ РАЗВИТИЯ РОССИИ

### ОБСУЖДЕНИЕ НАУЧНОГО СООБЩЕНИЯ

Открывая дискуссию, член-корреспондент РАН **Р.С. Гринберг** остановился на двух моментах, касающихся замечательной идеи трансевразийского пояса развития, к которой он имеет определённое отношение. В последние годы эта идея обсуждалась в рамках Мирового общественного форума “Диалог цивилизаций”, и, как представляется, вопрос не просто назрел, а перезрел.

Первое, на что обратил внимание Р.С. Гринберг, — это судьба мегапроектов, страсти которые вокруг них кипят. Философия экономической политики в нашей стране в постсоветский период неизменно связывает возможность экономического роста с шлифовкой инвестиционного климата (снижение инфляции, удешевление денег). В течение 20 лет повторяется эта изжившая себя идея, в то время как все исследования и Института экономики РАН, и Института народно-хозяйственного прогнозирования РАН показывают, что продолжается процесс примитивизации структуры хозяйства страны, и в этом смысле нет никакой альтернативы государственным инвестициям в экономику, тем более что пока для этого есть условия. Но время не на нашей стороне, подчеркнул Р.С. Гринберг.

Второй вопрос связан с тем, что мы, по-видимому, вступаем в период если не холодной войны, то квазихолодной войны. Похоже, что предстоит обмен ударами в форме санкций. Остановить это безумие можно только в рамках очень тесного международного продуктивного и конструктивного сотрудничества, и здесь нас поддерживают очень многие европейцы и китайцы. В жёсткой политической ситуации предлагаемый мегапро-

ект не имеет альтернатив, заключил директор Института экономики РАН.

Поддержав инициативу обсуждения грандиозного проекта, академик **В.И. Колесников** прежде всего отметил его актуальность. Исторически сложилось так, что Россия обладает конкурентными преимуществами, располагая огромной территорией, которая соединяет Европейский союз, Юго-Восточную Азию, Североамериканский континент. Однако в последнее десятилетие фактор масштаба территории, осложняемый недостаточным её освоением, становится одной из угроз сохранения целостности российского государства. Это первое условие актуальности проекта.

Второе, на что указал В.И. Колесников, это обсуждение национальной идеи, потребность в духовной консолидации народа. Сегодня очевидна необходимость в очередном крупном проекте, который объединил бы материальные, технологические, интеллектуальные ресурсы, культурный и духовный потенциал российского общества.

Очевидно, что трансевразийский пояс развития — не просто инвестиционно-структурный проект, проект прокладки дороги и создания инфраструктуры вокруг неё. Он предполагает солидарное развитие суверенных стран вместе с развитием сибирского, уральского и дальневосточного мегарегионов. Чтобы реализовать этот проект, необходимо решить ряд принципиальных вопросов. И деньги здесь — вторичное условие, главное — обеспечить единство экономических и политических интересов. Точкой равновесия здесь должна стать Россия — не только из-за тер-

ритории, но из-за стремления, рождённого потребностью в новом импульсе развития страны. Но наша инициатива, подчеркнул В.И. Колесников, должна максимально учитывать интересы партнёров, возможность компромиссов.

Далее В.И. Колесников перечислил задачи, которые следует решить, приступая к реализации проекта. Во-первых, законодательство должно соответствовать международным стандартам и основным положениям правовых систем потенциальных партнёров. Во-вторых, нужно выстраивать отношения со странами Балтии и Восточной Европы (и не только с ними), разъясняя идею проекта. В-третьих, необходимо создать и поддерживать инвестиционный климат по всем параметрам, его определяющим, — от антимонопольных мер до искоренения воровства, коррупции, установления атмосферы взаимного доверия. В-четвёртых, следует предусмотреть создание промежуточных мировых логистических центров на экономически значимых этапах евро-азиатского транзита. Имеется в виду ориентация на гигантский рынок Азиатско-Тихоокеанского региона. По оценкам авторитетных экспертов, в ближайшее десятилетие грузооборот стран Юго-Восточной Азии достигнет триллиона долларов. При этом основная часть грузовых потоков из Юго-Восточной Азии в Европу идёт морским путём, минуя территорию Российской Федерации. Если удастся сформировать систему транспортных коммуникаций, будет обеспечен транзит через Россию, сроки доставки грузов сократятся в 3 раза, а стоимость в 2 раза, по сравнению с морскими путями. Для этого необходимо обеспечить формирование опорного транспортного каркаса в мегарегионе Урал—Сибирь—Дальний Восток, включая не только магистральные пути, но и ответвления к тем хозяйственным районам, где сегодня осваиваются и перерабатываются природные ресурсы.

В рамках создания опорного транспортного каркаса необходимо осуществить модернизацию инфраструктуры БАМа и Транссиба, что обеспечит рост их пропускной способности. Федеральный бюджет выделяет на эти цели 260 млрд. руб., но 150 млрд. руб. из них — из фонда национального благосостояния. Эти деньги надо будет отдавать. Поэтому нужно разработать механизм стимулирования внешних инвестиций.

Последнее, на что обратил внимание В.И. Колесников, — это создание и поддержание производственной и социальной инфраструктуры, превращение Сибири и Урала в быстро развивающиеся перспективные регионы России, которые были бы притягательными для людей. Основой развития должны стать индустриальные кластеры, которые включают добычу и обогащение сырья, его глубокую переработку, сервисные, ремонтные предприятия, производство потребительской продукции, энергетические, транспортные, логистиче-

ские компании и, конечно, университетские центры с поясами малых инновационных предприятий. Формирование на юге Сибири и Урале совокупности крупных и средних городов надо дополнять диффузной сетью аграрных поселений.

Затем слово было предоставлено директору Центра России и Центральной Азии при Шанхайской академии международных исследований, члену Шанхайского комитета Народного политического консультативного совета КНР профессору **Ли Синю**. Он сообщил, что в сентябре прошлого года было принято решение создать экономический пояс Шёлкового пути, и уже сложилось несколько мифов об этом проекте. Один из них — что экономический пояс Шёлкового пути обходит Россию. По мнению Ли Синя, Россия естественным образом включена в орбиту этого проекта. 7 февраля в Сочи Председатель КНР Си Цзиньпин официально пригласил Россию участвовать в нём. В.В. Путин заверил, что Россия предпримет активные шаги в ответ на предложение Китая построить экономические коридоры вдоль Шёлкового пути и Морского шёлкового пути, а также сделает всё возможное, чтобы состыковать российские линии евразийской железнодорожной магистрали с новыми объектами и инфраструктурой Шёлкового пути.

Экономический пояс Шёлкового пути — это важнейшая составляющая курса Китая на открытость внешнему миру, отметил Ли Синь. Он включает стыковку развития северо-востока Китая с развитием Сибири и Дальнего Востока и предполагает формирование самого большого евразийского рынка, повышение темпов и качества регионального экономического сотрудничества.

Как состыковать экономический пояс Шёлкового пути с Трансевразийским поясом “Развитие”? Профессор Ли Синь выделил пять задач.

Первая — это создание транспортной артерии от Тихого океана до Балтийского моря и Индийского океана, охватывающей Восточную, Западную и Южную Азию. Китай уже построил высокоскоростную железную дорогу протяжённостью 11 тыс. км, со скоростью движения поездов 300—350 км/ч, которую предполагается довести до 600 км/ч.

Вторая задача — расширение торговли, инвестиционных потоков, улучшение торговой структуры за счёт высокотехнологичной продукции.

Третья — укрепление денежного обращения, в частности, за счёт внедрения расчётов в национальных валютах стран региона, а также создание международных финансовых институтов для финансирования экономического пояса Шёлкового пути. Для решения этой задачи важно укреплять взаимодействие между Шанхайской организаци-

ей сотрудничества и форумом Азиатско-Тихоокеанского экономического сотрудничества.

Четвёртая — укрепление политических контактов между странами региона, усиление политического взаимодействия Китая и России по сотрудничеству с центрами Азии. Последняя задача — укрепление гуманитарного сотрудничества, активизация дружественных связей между странами, рост взаимопонимания.

Что касается конкретных мероприятий, во второй половине нынешнего года в Шанхае планируется провести российско-китайскую конференцию, посвящённую обсуждению вопросов стыковки поясов развития.

Выступивший затем академик **М.Л. Титаренко** заметил, что китайский коллега в полной мере продемонстрировал особенности китайского менталитета, для которого характерны прагматизм, практицизм и коммерческая жилка. Это как раз те черты, которых нам порой не хватает. Что касается представленной концепции, то её принятие или хотя бы восприятие нашей политической и деловой элитой, правительственными кругами имело бы, по мнению директора Института Дальнего Востока РАН, огромное практическое, политическое, геополитическое и идеологическое значение. Предложенный в ней подход позволяет решить проблему, о которой уже 20 лет ведутся разговоры, — проблему национальной идеи. Вот она, национальная идея — развитие, возрождение культуры и экономики. Создаётся идейно-нравственный пояс сплочения нашего общества, чего так недостаёт в условиях расшатанной национальной идентичности после распада Советского Союза. Наконец-то появляется понимание того, что Россия — не только европейская, но и азиатская, и тихоокеанская держава. Более того, концепция обеспечивает сплочение экономик регионов, создаёт единую шахматную доску нашего общества, всех народов, населяющих страну, и становится фактором стимулирующего развития.

М.Л. Титаренко указал на необходимость стыковки компонентов ТЕПР и китайской концепции трёх Шёлковых путей. По мнению академика, они не противоречат друг другу, напротив, создают основу для воплощения в жизнь объективно существующей взаимодополняемости наших стран.

Если говорить о Китае, то сейчас он занимает первое место в мире по количеству скоростных дорог — более 10 тыс. км, и в ближайшие годы будет построено ещё 11 тыс., а также реконструировано и модернизировано 100 тыс. железных и автомобильных дорог. Именно благодаря тому, что в условиях кризиса Китай бросил огромные средства на развитие инфраструктуры, ему удалось удержать темпы роста ВВП на уровне 7.7%. А у нас

до сих пор нет параллельной шоссейной дороги рядом с Транссибом и БАМом.

Проект соработки России с нашими соседями на Дальнем Востоке должен включать концепцию трёх Шёлковых путей, концепцию Транс-Корейской магистрали, концепцию Северного морского пути, считает М.Л. Титаренко, это сверхзадача на десятилетия вперёд.

Далее выступил профессор **Ланфранко Сени** (Италия), который говорил о взаимосвязи транспортной инфраструктуры и территориального развития. Такое взаимодействие носит благотворный характер в том смысле, что создаёт мультипликативный эффект — эффект цикличности, когда инфраструктура продвигает развитие региона, а развитие региона, в свою очередь, запускает обновление инфраструктуры. Проект “Развитие” интересен тем, что инфраструктура здесь не является самоцелью — это лишь инструмент. Речь идёт о новой парадигме, включающей иерархический ряд: инфраструктура, экономика, технологическое развитие, духовное развитие и развитие окружающей среды. Без изменения парадигмы мы рискуем остаться в плену инерционных тенденций, имитировать то, что уже было сделано и воплощено кем-то другим.

По мнению Л. Сени, Россия может стать общим знаменателем новых процессов развития по тем направлениям, где необходим не столько количественный, сколько качественный рост. Нужна инициатива, которая изменит действующие правила игры.

Проект “Развитие” обладает потенциалом решения многих проблем, которые стоят сейчас перед Россией, в том числе демографических, миграционных, неравномерного развития территорий. Крайне важно, считает профессор Сени, чтобы реализация данного проекта осуществлялась во взаимодействии с другими странами, и Италия, несомненно, может стать одним из партнёров.

Очевидно, что без Сибири невозможно представить себе экономику современной России, сказал академик **А.Л. Асеев**. А Сибирь невозможно представить без крупнейших транспортных проектов, реализованных в XX в., главными из которых были Транссиб, а затем БАМ, Северморпуть. Именно это позволило нашей стране преодолеть тяготы минувшего века. И сейчас экономика России в значительной мере определяется тем, что происходит в Сибири.

А.Л. Асеев поддержал идею строительства транспортного коридора, который открывает широкие возможности экономического развития. Он напомнил, что Кузбасс сейчас добывает угля больше, чем в советское время, — более 200 млн. т в год. Но существует проблема, связанная с тем, что при современном состоянии железных дорог

уголь, достигая портов, становится нерентабельным, а ведь значительная его часть отправляется на экспорт. То же самое с пшеницей Юго-Западной Сибири — слишком велики транспортные издержки.

Как и в Центральной части России, в Западной Сибири формируется кластер высоких технологий. В его основе лежит научно-образовательный инновационный кластер Новосибирск—Томск. К этому кластеру примыкают ведущие промышленные центры Юго-Западной Сибири — Красноярск, Омск, Кемерово, Барнаул. Ещё в 2009 г. на конференции партии “Единая Россия” В.В. Путин поддержал строительство высокоскоростных железных дорог, которые позволили бы объединить эти растущие центры высоких технологий. Как подчеркнул А.Л. Асеев, для многих предприятий Сибири, для научно-образовательного комплекса, для технопарков период стагнации закончился, и они выходят на уверенный путь развития. Подобные кластеры, которые нужно связать высокоскоростными дорогами, должны возникнуть на Дальнем Востоке и на Урале.

А.Л. Асеев сказал несколько слов об опыте взаимодействия Сибирского отделения РАН с ОАО “Российские железные дороги”. Совместно был реализован проект автоматизации системы управления Северомуйским туннелем на БАМе; автоматизация движения на этом сложнейшем участке не имеет аналогов в мировой практике (Конструкторско-технологический институт вычислительной техники). Ещё одна совместная работа — лазерная диагностика колёсных пар на ходу поезда (Конструкторско-технологический институт научного приборостроения). Год назад институты СО РАН провели полную автоматизацию систем движения Новосибирского метрополитена. Накоплен опыт, который можно было бы использовать. Перспективы здесь очень широкие в виду того, что возникает потребность в новых материалах, нужна, например, научная поддержка производства стометровых рельсов, которое налаживается сейчас на Новокузнецком металлургическом комбинате. Таких задач очень много.

Своё выступление академик Г.В. Осипов начал с утверждения, что современная цивилизация находится на трагическом переломе. Идут разрушительные процессы, которые не сегодня-завтра могут обрушиться на Россию и мир в целом. Этой негативной тенденции противопоставляется конструктивный проект, реализация которого позволит решить проблемы не только России, но и многих других стран, повысить уровень и качество жизни населения. С полной ответственностью следует назвать этот проект проектом века.

Конечно, можно заниматься штопаньем дыр, решать сиюминутные задачи, можно ссылаться на недостаток денег. Но были ли деньги, когда со-

здавалась Транссибирская магистраль? Не в этом дело — дело в политической воле. По словам Г.В. Осипова, политическая воля может предопределить сейчас судьбу современной цивилизации, вывести её на новый качественный путь из этого тупика, в который её загоняют. Реализация представленного проекта связывает деятельность Академии наук с практической работой, в которую могут включиться многие институты академии, а также многие университеты.

Чтобы политическая воля проявила себя, надо представить материалы доклада на рассмотрение руководству страны. Это будет очень серьёзный шаг со стороны Академии наук. Надо помнить, что Россия всегда решала свои проблемы, выдвигая мегапроекты. Что было бы, если бы не было Атомного проекта или Транссибирского проекта? Сейчас есть шанс, причём не только для нашей страны, но и для мировой цивилизации, заключил Г.В. Осипов.

По мнению академика В.В. Ивантера, В.И. Якунин фактически представил некий альтернативный подход к глобализации, ориентированный на планетарный мир, а не только американский. Что касается экономического роста, то его неизбежно связывать с монетаризмом. Да и монетаризм по М. Фридману — вполне разумная концепция, другое дело, во что её превратили — в политический жупел, с помощью которого откачиваются средства из развивающихся стран. В чём суть теории экономического роста? Это способ измерений. Оценка экономики осуществляется по расчётным мультипликаторам межотраслевого баланса, это и есть теория экономического роста. Этим занимались и В.В. Леонтьев, и С. Кузнец, а также Л.В. Канторович, В.С. Немчинов, Ю.В. Ярёмченко, А.И. Анчишкин. Другое дело, что всё можно довести до абсурда. Однако расчёты и оценки для ТЕПР должны осуществляться, исходя из темпов экономического роста, считает В.В. Ивантер.

На несомненную актуальность доклада В.И. Якунина указал и академик Е.М. Примаков. Сейчас многие рассуждают о том, как выходить из тяжёлого экономического положения, в котором оказалась Россия, в частности, звучит предложение опереться на малый бизнес. Но это не выход из ситуации, считает Е.М. Примаков. У нас локомотивами развития, быстрого экономического роста (качественный рост — это и есть развитие) всегда являлись мегапроекты и тесные связи между ОПК и гражданскими отраслями промышленности. Если мы не вырвемся вперёд, если не увеличим темпы развития, то свернём с магистральной линии социально ориентированной экономики.

По мнению Е.М. Примакова, мы до сих пор не используем своего Богом данного географического положения. Предлагаемый проект впервые

основывается на использовании преимуществ нашего географического положения. Ещё одна заслуживающая внимания сторона проекта — интенсивное развитие территорий на 200—300 км по обе стороны железнодорожного полотна. Такое развитие территорий с привлечением малого и среднего бизнеса должно быть органично включено в проект. Когда строился БАМ, об этом думали мало и получили то, что получили.

Как сказал Е.М. Примаков, в одном он меньше оптимист, чем В.И. Якунин. Вряд ли проект будет принят на ура всеми, включая Соединённые Штаты, Европу, Японию и Китай. Конечно, рано или поздно, возможно, это произойдёт, но начинать проект нужно не как международный, а как российский, и думать о том, каким образом мобилизовать средства на его осуществление. Рассчитывать на то, что пойдут большие инвестиции из того же Китая, трудно, поскольку Китай занят Шёлковым путём, который может состыковаться с ТЕПР, но не является его частью. У каждого государства есть сейчас свои заботы, и вряд ли многие из них захотят понять Россию в её стремлении, усомнился Е.М. Примаков.

Заместитель председателя Совета Федерации РФ **В.А. Кнуров** отметил, что на протяжении последних лет Совет Федерации несколько раз рассматривал проблематику трансконтинентальных транспортных магистралей, в том числе с участием В.И. Якунина и академика Г.В. Осипова. Но сегодня вопрос поставлен совершенно в ином ключе: пучок транспортных магистралей должен стать основой для создания огромной зоны развития.

Согласившись с тем, что обсуждаемый проект отвечает насущным потребностям России как крупная общенациональная задача, которая может явиться объединяющим морально-политическим и психологическим фактором и решение которой позволит с чистого листа организовать производства нового технологического уклада, В.А. Кнуров обратил внимание ещё и на такой важный вопрос, как единство нашей страны. Даже если представить себе, что ни на западных наших границах, ни на восточных нет никакого геополитического, миграционного, экономического, культурного давления, сам по себе естественный ход событий ведёт к стремительному отделению восточных регионов страны от западных. Граница проходит примерно по Байкалу. А первопричина этого заключается в разрыве экономических связей. Кооперация, основанная на разделении труда между регионами страны, исчезает, в результате замедляется информационный обмен, сокращаются человеческие контакты, культурный обмен, меняются менталитет и стереотипы поведения. Что делать? Обычно ответ заключается в

том, что необходимо создавать условия для развития отраслей специализации на востоке страны (рыбная, лесная, горнодобывающая промышленность, машиностроение специального назначения) и усиливать инфраструктурные связи. Это верный путь, но он имеет свои ограничения. Можно назвать не так много отраслей, которые бы были конкурентоспособны на общероссийском рынке с учётом транспортных перевозок с востока на запад и наоборот.

Есть единственный путь, и его предложил В.И. Якунин, — создание непрерывной зоны развития с востока на запад или с запада на восток. Первый её этап — это зона от Владивостока до Иркутска и далее вплоть до Челябинска. От решения этой задачи зависит единство страны. Её нельзя откладывать на будущее. Фактически в том или ином виде реализация этой задачи уже идёт: реконструируются Байкало-Амурская и Транссибирская магистрали, построен нефтепровод в Восточной Сибири, и когда он выйдет на полную мощность, то будет завершено создание единой нефтепроводной системы страны, тюменскую нефть можно будет транспортировать не только на Запад, но и на Восток. Сейчас начинаются проектные и практические работы по выбору трассы газопровода “Сила Сибири”, который должен стать элементом единой системы газоснабжения страны. Сахалинский газ можно будет отправлять в Европу, а газ с Ямала — в Китай, то есть создаётся единая инфраструктура. Но поскольку все эти проекты реализуются изолированно, это может иметь целый ряд негативных последствий. Например, для каждой из отраслей создаются свои энергосистемы. Через 5—7 лет энергосистемы Востока будут объединены с энергосистемами Сибири и Запада, но это делается нецеленаправленно.

Завершая выступление, В.А. Кнуров заявил о необходимости поставить вопрос о мегапроекте перед Правительством РФ, чтобы рассмотреть его и принять решение о проведении широкомасштабных научных изысканий и затем превратить его в реальную программу действий. Тем более что сегодня речь идёт о корректировке программы развития восточных регионов страны, Дальневосточной государственной программы, Стратегии развития Сибири. Основа для такой корректировки предложена В.И. Якуниным.

Закрывая обсуждение, академик **В.Е. Фортков** сказал, что проект вызвал такой большой интерес и большой резонанс совсем не случайно. В нашем обществе витает идея ответственной, масштабной задачи, которая могла бы не только объединить людей, но и указать перспективу, придать жизни динамику и понимание того, что перед нами могут стоять очень интересные цели, достой-



ные того, чтобы тратить на них усилия. В.И. Якунин и сотрудники центра по реализации проекта ТЕПР Института социально-политических исследований РАН проделали большую и серьёзную работу. Проект имеет важное значение для Академии наук. Если заглянуть в историю, напомнил В.Е. Фортов, то мы увидим, что Академия наук оказывалась под ударом тогда, когда перед страной не ставились масштабные задачи, требующие научного обеспечения, типа Атомного проекта, энергетического проекта.

Такого рода проекты, как ТЕПР — а он выделяется из всех проектов! — делают нашу науку востребованной. Но его следует поддержать не только из прагматических интересов, но по самой сути, потому что, несмотря на его амбициозность и дороговизну, он даёт реальную перспективу по всем векторам, которые в нём предусмотрены, подчеркнул президент РАН.

*Материалы обсуждения подготовила к печати кандидат философских наук Г.А. ЗАЙКИНА*

DOI: 10.7868/S0869587314080027

В статье рассматриваются разные варианты создания пространственных нанообъектов на основе двухцепочечных молекул ДНК: физико-химический и нанотехнологический, благодаря которым создаются предпосылки для развития нового направления структурной нанотехнологии. Полученные данные могут быть использованы и в медицине, так как конструируемые нанообъекты способны доставлять лекарственные средства непосредственно в поражённые клетки.

## СТРУКТУРНАЯ НАНОТЕХНОЛОГИЯ НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ: СОЗДАНИЕ “ЖИДКИХ” И “ТВЁРДЫХ” НАНОКОНСТРУКЦИЙ ДНК

Ю.М. Евдокимов, В.И. Салянов, Э.В. Штыкова, Е.И. Кац, Н.Г. Хлебцов, С.Г. Скуридин

Бионанотехнология — раздел нанотехнологии, задачей которого является создание пространственных наноконструкций (нанообъектов), характеризующихся “размерными” свойствами, строительными блоками которых являются молекулы биологического происхождения [1]. Несмотря на многообразие биологических молекул, реальные практические результаты, соответствующие приведённому определению, получены в настоящее время лишь в одном направлении, а именно в области нанотехнологии нуклеиновых кислот (НК).

Нанотехнология нуклеиновых кислот — это создание пространственных объектов (наноструктур, наноконструкций) с регулируемыми свойствами на основе молекул НК или их комплексов. Это направление называют также “структурная нанотехнология нуклеиновых кислот” [2]. Нанообъекты, создаваемые на осно-

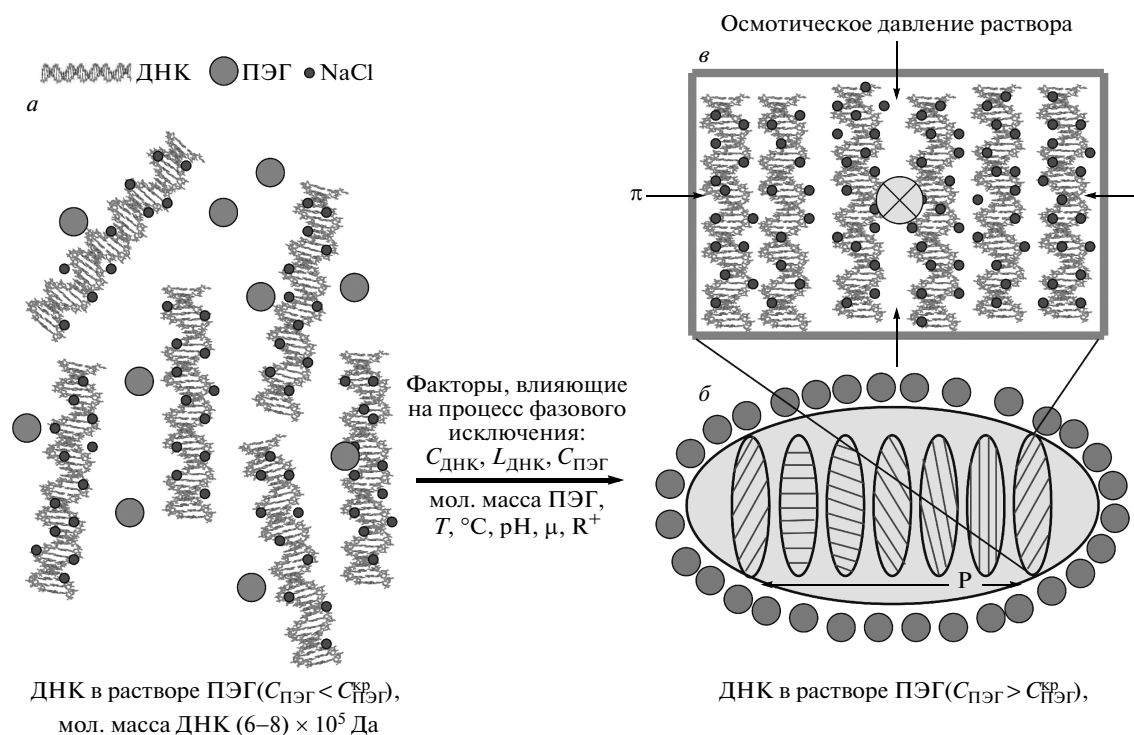
ве молекул НК, должны иметь практическое применение. (Следует обратить внимание на то, что, несмотря на применение таких терминов, как “нановирусы”, “нанобелки”, “нанолипиды”, “нанохитозан” и т.д., требуется большая работа теоретиков, чтобы объяснить отсутствие “размерных” эффектов у этих объектов.)

Мы рассмотрим основные принципы жидкокристаллического подхода к созданию пространственных нанообъектов на основе двухцепочечных (д/ц) молекул ДНК, обладающих разными свойствами. При этом физическая химия полимеров, включая НК и их комплексы, свидетельствует о том, что возможны несколько вариантов создания таких нанообъектов с учётом представления об упорядочении молекул д/ц НК в частицах жидкокристаллических дисперсий.

### ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О “ЖИДКИХ” ЧАСТИЦАХ ЖКД НА ОСНОВЕ ДВУХЦЕПОЧЕЧНЫХ МОЛЕКУЛ ДНК

Известно, что фазовое исключение жёстких линейных д/ц молекул НК, имеющих молекулярную массу ниже  $1 \times 10^6$  Да, из водно-солевых растворов некоторых полимеров (например, полиэтиленгликоля — ПЭГ) сопровождается образованием дисперсий НК [3]. Эффективность фазового исключения зависит от целого ряда факторов, указанных на рисунке 1. Нужно отметить особое значение двух факторов — молекулярной массы и растворимости молекул д/ц ДНК. Чем выше молекулярная масса ДНК, тем ниже совместимость этой молекулы с раствором ПЭГ и тем выше эффективность фазового исключения. Чем ниже растворимость ДНК, тем выше их несмешиваемость с раствором ПЭГ и тем выше эффективность фазового исключения.

ЕВДОКИМОВ Юрий Михайлович — доктор химических наук, заведующий лабораторией конденсированного состояния нуклеиновых кислот Института молекулярной биологии (ИМБ) им. В.А. Энгельгардта РАН. САЛЯНОВ Виктор Иванович — кандидат химических наук, старший научный сотрудник ИМБ РАН. ШТЫКОВА Элеонора Владимировна — кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Института кристаллографии им. А.В. Шубникова РАН. КАЦ Ефим Иосифович — доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник Института теоретической физики им. Л.Д. Ландау РАН. ХЛЕБЦОВ Николай Григорьевич — доктор физико-математических наук, заведующий лабораторией нанобиотехнологии Института биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН. СКУРИДИН Сергей Геннадьевич — доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник ИМБ РАН.  
yevdokim@immb.ru; vsalyanov@yandex.ru; viwopisx@yahoo.co.uk; kats@landau.ac.ru; nkhlbtsov@gmail.com; lancet-bio@bk.ru



**Рис. 1.** Формирование жидкокристаллической дисперсии д/ц ДНК

К раствору, содержащему молекулы ДНК (а), отрицательные заряды которых нейтрализованы ионами натрия, добавляют водорастворимый полимер (например, ПЭГ), вызывающий фазовое исключение молекул ДНК. Непрямые оценки: диаметр частицы (б) дисперсии 500 нм; молекулярная масса  $10^{10}$  Да; в составе частицы  $10^4$  молекул ДНК. Подвижность ДНК в слоях придаёт частице свойства жидкости, а упорядоченное расположение ДНК – свойства кристалла, то есть для частиц характерна жидкокристаллическая упаковка. Каждый последующий квазинематический слой (в) повернут на определённый угол по отношению к предыдущему, что приводит к появлению пространственно закрученной (холестерической) структуры со специфическими оптическими свойствами

Оценки, основанные на применении разных методов (седиментационный анализ, рассеяние УФ-излучения, динамическое светорассеяние и др.), показали, что для д/ц ДНК с молекулярной массой  $(0.6-0.8) \times 10^6$  Да средний диаметр частиц дисперсии близок к 500 нм. Молекулярная масса одной частицы дисперсии составляет  $\sim 10^{10}$  Да, частица содержит в своём составе примерно  $10^4$  молекул ДНК [3].

У частиц дисперсии есть несколько характерных особенностей. Во-первых, полимер ПЭГ не входит в состав частиц дисперсии. Во-вторых, соседние молекулы ДНК располагаются на расстоянии 2.5–5.0 нм, легко определяемом по положению характеристического пика на кривых малоуглового рассеяния рентгеновских лучей на фазах, сформированных из частиц дисперсий ДНК. Это означает, что у частиц дисперсий ДНК есть свойство, характерное для кристаллов. Кроме того, соседние молекулы ДНК подвижны, то есть у частиц есть свойство, характерное для жидкости. Указанные факты позволяют использовать для их описания термины “частицы жидкокристаллической дисперсии” или даже “жидкие” частицы ДНК. В-третьих, взаимодействие между соседними молекулами ДНК, благодаря их

хиральности (свойство молекулы не совмещаться в пространстве со своим зеркальным отражением), приводит к формированию пространственно закрученной структуры частиц дисперсии.

Все отмеченные выше свойства частиц жидкокристаллических дисперсий (ЖКД) ДНК, включая представление об их ламеллярной (слоевой) структуре, были использованы при создании теории кругового дихроизма (КД) [4]. Эта теория позволила описать и предсказать многие особенности спектров КД частиц ЖКД ДНК. Поскольку в составе молекул ДНК есть хромофоры (азотистые основания), поглощающие УФ-излучение, теория предсказывает появление интенсивной (аномальной) полосы в спектре КД частиц ЖКД ДНК в области поглощения азотистых оснований. Появление этой полосы, регистрируемое спектрометром кругового дихроизма, является однозначным свидетельством макроскопической (холестерической) закрутки соседних квазинематических слоёв, образованных молекулами ДНК. Чтобы подчеркнуть и эту особенность, для обозначения частиц используют термин “частицы холестерической жидкокристаллической дисперсии” (ХЖКД) или “холестерик” ДНК [5].

Нужно обратить внимание на то, что частицы ХЖКД проявляют свойства, зависящие от размера (длины) образующих их молекул д/ц ДНК, то есть эти свойства подчиняются размерным эффектам, характерным для наночастиц разного происхождения. В частности, эффективность образования частиц ХЖКД зависит от молекулярной массы молекул ДНК, температура их плавления зависит от размера частиц и т.д. Поэтому для их обозначения может быть использован термин “жидкая наноконструкция”, хотя применение этого термина не является бесспорным.

Таким образом, при исследовании физико-химических свойств частиц ХЖКД ДНК получена достаточно подробная информация об условиях их формирования и факторах, позволяющих управлять свойствами частиц дисперсий. Эта информация положена в основу отработки подходов к превращению “жидких” частиц ХЖКД ДНК в “твёрдые” бионанобъекты.

### СОЗДАНИЕ “ТВЁРДЫХ” ЧАСТИЦ ХЖКД ДНК: ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ ПОДХОД

На рисунке 2, *а* представлена гипотетическая структура квазинематического слоя “жидкой” частицы д/ц ДНК. Исходя из общих принципов физики полимеров [6], можно предположить, что переход “жидкой” структуры частицы в “твёрдое” состояние может произойти в результате образования “сшивок” между соседними молекулами д/ц ДНК (рис. 2, *б*). Учитывая расстояние между молекулами (2.5–5.0 нм, в зависимости от осмотического

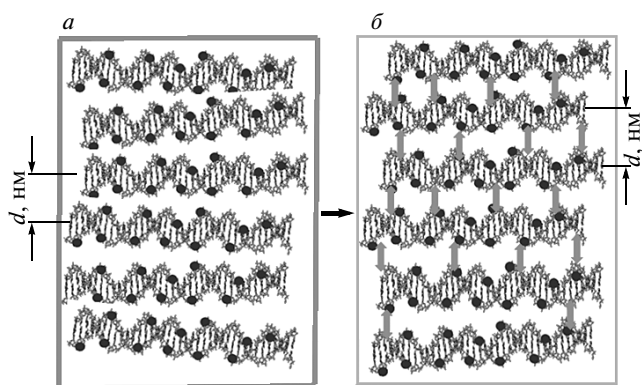
давления раствора), “сшивки” можно назвать наномостиками, а возникающую при этом конструкцию – наноконструкцией на основе молекул д/ц ДНК или бионанобъектом, а сам подход – наноконструированием на основе ДНК.

Главную идею такого варианта создания “твёрдых” частиц ДНК можно сформулировать следующим образом: соседние молекулы ДНК в квазинематических слоях частиц ХЖКД находятся в “растворимом” состоянии, и между этими молекулами имеется свободное пространство. Молекулы химических или биологически активных соединений (“гостей”), оказавшиеся за счёт диффузии в свободном пространстве, могут “сшить” соседние молекулы ДНК. В результате процесса “сшивания” может сформироваться интегрированная структура, содержащая все молекулы ДНК, упорядоченные в квазинематических слоях одной частицы холестерической жидкокристаллической дисперсии.

При образовании интегрированной структуры исчезнет представление о диффузионной подвижности индивидуальных молекул ДНК в квазинематическом слое (слоях), поскольку все молекулы ДНК оказываются “сшитыми” наномостиками. Интегрированная структура, включающая все молекулы ДНК в состав одной частицы, будет иметь очень высокую молекулярную массу и поэтому будет несовместима с полимерсодержащим раствором. Это означает, что “сшивание” соседних молекул ДНК приведёт к переходу частиц ХЖКД из “жидкого” состояния в “твёрдое”.

С физико-химической точки зрения предложенный вариант аналогичен процессу гелеобразования в результате образования химических “сшивок” между соседними молекулами д/ц ДНК (следует иметь в виду, что при классическом гелеобразовании “сшивки” между молекулами могут иметь разную длину и располагаться в пространстве произвольным образом) [6]. В рассматриваемом случае гелеобразование должно быть реализовано таким способом, при котором фиксированное расстояние между соседними молекулами д/ц ДНК в квазинематических слоях одной частицы ХЖКД не меняется, а пространственная спиральная структура частиц ХЖКД ДНК сохраняется. Следовательно, мы имеем дело с достаточно деликатным процессом гелеобразования “внутри” частицы, имеющей нанометрические параметры.

Предложенный подход был реализован. В результате экспериментальных работ учёных из России, Италии и Германии [7], а также теоретических расчётов [8] было показано, что полимерные хелатные “сшивки” (наномостики), состоящие из чередующихся молекул антрациклинового антибиотика (дауномицина и ионов двухвалентной меди), “сшивают” молекулы ДНК, расположенные



**Рис. 2.** “Сшивание” молекул ДНК наномостиками – вариант создания “твёрдых” частиц ДНК

*а* – квазинематический слой “жидкой” частицы ДНК; индивидуальные молекулы ДНК в слое сохраняют определённые степени свободы; молекулы ДНК упорядочены, среднее расстояние между ними характеризуется величиной ( $d$ ), зависящей от осмотического давления раствора; *б* – квазинематический слой “твёрдой” частицы ДНК; при образовании наномостиков (—) исчезает представление об индивидуальной молекуле ДНК, возникает интегрированная структура, в состав которой входят все молекулы ДНК; среднее расстояние между молекулами ДНК ( $d$ ) остаётся неизменным и не зависит от осмотического давления раствора; ● –  $\text{Na}^+$

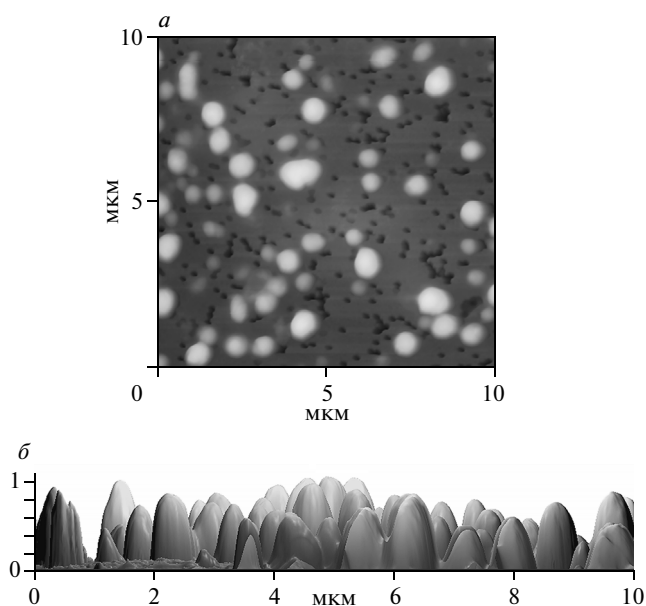
как в одном, так и в соседних квазинематических слоях.

При разработанной технологии “сшивания” расстояние между соседними молекулами ДНК в квазинематических слоях, задаваемое осмотическим давлением исходного водно-полимерного раствора, практически не меняется. Об этом свидетельствует тот факт, что характеристический пик на кривых малоуглового рассеяния рентгеновских лучей на фазах, сформированных из частиц ХЖКД ДНК, “сшитых” наномостиками, остаётся практически неизменным [9].

Гелеобразование кардинально меняет свойства “жидких” частиц ХЖКД ДНК. В частности, “сшивание” сопровождается амплификацией амплитуды аномальной отрицательной полосы в спектре КД в области поглощения хромофоров ДНК ( $\lambda \sim 270$  нм), а также индуцирует появление аномальной полосы в области поглощения хромофоров дауномицина ( $\lambda \sim 510$  нм), входящих в состав наномостиков. Совпадение знаков полос, расположенных в разных областях спектра КД, означает, согласно теории [4], что хромофоры, входящие в состав “сшивок”, располагаются перпендикулярно оси д/ц молекулы ДНК, то есть так же, как и хромофоры (пары азотистых оснований) ДНК. При этом амплификация отрицательной полосы в спектре кругового дихроизма (КД) в области поглощения хромофоров ДНК может указывать на резкое ограничение диффузионной подвижности соседних молекул ДНК в квазинематических слоях частиц ХЖКД.

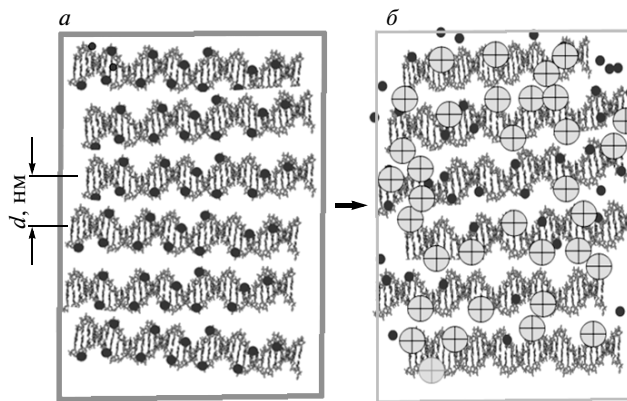
Стабильность “твёрдых” частиц ДНК зависит от числа и свойств наномостиков, а не от осмотического давления раствора. В этом случае появляется возможность для иммобилизации “твёрдых” частиц на поверхности мембранного фильтра и определения их формы и размера (“жидкостный” характер упаковки молекул ДНК в исходных частицах ХЖКД не позволял это делать). Изображения “твёрдых” частиц в атомно-силовом микроскопе приведены на рисунке 3. Форма частиц близка к сфероцилиндрической, и хотя их размеры меняются в пределах от 100–200 нм до 800–1000 нм, средний диаметр частиц составляет 400–500 нм, то есть совпадает с размерами исходных частиц ХЖКД ДНК, которые оцениваются для имеющих фиксированное осмотическое давление растворов.

Результаты, полученные с помощью атомно-силового микроскопа, позволяют оценить некоторые параметры “твёрдых” частиц ДНК [3]. Показано, что одна “твёрдая” частица ДНК содержит примерно  $1.6 \times 10^4$  молекул ДНК, её молекулярная масса составляет  $\sim (1.0–1.2) \times 10^{10}$  Да, то есть полученное значение достаточно близко к молекулярной массе исходных частиц ХЖКД ДНК, образующихся при фазовом исключении



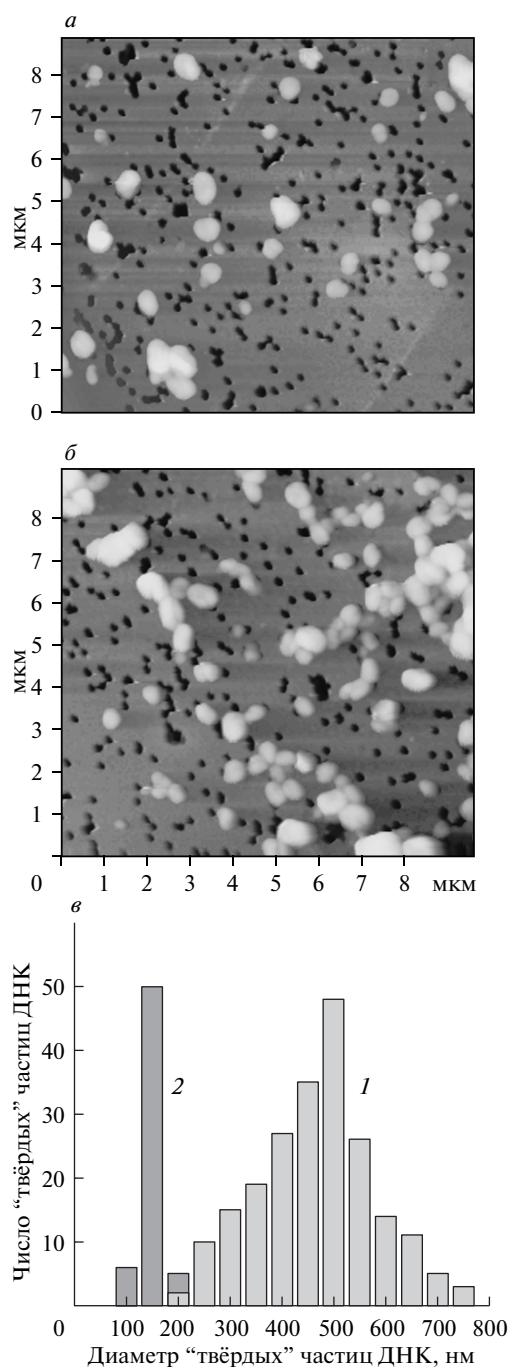
**Рис. 3.** Вид “твёрдых” частиц, сформированных в результате образования наномостиков между д/ц ДНК в квазинематических слоях

*a* – вид сверху; *b* – вид сбоку; тёмные точки – отверстия в ядерном мембранном фильтре. Прямые оценки: в “твёрдой” частице размером  $500 \times 300$  нм содержится  $1.6 \times 10^4$  молекул ДНК (167 молекул в слое  $\times 100$  слоёв); молекулярная масса одной “твёрдой” частицы ДНК  $(1.0–1.2) \times 10^{10}$  Да (ранее молекулярная масса на основании измерения коэффициента седиментации и диффузии частиц –  $4.76 \times 10^{10}$  Да)



**Рис. 4.** “Высаливание” молекул ДНК – вариант создания “твёрдых” частиц ДНК

*a* – квазинематический слой “жидкой” частицы ДНК; индивидуальные молекулы ДНК в слое сохраняют определённые степени свободы; молекулы ДНК упорядочены, среднее расстояние между ними характеризуется величиной ( $d$ ), зависящей от осмотического давления раствора; *b* – квазинематический слой “твёрдой” частицы ДНК; замена ионов  $\text{Na}^+$  на ионы  $\text{R}^{\text{N}+}$ , сопровождаемая образованием плохорастворимых комплексов (фосфат ДНК- $\text{R}^{\text{N}+}$ ), приводит к агрегации соседних фрагментов ДНК; возникает интегрированная структура, несовместимая с раствором; ионы  $\text{R}^{\text{N}+}$  могут вызывать изменение параметров вторичной структуры ДНК, что, в свою очередь, приведёт к нарушению упорядоченного расположения молекул ДНК в слоях; ● –  $\text{Na}^+$



**Рис. 5.** АСМ-изображения “твёрдых” частиц ДНК, полученных при обработке “жидких” частиц ДНК ионами гадолиния и иммобилизованных на мембранном фильтре (ПЭТФ)

*a, б* — разные концентрации; тёмные точки — отверстия в ядерном мембранном фильтре; *в* — распределение по размерам “твёрдых” частиц ДНК (1) и пор (2) в ядерном мембранном фильтре

( $4.76 \times 10^{10}$  Да). Наконец, плотность упаковки азотистых оснований (хромофоров) ДНК составляет около 1 хромофора на  $1 \text{ нм}^3$ . Эта оценка также важна, поскольку она показывает, что теоретические требования [4] для появления аномальной

полосы в спектре КД сохраняются и в случае “твёрдых” частиц ДНК.

Как отмечалось выше, стабильность и, в частности, температура плавления “твёрдых” частиц ДНК зависят от числа наномостиков. Такая зависимость описывается в рамках уравнения Томсона [3] для наночастиц разного происхождения. Поэтому для обозначения “твёрдых” частиц ДНК вполне подходит термин “твёрдая наноконструкция ДНК”.

Таким образом, рассмотренный метод позволяет создавать “твёрдые” частицы ДНК, пригодные для совершения над ними манипуляций.

Рисунок 4 иллюстрирует второй подход к созданию “твёрдых” частиц ДНК. Его идея может быть сформулирована следующим образом: соседние молекулы ДНК в квазинематических слоях частиц ХЖКД находятся в “растворимом” состоянии. Многочarged катионы, диффундирующие в частицы дисперсии, могут образовывать прочные комплексы с фосфатными группами ДНК, эффективно нейтрализуя отрицательные заряды этих групп. В этом случае растворимость молекул ДНК будет резко понижаться (вплоть до выпадения ДНК в осадок, то есть “высаливания” ДНК), а вторичная структура ДНК может искажаться. Взаимодействие даже между отдельными фрагментами комплексов (д/ц ДНК—многозарядный катион) может привести к формированию интегрированной (“твёрдой”) структуры, содержащей все молекулы ДНК квазинематических слоёв частицы ХЖКД. Созданная интегрированная структура будет существовать в отсутствие осмотического давления полимер-содержащего раствора.

С физико-химической точки зрения, предлагаемый подход отличается от описанного выше процесса гелеобразования, поскольку он основан не на химическом “сшивании” д/ц молекул ДНК, а на инициировании гелеобразования в результате физического “сшивания” этих молекул. Такое гелеобразование внутри частицы ХЖКД осуществляется в результате понижения растворимости молекул д/ц ДНК. Для случая “высаливания” молекул ДНК особый интерес представляют катионы редкоземельных элементов (РЗЭ). Во-первых, катионы РЗЭ нейтрализуют отрицательные заряды фосфатных групп ДНК, причём комплексы этих катионов с фосфатными группами практически нерастворимы (например, константы растворимости фосфатов РЗЭ составляют около  $10^{-12}$  М) [10]. Во-вторых, взаимодействуя с парами оснований линейной д/ц ДНК, катионы РЗЭ вызывают локальные нарушения её вторичной структуры, аналогичные известному  $B \rightarrow Z$  переходу (процесс превращения правой спирали В-ДНК в левую спираль Z-ДНК).

При разработке основ второго подхода к получению “твёрдых” частиц ДНК были использованы соли гадолиния (Gd). Показано [11], что при определённой концентрации катионов Gd в ПЭГ-содержащих растворах ХЖКД ДНК происходит увеличение отрицательной аномальной полосы в спектре КД в области поглощения азотистых оснований, аналогичное амплификации этой полосы, наблюдаемой при “сшивании” молекул ДНК наномостиками. При этом неоднородная химическая природа пар оснований в молекулах ДНК такова, что взаимодействие катионов Gd с д/ц ДНК в составе частиц ХЖКД сопровождается локальными нарушениями вторичной структуры молекул ДНК. Этот эффект проявляется в том, что характеристический пик на кривых малоуглового рассеяния рентгеновских лучей на фазах, сформированных из частиц ХЖКД ДНК, обработанных растворами гадолиния разной концентрации, начинает уменьшаться (вплоть до его полного исчезновения) [11]. Несмотря на исчезновение упорядоченного расположения соседних д/ц молекул ДНК в квазинематических слоях, хромофоры (азотистые основания ДНК) не выходят из плоскостей этих слоёв.

Следует подчеркнуть, что амплификация отрицательной аномальной полосы в спектре КД происходит при высокой концентрации гадолиния в ПЭГ-содержащем растворе, при которой катионы Gd не только замещают катионы натрия в ближайшем окружении молекул д/ц ДНК, но и сами молекулы д/ц ДНК, фосфатные группы которых образуют комплексы с катионами Gd, теряют свою растворимость (происходит “высаливание” молекул ДНК в частицах ХЖКД). В этих условиях взаимодействие между соседними молекулами (фрагментами) ДНК в квазинематических слоях усиливается и приводит к формированию “интегрированной” структуры частицы ХЖКД. Высокая молекулярная масса в сочетании с эффектом “высаливания” д/ц ДНК делает “интегрированную” структуру несовместимой с ПЭГ-содержащим раствором. Происходит превращение “жидких” частиц ХЖКД ДНК в “твёрдые”. Такие частицы могут существовать в отсутствие осмотического давления ПЭГ-содержащего раствора, что и подтверждает их иммобилизацию на поверхности ядерного мембранного фильтра (рис. 5). Видно, что частицы существуют в виде независимых объектов. Это указывает на наличие у них некомпенсированного поверхностного заряда, предотвращающего их агрегацию. Средний размер “твёрдых” частиц лежит в пределах 400–500 нм (рис. 5, в) (то есть он совпадает с размером исходных “жидких” частиц ХЖКД ДНК). Это указывает на сохранение высокой плотности упаковки пар оснований (хромофоров) молекул ДНК в “твёрдых” частицах, образованных ком-

плексами ДНК–Gd. Второй вариант позволяет создавать “твёрдые” частицы ДНК, также пригодные для дальнейшего манипулирования с ними.

Рассмотренные выше варианты охватывают практически все подходы к созданию “твёрдых” частиц ДНК, возможные с точки зрения физической химии полимеров.

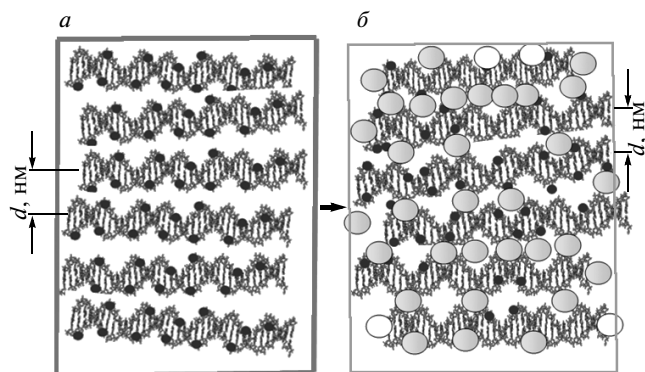
## НАНОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД

Развитие нанотехнологии открыло возможность для ещё одного варианта создания “твёрдых” частиц ДНК. Дело в том, что в последние годы появился ряд обзоров [12], посвящённых исследованиям свойств жидких кристаллов низкомолекулярных соединений в присутствии наночастиц разного происхождения (в частности, наночастиц золота – нано-Au). В этих обзорах показано, что наночастицы не только совместимы с жидкокристаллическими фазами низкомолекулярных соединений, но и могут вызывать изменения структуры этих фаз при определённых условиях [13]. Такие исследования формируют новое направление в нанотехнологии, которое ещё не имеет собственного названия, но открывает возможность направленного изменения оптических и электрооптических характеристик жидких кристаллов под действием наночастиц как управляющих добавок и создания на их основе материалов, обладающих новыми свойствами.

Тот факт, что в нашем распоряжении были частицы холестерической жидкокристаллической дисперсии молекул ДНК высокой молекулярной массы, открыл возможность для нанотехнологического подхода к созданию “твёрдых” частиц ДНК. Идею этого подхода можно сформулировать следующим образом (рис. 6): соседние молекулы ДНК в квазинематических слоях частиц ХЖКД находятся в “растворимом” состоянии, между этими молекулами имеется “свободное” пространство. Наночастицы металлов, размер которых сопоставим с расстоянием между соседними молекулами д/ц ДНК, могут в результате диффузии заполнять “свободное” пространство. Такие наночастицы могут играть роль гомогенной среды, через которую осуществляется взаимодействие между д/ц молекулами ДНК в квазинематических слоях. В этих условиях может сформироваться интегрированная структура, содержащая все молекулы ДНК, упорядоченные в квазинематических слоях частицы ХЖКД.

Созданная интегрированная “твёрдая” структура будет несовместима с водно-полимерным раствором. При этом не исключено, что взаимодействие между д/ц молекулами ДНК в квазинематических слоях через наночастицы металлов в принципе может приводить к искажению пространственных параметров интегрированной структуры частиц ХЖКД так же, как это происхо-





**Рис. 6.** Нанотехнологический вариант создания “твёрдых” частиц ДНК — усиление взаимодействия между молекулами ДНК через наночастицы золота

*a* — квазинематический слой “жидкой” частицы ДНК; индивидуальные молекулы ДНК в слое сохраняют определённые степени свободы; молекулы ДНК упорядочены, среднее расстояние между ними характеризуется величиной ( $d$ ), зависящей от осмотического давления раствора; *b* — квазинематический слой “твёрдой” частицы ДНК;  $\bullet$  — наночастицы золота, размер которых сопоставим с расстоянием между молекулами ДНК, диффундируют между этими молекулами и образуют линейные агрегаты (кластеры). Взаимодействие между молекулами ДНК через наночастицы золота приводит к формированию интегрированной структуры, в состав которой входят все молекулы ДНК. Среднее расстояние между молекулами ДНК ( $d$ ) остаётся неизменным и не зависит от осмотического давления раствора;  $\bullet$  —  $\text{Na}^+$

дит в случае жидких кристаллов низкомолекулярных соединений [13].

С точки зрения нанотехнологического подхода к созданию “твёрдых” частиц ДНК, наибольший интерес вызывают нано-Au. Во-первых, они обладают уникальными химическими и физическими свойствами, зависящими от размера, формы, структуры и диэлектрического окружения [14]. Во-вторых, известно, что нано-Au могут образовывать ансамбли (агрегаты) вблизи поверхности линейных одноцепочечных молекул ДНК [15]. Показано, что образование ансамблей из нано-Au сопровождается формированием суперструктур, состоящих из чередующихся д/ц молекул ДНК и нано-Au [16]. Это свидетельствует о том, что молекулы ДНК после взаимодействия с нано-Au могут образовывать планарные структуры, несмотря на наличие анизотропных свойств у исходных молекул ДНК. В-третьих, процесс сближения соседних нано-Au и образование агрегатов из таких наночастиц вблизи одноцепочечных молекул ДНК приводит к усилению полосы так называемого локализованного поверхностного плазмонного резонанса (ППР) в видимой области спектра поглощения. Взаимодействие между соседними “плазмонами” (“перекрывание плазмонов”) сопровождается смещением полосы ППР в красную или синюю область в зависимости от ряда параметров (расстояние между частицами, размер и форма образу-

ющихся агрегатов, диэлектрическая постоянная среды, наличие прослоек между соседними нано-Au и т.д.). Следует добавить, что конкретный ответ на вопрос о причинах, определяющих образование агрегатов из нано-Au вблизи молекул ДНК, особенно нано-Au малого размера (5 нм и меньше), в настоящее время отсутствует. Наконец, исследования воздействия нано-Au на свойства жидких кристаллов или ХЖКД д/ц молекул ДНК находятся в начальной стадии [17], хотя результаты таких исследований интересны как с биологической [18], так и с нанотехнологической точки зрения.

Спектры КД ХЖКД двух типов нуклеиновых кислот, обработанных нано-Au, показывают, что амплитуды аномальных полос резко уменьшаются при увеличении концентрации нано-Au в полимерсодержащем растворе ( $\xi$ -потенциал нано-Au лежит в пределах 30–40 мВ, то есть наночастицы несут отрицательный заряд). Уменьшение амплитуды аномальной полосы начинается с критической концентрации нано-Au, составляющей приблизительно 1000 нано-Au на одну частицу ХЖКД ДНК, и зависит от размера наночастиц. Такое уменьшение оптической активности свидетельствует, согласно теории [4], о раскрутке пространственной спиральной структуры частиц ХЖКД, то есть о нематизации их структуры, независимо от особенностей вторичной структуры нуклеиновой кислоты. Нематизация структуры может быть результатом взаимодействия нано-Au любого размера с реакционноспособными группами пар оснований (в частности, с атомами N7 пуринов или атомами N3 пиримидинов). Такие комплексы фиксируются вблизи поверхности соседних молекул ДНК, влияя на характер взаимодействия между ними.

Таким образом, нано-Au, добавленные к ХЖКД НК, действительно вызывают изменение параметров пространственной структуры этих частиц так же, как это происходит в случае жидких кристаллов низкомолекулярных соединений, обработанных нано-Au. Следовательно, в отличие от “твёрдых” частиц ХЖКД ДНК другого происхождения, частицы ХЖКД, обработанные нано-Au, аномальной оптической активностью не обладают. Отмеченный эффект потери аномальной оптической активности является уникальным, поскольку ни одно из химически значимых веществ или биологически активных соединений, взаимодействующих с молекулами ДНК, упорядоченными в структуре частиц ХЖКД, не вызывает нематизацию пространственной структуры этих частиц при комнатной температуре.

При обработке частиц ХЖКД ДНК нано-Au малого размера (~2 нм) наблюдаются изменения в УФ и видимой областях спектра поглощения. Во-первых, слабо выраженная полоса при 505 нм (полоса ППР) начинает меняться. Амплитуда этой



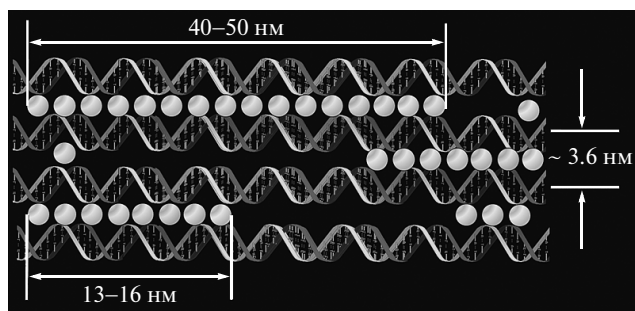
полосы увеличивается во времени, а её максимум смещается от  $\sim 505$  до  $\sim 550$  нм. Во-вторых, амплитуда полосы в УФ-области спектра уменьшается. Согласно теоретическим расчётам [19], аналогичные изменения полос в спектре поглощения соответствуют увеличению объёмной доли нано-Au в ансамблях, образуемых этими наночастицами.

Известно смещение максимума полосы ППР при образовании ансамблей из плазмонных наночастиц в красную область спектра [14]. Действительно, этот эффект обусловлен изменением общего размера ансамблей из нано-Au и, самое главное, сильным электромагнитным взаимодействием при сближении нано-Au. Кроме того, дополнительный вклад в красное смещение может быть связан с увеличением среднего показателя преломления окружающей среды или локального диэлектрического окружения наночастиц. Можно предположить, что в нашем случае наблюдаемое развитие полосы ППР и красное смещение её максимума связано с образованием линейных ансамблей (кластеров) из нано-Au, формирующихся в данном случае между молекулами д/ц ДНК в квазинематических слоях частиц ХЖКД.

Для наглядности был проведён теоретический расчёт спектров поглощения для хаотически ориентированного ансамбля линейных кластеров из нано-Au (2 нм) в воде [20]. Расстояние между нано-Au выбрано 0.2 нм, что соответствует достаточно слабому взаимодействию между ними. Расчёт был проведён по кластерному методу Т-матриц [21]. Необходимые детали расчёта описаны в работе [20]. Качественно рассчитанные спектры воспроизводят три основные особенности, наблюдаемые в эксперименте: увеличение амплитуды полосы ППР, её смещение в красную область спектра и увеличение зависимости плазмонного сдвига от числа нано-Au в кластере. Учёт распределения нано-Au или кластеров [22] по размерам, структуре и т.п. неизбежно приводит к расширению спектров поглощения и снижению максимальной амплитуды полосы ППР.

Сравнение экспериментальных данных с результатами расчётов показывает, что даже простейшая монодисперсная модель образования линейных кластеров из нано-Au с подобранным параметром межчастичного расстояния достаточно точно передаёт как общий диапазон изменения длины волны максимума полосы ППР, так и двухстадийный характер этого изменения.

В пользу образования линейных кластеров из нано-Au также свидетельствует зависимость положения максимума полосы поверхностного плазмонного резонанса от времени ( $t$ ), которая показывает, что между положением полосы ППР (до момента её насыщения) и величиной  $t^{1/2}$  существует прямая пропорциональная зависимость. Если принять, что смещение положения максимума полосы ППР связано с ростом ансамбля из нано-



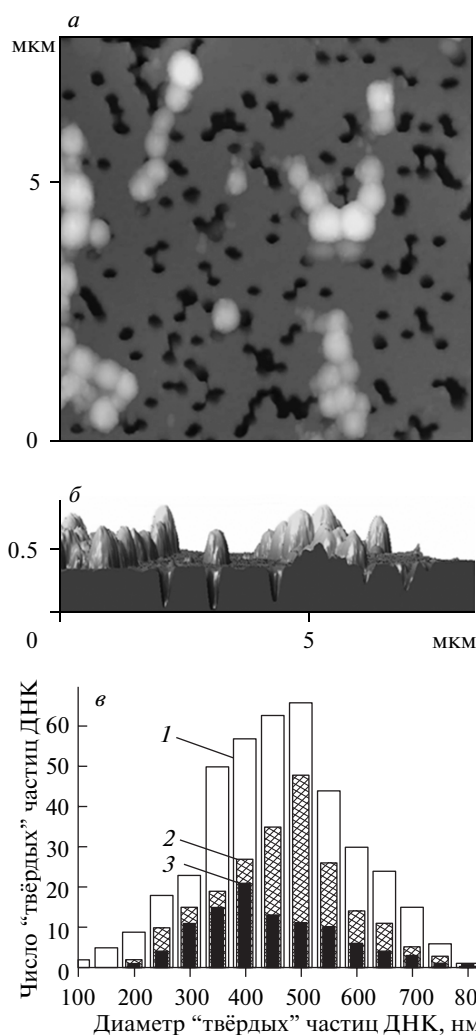
**Рис. 7.** Гипотетическая модель расположения линейных кластеров из наночастиц золота между молекулами ДНК, образующими квазинематические слои в структуре частиц дисперсии ДНК (на основании данных рентгенографического анализа)

В квазинематических слоях наночастицы золота упорядочиваются и образуют протяжённые кластеры. Единичные наночастицы золота, и особенно кластеры из этих наночастиц, выполняют роль среды, через которую реализуется взаимодействие между соседними молекулами д/ц ДНК. Формируется интегрированная структура ("твёрдая" частица ДНК), несовместимая с раствором и имеющая уникальные свойства

Au, то теоретическая оценка позволяет подтвердить гипотезу о возможности формирования линейных кластеров из нано-Au в частицах ХЖКД ДНК. Как известно, рост кластера определяется конкуренцией между объёмной и поверхностной свободной энергией, которая включает внутреннюю энергию и энтропию всех наночастиц, участвующих в формировании кластеров. При анализе этого процесса, давно проведённого И.М. Лившицем и В.В. Слёзовым [23], было показано, что размер кластера сферической формы ( $R$ ) увеличивается пропорционально величине  $t^{1/3}$ . Применение подхода Лифшица и Слёзова для описания роста линейного кластера цилиндрической формы показывает, что в этом случае длина цилиндра ( $L$ ) растёт пропорционально величине  $t^{1/2}$  (независимо от радиуса цилиндра). Эта теоретическая оценка вполне согласуется с экспериментальными данными.

Изменение положение максимума полосы ППР от времени действительно может быть связано с диффузией нано-Au в "свободном" пространстве между соседними молекулами ДНК в квазинематических слоях частиц ХЖКД и образованием линейных кластеров. Для проверки этого предположения "свободное" пространство между соседними молекулами ДНК в частицах ХЖКД было заполнено достаточно прочными наномостиками, состоящими из чередующихся молекул антибиотика и ионов меди [24]. Такой процесс приводит к образованию "твёрдых" наноконструкций ДНК, и "свободное" пространство становится недоступным для диффузии нано-Au и образования кластеров.

Если высказанное предположение о месте расположения кластеров нано-Au является правиль-



**Рис. 8.** АСМ-изображения “твёрдых” частиц ДНК, полученных в результате обработки частиц “жидких” частиц ДНК наночастицам золота и иммобилизованных на мембранном фильтре (ПЭТФ)

*a* — вид сверху; *б* — вид сбоку; *в* — распределение по размерам “твёрдых” частиц, полученных в результате обработки “жидких” частиц ДНК разными методами: *1* — в результате образования наномостиков; *2* — в результате обработки ионами гадолиния; *3* — в результате образования кластеров из наночастиц золота; тёмные точки — отверстия в ядерном мембранном фильтре

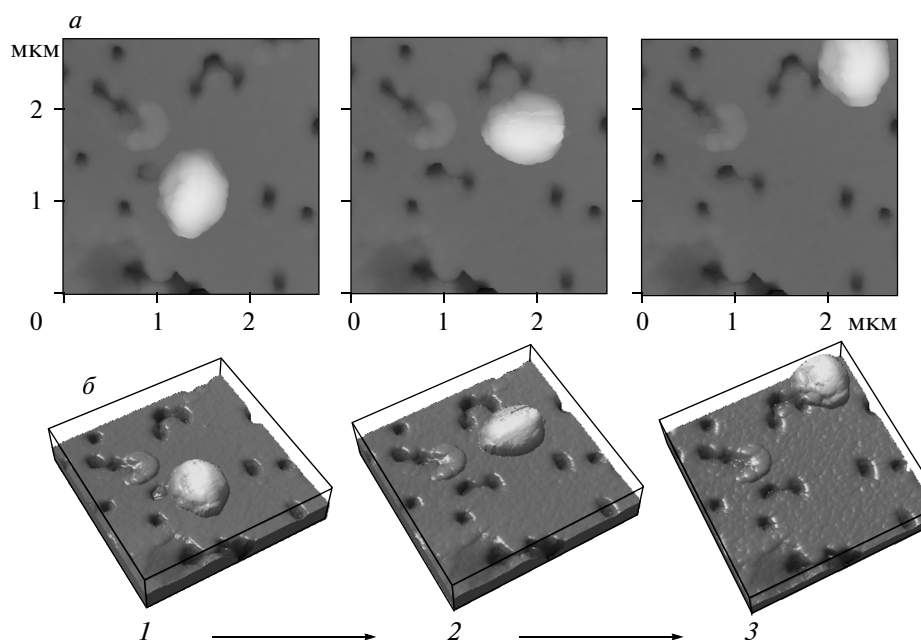
ным, то обработка “твёрдых” наноконструкций ДНК  $\text{нано-Au}$  не приведёт к изменению амплитуд полос, расположенных как в УФ, так и в видимой областях спектра поглощения. Действительно, в указанном случае никаких существенных изменений в спектре поглощения “твёрдых” наноконструкций ДНК не наблюдается, и полоса ППР не развивается. При этом полоса в УФ-области спектра практически не меняется. Это означает, что  $\text{нано-Au}$  малого размера не могут проникать в “свободное” пространство между соседними молекулами ДНК в квазинематических слоях “твёр-

дых” наноконструкций в том случае, когда оно занято наномостиками.

Для окончательной проверки предположения о формировании линейных кластеров из  $\text{нано-Au}$  при помощи метода малоуглового рентгеновского рассеяния был проведён структурный анализ фаз, сформированных из частиц ХЖКД ДНК, содержащих  $\text{нано-Au}$ . Анализ показал, во-первых, что рентгенографическая упорядоченность соседних молекул д/ц ДНК в таких частицах не нарушается, а расстояние между молекулами если и увеличивается, то незначительно. Во-вторых, данные рентгенографического анализа позволили построить гипотетическую модель расположения линейных кластеров из  $\text{нано-Au}$  в частицах ХЖКД ДНК. Согласно этой модели (рис. 7), в “свободном” пространстве между молекулами д/ц ДНК, упорядоченными в квазинематических слоях частиц ХЖКД, присутствуют линейные кластеры из  $\text{нано-Au}$ , размер (длина) которых достигает 40–50 нм [25].

Образование кластеров  $\text{нано-Au}$  между молекулами ДНК может приводить, во-первых, к нарушению пространственного расположения соседних квазинематических слоёв. В этих условиях спиральная закрутка слоёв в частице ХЖКД ДНК должна меняться, что сопровождается изменением аномальной оптической активности (что и наблюдается экспериментально). Во-вторых, образование кластеров из  $\text{нано-Au}$  в “свободном” пространстве между молекулами ДНК, фиксированными в квазинематических слоях частиц ХЖКД, приводит к тому, что взаимодействие между этими молекулами, реализуемое как через единичные  $\text{нано-Au}$ , так и через протяжённые кластеры  $\text{нано-Au}$ , усилится, что повлечёт “сшивание” соседних молекул ДНК в квазинематических слоях без изменения расстояния между молекулами. В данных условиях образуется интегрированная структура, включающая практически все молекулы ДНК одной частицы. Растворимость этой структуры, имеющей высокую молекулярную массу, уменьшается, и она становится несовместимой с ПЭГ-содержащим раствором. Стабильность интегрированной структуры определяется не свойствами исходного раствора ПЭГ, а числом и свойствами единичных  $\text{нано-Au}$  и кластеров  $\text{нано-Au}$  в её составе. Это означает, что происходит переход частиц ХЖКД ДНК из “жидкого” состояния в “твёрдое”. “Твёрдая” (нерастворимая) структура способна существовать даже в отсутствие высокого осмотического давления раствора и может быть иммобилизована на поверхности мембранного фильтра и исследована при помощи атомно-силового микроскопа (рис. 8).

Отличительная особенность “твёрдых” частиц комплексов (ДНК– $\text{нано-Au}$ ) от “твёрдых” частиц, сформированных в результате разных вариантов гелеобразования внутри частиц ХЖКД ДНК,



**Рис. 9.** АСМ-изображения трёх последовательных положений на мембранном фильтре (ПЭТФ) одной “твёрдой” частицы ДНК, полученной в результате обработки “жидких” частиц ДНК наночастицам и золота

При подталкивании кантилевером атомно-силового микроскопа “твёрдая” частица ДНК из положения 1 перемещается в положение 2 и затем в положение 3

состоит в том, что они слабо связаны с поверхностью ядерного мембранного фильтра. Это приводит к тому, что “металлизированные” частицы ХЖКД ДНК перемещаются по поверхности мембранного фильтра при приближении кантилевера (микромеханического зонда) атомно-силового микроскопа, и их можно фиксировать в определённых местах на фильтре (рис. 9). Перемещение “металлизированных” частиц ХЖКД ДНК может представлять дополнительный интерес с нанотехнологической точки зрения, поскольку открывает возможность для создания матриц, обладающих специфическими свойствами. Таким образом, нанотехнологический вариант позволяет создавать “твёрдые” частицы ДНК, также пригодные для эффективного манипулирования с ними.

\* \* \*

В заключение можно сказать, что результаты изучения свойств жидкокристаллических дисперсий ДНК открывают дорогу для нового направления структурной нанотехнологии нуклеиновых кислот. Рассматривая разные варианты подхода к формированию “твёрдых” частиц ХЖКД д/ц ДНК с точки зрения структурной нанотехнологии, подчеркнём ещё раз ряд принципиальных моментов:

- во всех вариантах в качестве строительных наноразмерных блоков использованы молекулы д/ц ДНК, образующие квазинематические слои

в частицах ХЖКД, причём молекулы ДНК рассматриваются просто как химические соединения, обладающие специфической пространственной структурой;

- во всех случаях использован процесс, который реализован на нанометровых расстояниях между молекулами ДНК в квазинематических слоях и который можно условно назвать гелеобразованием внутри частиц ХЖКД ДНК;

- все варианты жидкокристаллического подхода приводят к формированию интегрированной структуры ДНК, которая несовместима с ПЭГ-содержащим раствором;

- создаваемые интегрированные структуры ДНК, несмотря на постоянство их пространственных параметров, различаются не только по содержанию в них химически значимых веществ или биологически активных соединений, но и по своим специфическим свойствам.

Жидкокристаллический подход к структурной нанотехнологии позволяет формировать “твёрдые” частицы ХЖКД ДНК (наноконструкции ДНК) с разными свойствами, которые могут найти самые неожиданные применения.

Результаты получены при финансовой поддержке Президиума РАН (в рамках программы фундаментальных исследований “Фундаментальные науки — медицине”) и Министерства образования и науки РФ (государственный контракт № 14.527.12.0012). Работа Н.Г. Хлебцова была поддержана грантом № 14-13-01167.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Евдокимов Ю.М., Салыанов В.И., Кац Е.И., Скуридин С.Г. Структурная нанотехнология нуклеиновых кислот: жидкокристаллический подход // Биофизика. 2013. № 6.
2. Seeman N.C. An overview of structural DNA nanotechnology // J. Mol. Biotechnol. 2007. № 3.
3. Yevdokimov Yu.M., Salyanov V.I., Semenov S.V., Skuridin S.G. DNA Liquid-Crystalline Dispersions and Nanoconstructions. Boca Raton, London, N.Y.: CRC Press, 2011.
4. Yevdokimov Yu.M., Salyanov V.I., Skuridin S.G., et al. The CD Spectra of Double-Stranded DNA Liquid-Crystalline Dispersions. N.Y.: Nova Science Publishers, 2011.
5. Leforestier A., Livolant F. Supramolecular ordering of DNA in the cholesteric liquid crystalline phase // Biophys. J. 1993. № 1.
6. Тагер А.А. Физикохимия полимеров. М.: Химия, 1978.
7. Yevdokimov Yu.M., Salyanov V.I., Spener F., Palumbo M. Adjustable "cross-linking" of neighboring DNA molecules in liquid-crystalline dispersions through (daunomycin-copper) polymeric chelate complex // Int. J. Biol. Macromol. 1996. № 4.
8. Нечипуренко Ю.Д., Рябоконь В.Ф., Семёнов С.В., Евдокимов Ю.М. Термодинамические модели, описывающие образование "мостиков" между молекулами нуклеиновых кислот в жидких кристаллах // Биофизика. 2003. № 4.
9. Yevdokimov Yu.M., Skuridin S.G., Nechipurenko Yu.D., et al. Nanoconstructions based on double-stranded nucleic acids // Int. J. Biol. Macromol. 2005. № 1–2.
10. Qi Y.H., Zhang Q.Y., Xu L. Correlation analysis of the structure and stability constants of gadolinium(III) complexes // J. Chem. Inf. Comput. Sci. 2002. № 6.
11. Shtykova E.V., Volkov V.V., Salyanov V.I., Yevdokimov Yu.M. Structural modeling of DNA-Gadolinium complexes from SAXS data // Eur. Biophys. J. 2010. № 9.
12. Hegmann T., Qi H., Marx V.M. Nanoparticles in liquid crystals: synthesis, self-assembly, defect formation and potential applications // J. Inorg. Organomet. Polym. Mater. 2007. № 3.
13. Voloschenko D., Pishnyak O.P., Shiyanovskii S.V., Lavrentovich O.D. Effect of director distortions on morphologies of phase separation in liquid crystals // Phys. Rev. E. 2002. № 6.
14. Дыкман Л., Богатырёв В., Щёголев С., Хлебцов Н. Золотые наночастицы. Синтез, свойства, биомедицинское применение. М.: Наука, 2008.
15. Mirkin C.A., Letsinger R.L., Mucic R.C., Storhoff J.J. A DNA-based method for rationally assembling nanoparticles into macroscopic materials // Nature. 1996. № 6592.
16. Kumar A., Pattarkine M., Bhadbhade M., et al. Linear superclusters of colloidal gold particles by electrostatic assembly on DNA templates // Adv. Mater. 2001. № 5.
17. Скуридин С.Г., Дубинская В.А., Рудой В.М. и др. Действие наночастиц золота на упаковку молекул ДНК в модельных системах // Доклады АН. 2010. № 6.
18. Захидов С.Т., Павлюченкова С.М., Самойлов А.В. и др. Хроматин сперматозоидов быков не защищён от действия ультрамалых наночастиц золота // Известия РАН. Серия биологическая. 2013. № 6.
19. Storhoff J.J., Lazarides A.A., Mucic R.C., et al. What controls the optical properties of DNA-linked gold nanoparticle assemblies? // J. Am. Chem. Soc. 2000. № 19.
20. Khlebtsov N.G., Melnikov A.G., Dykman L.A., Bogatyrev V.A. Optical properties and biomedical applications of nanostructures based on gold and silver bio-conjugates // Photopolarimetry in Remote Sensing. NATO Science Series, II. Mathematics, Physics, and Chemistry. 2005. V. 161. P. 265–308.
21. Khlebtsov N.G. T-matrix method in plasmonics: an overview // J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer. 2013. V. 123. P. 184–217.
22. Grabar K.C., Smith P.C., Musick M.D., et al. Kinetic control of interparticle spacing in Au colloid-based surfaces: rational nanometer-scale architecture // J. Am. Chem. Soc. 1996. № 5.
23. Lifshitz I.M., Slyozov V.V. The kinetics of precipitation from supersaturated solid solutions // J. Phys. Chem. Solids. 1961. № 1–2.
24. Евдокимов Ю.М., Салыанов В.И., Кац Е.И., Скуридин С.Г. Кластеры из наночастиц золота в квазинематических слоях частиц жидкокристаллических дисперсий двухцепочечных нуклеиновых кислот // Acta Naturae. 2012. № 4.
25. Yevdokimov Yu.M., Skuridin S.G., Salyanov V.I., et al. A dual effect of Au-nanoparticles on nucleic acid cholesteric liquid-crystalline particles // J. Biomater. Nanobiotechnol. 2011. V. 2. № 4.

После выступления докладчик ответил на вопросы.

**Академик М.П. Кирпичников:** Скажите, пожалуйста, что известно о жидкокристаллических структурах *in vivo*? Они существуют?

**Ю.М. Евдокимов:** Да, жидкокристаллические структуры в живых организмах существуют. В мужских организмах есть жидкокристаллическое образование, обеспечивающее похоть наших детей на нас, — в головках спермиев. У животных точно так же.

**М.П. Кирпичников:** Сейчас широко обсуждаются, может быть, более широко, чем обычные геномные механизмы регуляции экспрессии генов, вопросы эпигенетики, то есть, когда активность тех или иных генов, активность нашего генома определяет не генетическая структура как таковая, а пространственные структуры ДНК и образующихся белков. Ведутся ли работы в этом направлении?

**Ю.М. Евдокимов:** Несколько лет назад состоялась конференция в НАТО по вопросам биобезопасности. Были приглашены военные, в том числе отвечавшие за биобезопасность, и учёные,

которые имели какое-либо отношение к этой проблеме. Один из генералов НАТО, прослушав доклад, спросил: “Что будет, если в свободное пространство между молекулами ДНК я помещу интересующее меня соединение? Эта частица летит?” Ответ мой был: “Летит”. Что будет определять датчик? Он будет определять ДНК, а не то, что лежит между слоями. Это серьёзная, сложная проблема.

Хочу отметить ещё один момент. Я вначале сказал, что структурная нанотехнология “забыла” о том, что ДНК — генетический материал. В ней молекула ДНК рассматривается просто как химическая структура. Но уже сегодня звучит именно такой вопрос, как сформулировал Михаил Петрович: может ли такая структура быть носителем генетической информации? Формально это вопрос завтрашнего дня. Первые опыты касались нейтрон-захватной терапии. Выяснилось, что частица, заряженная гадолинием, эффективно захватывается клеткой, и наша ошибка при постановке опыта заключалась в том, что мы к культуре клеток добавили носитель гадолиния и сразу отнесли на облучение тепловыми нейтронами. На самом деле нужно было подождать некоторое время, и эффективность была бы тогда более высокой.

**Академик А.И. Григорьев:** В обзоре есть очень важный раздел, особенно для медицины, — взаимосвязь наночастиц золота с ДНК. Могли бы вы добавить несколько слов по этому вопросу?

**Ю.М. Евдокимов:** Это работа, которую мы уже давно ведём. Она началась в 2010 г. после публикации одной любопытной статьи учёных из Таиланда под названием “Первый мировой доклад”. Выяснилось, что наночастицы золота обладают сперматоксичностью. С этого момента мы начали работать. Что же известно на сегодняш-

ний день, и о чём я и мои коллеги говорим? Сегодня препараты золота или носители на основе наночастиц золота пропагандируются как панацея от всех бед. Наша рекомендация: будьте предельно осторожны. Почему? Наночастицы золота в гомогенном виде получить практически невозможно, всегда присутствует распределение по размеру. Малые наночастицы будут проникать внутрь хромосом, организованных структур, вызывая определённые повреждения генетического аппарата. Поэтому после любой проведённой за рубежом работы всегда отмечается: хорошо бы теперь проверить, обладают ли эти системы токсичностью (несмотря на то, что часто говорят: “мы впервые показали, что наночастицы золота проникают, лечат”).

**Академик В.А. Тартаковский:** Хотя я очень далёк от этой проблематики, мне когда-то пришлось заниматься токсичностью наночастиц серебра. Серебро в ионном виде — это панацея от всех бед, но наночастицы серебра очень токсичны. Гадолиний относится к достаточно мощным отравляющим веществам. К примеру, тефлон, которым покрывают сковородки, абсолютно безопасен, однако тефлон определённого вида может быть более опасен, чем боевые отравляющие вещества нервно-паралитического типа. Поэтому мне кажется, что проблемы нанотоксикологии выходят сейчас на первое место.

**Ю.М. Евдокимов:** Мы начали такую работу и надеемся всё это проверить опытным путём. Да, все наночастицы токсичны. Наночастицы углерода токсичны, углеродные нанотрубки — это “копье”, проникающее в клетку. Конечно, больной от каких-то болезней вылечивается, но потом наступают тяжёлые последствия.

## ИСКОННО РОССИЙСКАЯ ТЕМАТИКА ТРЕБУЕТ ПОДДЕРЖКИ

### ОБСУЖДЕНИЕ НАУЧНОГО СООБЩЕНИЯ

**Академик А.А. Макаров** отметил достоинства проведённой работы и обратил внимание на то, что практическое применение исследований такого рода требует существенной материальной поддержки. К сожалению, именно по причине нехватки средств была приостановлена работа с Онкологическим институтом им. П.А. Герцена, поскольку для того, чтобы сформировать группу больных и провести клинические испытания, кроме разрешения Минздравсоцразвития РФ,

нужно финансирование. Остаётся надеяться, что работы всё-таки будут продолжены.

Уже говорилось о большом количестве монографий, опубликованных группой Ю.М. Евдокимова за последние пять лет. Шесть монографий, из которых две вышли в нашей стране и четыре в США, — это, по мнению А.А. Макарова, удивительный результат в современных условиях. Важно получить поддержку в рамках Программы по нанотехнологиям РАН.

Как заметил академик **М.П. Кирпичников**, обсуждаемые работы развивались очень непросто, и потому так важен сегодняшний результат. Эпигенетическая регуляция генома гораздо более интересна, чем обширные и очень значимые прикладные вопросы, о которых сегодня шла речь. По мнению М.П. Кирпичникова, важно помнить и о нанобиобезопасности.

Начиная с определённой размерности, главенствующая роль отводится не химическому составу частиц, а их геометрии и размеру. Это один из ключевых моментов при работе в области нанотехнологий.

М.П. Кирпичников подчеркнул, что нанотехнологии — исконно российская тематика, первые работы проводились в Институте молекулярной биологии им. В.А. Энгельгардта РАН. Этот опыт — первый не только в нашей стране, но и в мире. Уже многого удалось достичь при работе с биологическими молекулами. Например, на белках искусственного шёлка сейчас делают каркасы для клеточных структур с целью получения моделей организмов, тканей. Биологические материалы — это неисчерпаемое поле для решения как фундаментальных, так и прикладных задач.

Заместитель директора Института спектроскопии РАН по научной работе **О.Н. Компанец** отметил, что роль института в проводимых Ю.М. Евдокимовым работах заключается в разработке приборов, с помощью которых можно было бы показать, как жидкокристаллический подход даёт новые, “твёрдые” частицы ДНК. Наибольшее применение эти частицы могут найти в биомедицине, но для этого требуется сертификация приборов. Первые приборы, собранные на экспериментальном заводе научного приборостроения в Черноголовке, были сертифицированы в 2004 г. Сейчас готовится к сертификации прибор для определения гепарина в крови. Гепарин отвечает за свёртываемость крови, поэтому данная работа имеет важное практическое значение.

Твёрдые частицы ДНК могут применяться как носители, поскольку в них концентрация того же гадолиния очень высокая. Однако нужен генератор нейтронов, которого, к сожалению, не оказалось в наличии, равно как и денег, чтобы его купить.

Твёрдые частицы можно использовать и в технике. О.Н. Компанец привёл следующий пример. Необходима калибровка спектрометров кругового дихроизма, которые калибруют всего лишь по нескольким длинам волн, потому что не существует жёстких стандартов. Если “твёрдые” частицы мобилизовать в полимерной матрице, они будут обладать, во-первых, стабильностью, во-вторых, высокой концентрацией, и очень легко могут быть проверены по первичному стандарту. Подбирая определённые соединения, можно сделать такие полимерные стандарты на очень боль-

шом числе длин волн, и, следовательно, их можно будет использовать как вторичные стандарты частоты.

Член-корреспондент РАН **С.Н. Кочетков** упомянул о единичных каркасных конструкциях, которые в современных биотехнологиях также имеют очень большое значение. Развитие этой тематики, по его мнению, важно и престижно для нашей страны, поскольку мы обладаем приоритетом в этой области. Никому ранее не приходила в голову идея использовать ДНК не как неисчерпаемую биологическую молекулу, а как строительный материал. Такой оригинальный подход привёл к выдающимся результатам.

Результаты исследований, которые были представлены Ю.М. Евдокимовым, с большой очевидностью показывают способность наночастиц золота возмущать молекулу ДНК в жидких кристаллах, отметил профессор **С.Т. Захидов**. Это позволило предположить, что нанокорпускулярное золото обладает генотоксической активностью, то есть способностью поражать наследственные структуры, но, чтобы доказать это предположение, необходимы исследования на живых системах. И такие исследования были развёрнуты на базе биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова и ряда академических институтов — Института молекулярной биологии им. В.А. Энгельгардта РАН, Института биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН и Института физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН. В исследованиях, по мнению С.Т. Захидова, противоречивых и очень сложных, принимали участие не только научные сотрудники, но и студенты и аспиранты Московского государственного университета. Был получен ряд принципиально новых данных, свидетельствующих о том, что при выбранных условиях эксперимента наночастицы золота ультрамалых размеров способны нарушать структуру функциональной целостности мужских половых клеток у млекопитающих (опыты ставились на быках и мышах). А это, безусловно, потенциально опасно с точки зрения процессов оплодотворения и эмбрионального развития.

С.Т. Захидов обратил внимание на ещё один очень важный и подчас парадоксальный результат. Наночастицы золота, попадая в поле действия молекулы ДНК, сами становятся объектом измерения и перепрограммирования, что ведёт к изменению всего спектра химико-физических свойств и перенормировке энергетических характеристик. Диффундируя, жидкокристаллические молекулы ДНК и наночастицы золота переходят из состояния хаоса в состояние высокой упорядоченности, то есть понижают константу своей энтропии. Полученные Ю.М. Евдокимовым результаты, считает С.Т. Захидов, подтверждают один из фундаментальных постулатов мутационной генетики: там, где наблюдается увеличение мутацион-

ного выхода под влиянием химических мутагенов или супермутагенов, одновременно происходит параллельное уменьшение энтропии этих химических раздражителей. От познания генетической активности наночастиц золота учёные переходят к созданию новых конструкций, которые будут иметь большое значение в различных областях науки и практики — от электроники и оптики до экологии и медицины.

С.Т. Захидов сообщил, что в настоящее время в биологии и генетике разворачивается новое научное направление — нанокорпускулярный мутагенез. В методологии нанокорпускулярного мутагенеза, как в своё время методологии радиационного и химического мутагенеза, должна быть предусмотрена оценка генетических рисков, обусловленных действием тех веществ, которые будут создаваться на базе нанотехнологического синтеза. Исследования, которые ведутся Ю.М. Евдокимовым и сотрудниками его лаборатории, являются не только приоритетными, но и служат стимулом для развития этого нового направления естествознания.

Профессор **Б.П. Готтих** (Институт молекулярной биологии РАН) отметил, что сейчас может получить распространение использование биологических систем и отдельных молекул в качестве неких фундаментальных стандартов, а с химической точки зрения — для применения в различного рода конструкциях, где не важно их биологическое свойство как таковое.

Один из нобелевских лауреатов, представивших миру структуру ДНК, Ф. Крик заметил, что все начали воспринимать структуру ДНК в виде двойной спирали, вытянутой в пространстве. Казалось бы, такое простое представление — длинная молекула, но как с ней всё связано, как всё регулируется — не очень понятно, если не принять во внимание одну простую вещь: это не просто вытянутая молекула, это спирализованная, жёсткая структура, а вовсе не какой-то длинный полимер. Фактически с этого всё и началось. Имитация спирализованной жёсткой структуры в виде жидкокристаллических молекул ДНК, по словам Б.П. Готтиха, положила начало этой работе, а дальше её стали применять в качестве некой полимерной структуры, с которой можно осуществлять всякого рода комбинации и прийти к тем практическим применениям, которые были реализованы сегодня и будут реализованы в дальнейшем.

Академик **Н.Ф. Мясоедов** поблагодарил Ю.М. Евдокимову за прекрасный доклад и отметил, что лаборатория Юрия Михайловича является

единственным в своём роде центром. Физическое рассмотрение ДНК как материала для создания наночастиц — это новое бионаправление, которое возникло в начале 1980-х годов. Сегодня было представлено, подчеркнул Н.Ф. Мясоедов, новое приоритетное направление, которое заключается в использовании двухцепочечных РНК.

Наночастицы на основе ДНК рассматриваются как совершенные контейнеры для доставки лекарственных препаратов в клетку. Кроме того, они могут продолжить существование и после деления клетки. Всякая суперэкспрессия тех или иных РНК в норме или при патологии может приводить к раскрытию контейнера и выпуску лекарственных средств в клетку, убивая или, наоборот, вылечивая её.

Н.Ф. Мясоедов согласился с А.А. Макаровым в том, что это действительно новое, уникальное направление, заслуживающее всяческой поддержки.

Комплексный характер проведённой работы подчеркнул академик **А.И. Григорьев**. Наряду с молекулярной биологией здесь задействованы физика, химия и спектральный анализ. Структурная нанотехнология с использованием нуклеиновых кислот впервые апробирована Ю.М. Евдокимовым. И снова в обсуждении был затронут вопрос финансирования исследований: без достойных финансовых вложений работа не может быть продолжена.

А.И. Григорьев обратил внимание на то, что применение наночастиц золота и серебра в медицине невозможно без понимания их токсичности. На протяжении нескольких лет этой проблемой занимается ряд институтов. По свойствам серебра уже собран значительный материал, но касательно золота, которое сейчас активно пытаются использовать в медицине, возникает много вопросов, а значит, нужно развивать специальный раздел — нанотоксикологию. Медицинские стандарты не позволяют использовать эти вещества без соответствующих регламентов, но и самим учёным нужно понять, насколько они опасны для человека (а также для других биологических объектов), являются ли они биологически инертными.

Закрывая обсуждение, академик **В.Е. Фортов** заверил, что научные программы Президиума РАН и отделений будут продолжены, для этого выделяется 4.5 млрд. руб.

*Материалы обсуждения подготовила к печати  
Н.В. ЧУРИКОВА*



## ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

DOI: 10.7868/S0869587314070184

Основу статьи составляет библиометрический анализ сотрудничества российских учёных в области углеродных наноструктур — одном из важнейших направлений нанотехнологии. В частности, показано, что международное соавторство значительно повышает цитируемость российских публикаций, тогда как соавторские публикации только российских учёных в среднем цитируются даже меньше, чем публикации одного автора. Исходная информация для анализа извлечена из Базы данных Science Citation Index Expanded (БД SCIE).

### НАУЧНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В ОБЛАСТИ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР В ЗЕРКАЛЕ БИБЛИОМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

А.И. Терехов

Нанотехнология (НТ) — первая глобальная научно-техническая инициатива XXI в. В начале 2000-х годов она стала приоритетом научной политики многих стран, что сопровождалось не только запуском множества взаимосвязанных программ и проектов, но и расширением возможностей для научного сотрудничества. Учитывая междисциплинарный характер НТ, делая ставку на конвергенцию ранее отдельных областей нано-, био-, инфо- и когнитивных технологий, нанотехнологические инициативы стран, как правило, предусматривают межведомственную внутреннюю, а также широкую международную кооперацию. Как это влияет на характер, схемы и интенсивность сотрудничества, а последнее — на научную продуктивность? Чтобы ответить на этот вопрос, нередко используют библиометрию, позволяющую исследовать научное сотрудничество на основе соавторства — одной из наиболее зримых и хорошо документированных форм кооперации учёных [1].

На момент настоящего исследования (декабрь 2012 г.) статьи, сообщающие об открытии фуллеренов, углеродных нанотрубок (УНТ) и графена,

по количеству ссылок в БД SCIE входили в первую сотню, занимая 96-е, 16-е и 83-е места соответственно. При этом за предшествующий год статья С. Ииджимы об открытии УНТ поднялась с 33-го на 16-е место. В поиске и изучении новых форм углерода отечественные учёные традиционно поддерживали высокий уровень и нередко достигали опережающих результатов. Так, углеродные нанотрубки впервые наблюдались с помощью электронного микроскопа ещё в 1952 г. учёными из Института физической химии АН СССР; в 1973 г. с помощью квантово-химических расчётов была показана стабильность молекулы  $C_{60}$  в форме усечённого икосаэдра (Институт элементоорганических соединений АН СССР); в конце 1991 г. в Институте биохимической физики РАН была выдвинута идея о возможности иных, чем известный уже тогда фуллерен, полых углеродных структур, которая была подтверждена оригинальным методом приготовления плёнок, содержащих УНТ; в 1994 г. группа сотрудников Института радиотехники и электроники РАН впервые доложила о высокоэффективной полевой эмиссии электронов с нанотрубок [2, с. 270–301]. Наконец, в открытии графена решающую роль сыграли учёные из Института проблем технологий микроэлектроники и особочистых материалов РАН (ИПТМ РАН), двое из которых (будущие нобелевские лауреаты) на момент открытия эмигрировали из страны. Добавим, что метод получения детонационных наноалмазов и технология получения нанопористого углерода разработаны советскими учёными [3]. По совокупному публикационному вкладу в данную область в период 1990–2011 гг. Россия, согласно БД SCIE, занимала шестое место в мире.



ТЕРЕХОВ Александр Иванович — кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Центрального Экономико-математического института РАН.  
a.i.terekhov@mail.ru



**Таблица 1.** Наиболее продуктивные российские институты в области углеродных наноструктур, 1990–2011 гг.

Ранг	Институт	Количество публикаций	Среднее число ссылок на одну публикацию	Индекс Хирша
1	МГУ	605	14.4	42
2	ФТИ РАН	534	8.7	30
3	ИПХФ РАН	353	8.9	26
4	ИНЭОС РАН	259	8.7	20
5	ИФТТ РАН	228	6.9	21
6	ИПТМ РАН	42	501.9	24

*Примечание:* МГУ – Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова; ФТИ РАН – Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН; ИПХФ РАН – Институт проблем химической физики РАН; ИНЭОС РАН – Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН; ИФТТ РАН – Институт физики твёрдого тела РАН; ИПТМ РАН – Институт проблем технологии микроэлектроники и особо чистых материалов РАН.

Таким образом, углеродные наноструктуры – одно из важнейших направлений развития НТ в нашей стране, представляющее интерес как для исторических исследований, так и для библиометрического анализа. Здесь мы продолжим начатый ранее [4] анализ, уделив внимание такому важному феномену, как научное сотрудничество.

**Библиометрические показатели развития направления.** Для поиска в БД SCIE был разработан специальный запрос, тематически охватывающий фуллерены и их производные, УНТ, графен, наноалмазы, другие формы наноуглерода – нановолокна, онионы и т.д. Поиск по ключевым словам, содержащимся в названиях, выявил 85987 релевантных публикаций за период с 1990 по 2011 г. Число публикаций хотя бы с одним российским автором в этом массиве – 4735, или около 5.5%.

Динамика публикационной активности шести ведущих по совокупному публикационному вкладу стран (США, Китай, Япония, Южная Корея, Германия, Россия) за весь период показывает, что бурное развитие направления с интенсивным соперничеством началось с 2000 г., когда во многих из этих стран НТ была провозглашена в качестве государственного приоритета. Если условно раз-

делить топ-6 на соперничающие пары, то можно отметить, что в ходе впечатляющей гонки Китай обошёл США и стал лидером, Южная Корея, стартовав позднее всех, сумела обойти Японию, а Германия уверенно оставила позади Россию, которая с 2008 г. выбыла из лидирующей шестёрки, пропустив к 2011 г. вперёд Великобританию, Францию, Индию и Иран. Это, конечно, не умаляет общего вклада нашей страны, а лишь подчёркивает, что сделанные согласно принятой в 2007 г. “Стратегии развития nanoиндустрии” масштабированные финансовые вливания уже не способны подстегнуть научный комплекс и принести ожидаемую быструю отдачу даже в такой в целом успешной для страны области исследований.

Приведём некоторые выходные библиометрические показатели на институциональном (табл. 1) и индивидуальном (табл. 2) уровнях. В мировом рейтинге университетов по количеству публикаций в рассматриваемой области за весь период МГУ находится на 16-м месте, а ИПТМ РАН – рекордсмен по цитируемости, правда, благодаря лишь небольшому числу работ. Среди научных организаций мира РАН – вторая после Академии наук Китая: 3358 против 3590 публикаций за весь

**Таблица 2.** Наиболее продуктивные российские учёные в области углеродных наноструктур, 1990–2011 гг.

Ф.И.О.	Институт	Количество публикаций	Среднее число ссылок на одну публикацию	Индекс Хирша
1. Болталиня О.В.	МГУ	165	20.3	32
2. Любовская Р.Н.	ИПХФ РАН	130	13.7	22
3. Окотруб А.В.	ИНХ СО РАН	109	8.0	15
4. Конарев Д.В.	ИПХФ РАН	107	13.5	21
5. Чернозатонский Л.А.	ИБХФ РАН	103	14.3	21
6. Морозов С.В.	ИПТМ РАН	23	875.2	19

*Примечание:* ИНХ СО РАН – Институт неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН; ИБХФ РАН – Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН.

**Таблица 3.** Распределение российских публикаций в области углеродных наноструктур по количеству авторов (цитируемость публикаций с разным количеством авторов)

Количество авторов	Годы						Средняя цитируемость публикаций в 2005–2007 гг.
	1990–2011		1990–2000		2001–2011		
	число	доля, %	число	доля, %	число	доля, %	
1	296	6.3	87	6.8	209	6.1	8.8
2	679	14.3	170	13.3	509	14.7	11.3
3	794	16.8	218	17.0	576	16.7	10.8
4	758	16.0	246	19.2	512	14.8	5.7
5	650	13.7	179	14.0	471	13.6	9.5
6	525	11.1	145	11.3	380	11.0	7.9
7	389	8.2	98	7.7	291	8.4	18.6
8	246	5.2	57	4.5	189	5.5	17.5
9	152	3.2	38	3.0	114	3.3	34.8
10	246	5.2	41	3.2	205	5.9	15.0
Всего	4735	100.0	1279	100.0	3456	100.0	11.6

*Примечание:* при расчёте были исключены три статьи по графену с “пиковой” цитируемостью 4871, 1623 и 1389 раз и количеством авторов 8, 7 и 7 соответственно.

период. Сравнение по цитируемости, к сожалению, также не в пользу РАН: 15.2 против 22.5 в среднем ссылок на статью. Заметим, что О.В. Болтали (см. табл. 2), на счету которой, кроме 165, ещё 25 публикаций, не аффилированных с Россией, входит в мировую десятку учёных, наиболее продуктивных в области углеродных наноструктур. В том, что ряд библиометрических показателей по углеродному направлению выше общего уровня для НТ, немалую роль играют соавторские связи, отражающие, в частности, факт интеграции российских исследователей в мировое научное сообщество.

**Показатели сотрудничества на основе соавторства.** Российские публикации в области углеродных наноструктур имеют от 1 до 19 авторов. В таблице 3 приведены соответствующие распределения для полного периода и двух полупериодов, а также величина средней цитируемости в зависимости от размера авторского коллектива для публикаций 2005–2007 гг. Из таблицы следует, что 93.7% всех публикаций являются совместными и только 6.3% написаны одним автором. Наиболее высока доля (16.8%) публикаций трёх авторов. В период 2001–2011 гг. по сравнению с периодом 1990–2000 гг. произошло некоторое перераспределение в пользу публикаций с семью и более авторами за счёт остальных вариантов, исключая публикации с двумя авторами. В результате среднее число авторов на публикацию выросло с 4.5 в предыдущий период до 4.8. С 2001 г. этот показа-

тель варьировался по годам в интервале от 4.5 до 5.0 и составил, например, в 2007 г. – 4.7, в 2011 г. – 5.0. Для сравнения: среднее число авторов на публикацию, индексируемую Thomson Reuters, выросло с 3.8 в 2007 г. до 4.5 в 2011 г. [5]. Иными словами, по этому показателю российские публикации соответствуют мировому тренду, даже с небольшим превышением. Однако средний показатель не делает различий для публикаций с разными уровнями соавторства; в этом отношении более совершенен коэффициент сотрудничества (КС), определяемый формулой

$$КС = 1 - \frac{1}{N} \sum_{j=1}^A \frac{1}{j} f(j),$$

где  $N$  – количество публикаций в данной выборке;  $f(j)$  – количество публикаций, имеющих  $j$  авторов;  $A$  – максимальное количество авторов для публикаций из данной выборки. Рассчитанный для российских публикаций в области углеродных наноструктур  $КС \approx 0.697$  (0.691 и 0.700 для периодов 1990–2000-х и 2001–2011-х годов соответственно). Эти значения превышают, например, значения аналогичного коэффициента для индийских нанопубликаций в 1990–2009 гг. [6]. Можно показать, что у продуктивных организаций и учёных показатель сотрудничества, как правило, выше среднего уровня. Так, МГУ имеет  $КС \approx 0.760$  (0.747 и 0.765 для периодов 1990–2000-х и 2001–2011-х годов соответственно).

У О.В. Болталиной  $КС \approx 0.818$ . С другой стороны, “многоавторство” способствует повышению средней цитируемости публикаций. Если совокупность публикаций 2005–2007 гг. разделить примерно по медиане — на публикации, имеющие от одного до четырёх и более четырёх авторов, средняя цитируемость публикации в первой группе составит 9.3, во второй — 13.9 раза. Однако эта зависимость проявляется не монотонно: например, минимум цитируемости приходится на публикации с четырьмя авторами, далее следуют публикации с шестью, затем с одним автором (см. последний столбец табл. 3). Заметим, что “многоавторство” может сопутствовать проявлению других факторов, влияющих на цитируемость. В подтверждение разделим публикации 2005–2007 гг., имеющие двух и более авторов, на полностью российские (459) и имеющие международное соавторство (378). Средняя цитируемость публикации в первой группе — 5.1, во второй — 19.8 раза, то есть в нашем случае многоавторство приводит к большей цитируемости на уровне средних лишь в сочетании с международным соавторством. Статьи по графену с наивысшей цитируемостью (более 1000 ссылок) также подготовлены в международном соавторстве.

Как уже отмечалось, для исследований в области нанотехнологий характерно интенсивное международное сотрудничество, что подтверждают библиометрические данные. Если из всех российских публикаций за 1990–2011 гг., содержащихся в БД SCIE, лишь 29.1% имели международное соавторство, то для публикаций в области НТ эта доля составляла 41.1%.

Рассмотрим более подробно международное соавторство российских учёных в выбранном научном направлении. За период 1990–2011 гг. у России (СССР до 1992 г.) — 4735 публикаций в области углеродных наноструктур со средней цитируемостью 14.0. Из них 3029 публикаций — только российские со средней цитируемостью 6.2, а 1706 (36%) написаны в соавторстве с зарубежными специалистами, их средняя цитируемость — 27.8. У России сложились соавторские связи с более чем 60 странами, причём наиболее тесные — с Германией (8.2% публикаций), США (7.0%), Англией (4.6%). Однако рисунок 1 показывает снижение числа совместных публикаций в последние годы. Наиболее высока цитируемость совместных работ с учёными из Англии за счёт сотрудничества в исследовании графена.

Доля международного соавторства в публикациях лидеров направления — МГУ и ФТИ РАН — составила в 2000–2011 гг. 55.9% и 40.9% соответственно, поэтому остановимся кратко на его схемах. В силу многодисциплинарного характера исследований (в которых участвуют представители разных факультетов — химического, физического, наук о материалах), а также специфики учеб-

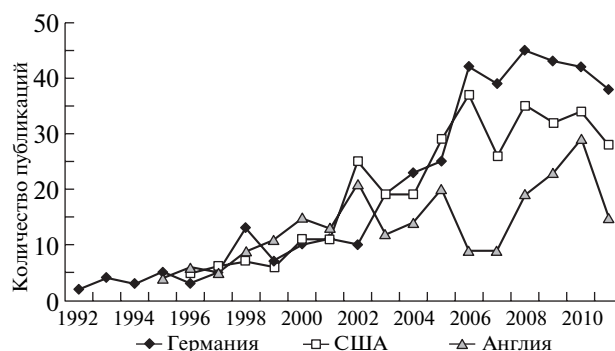
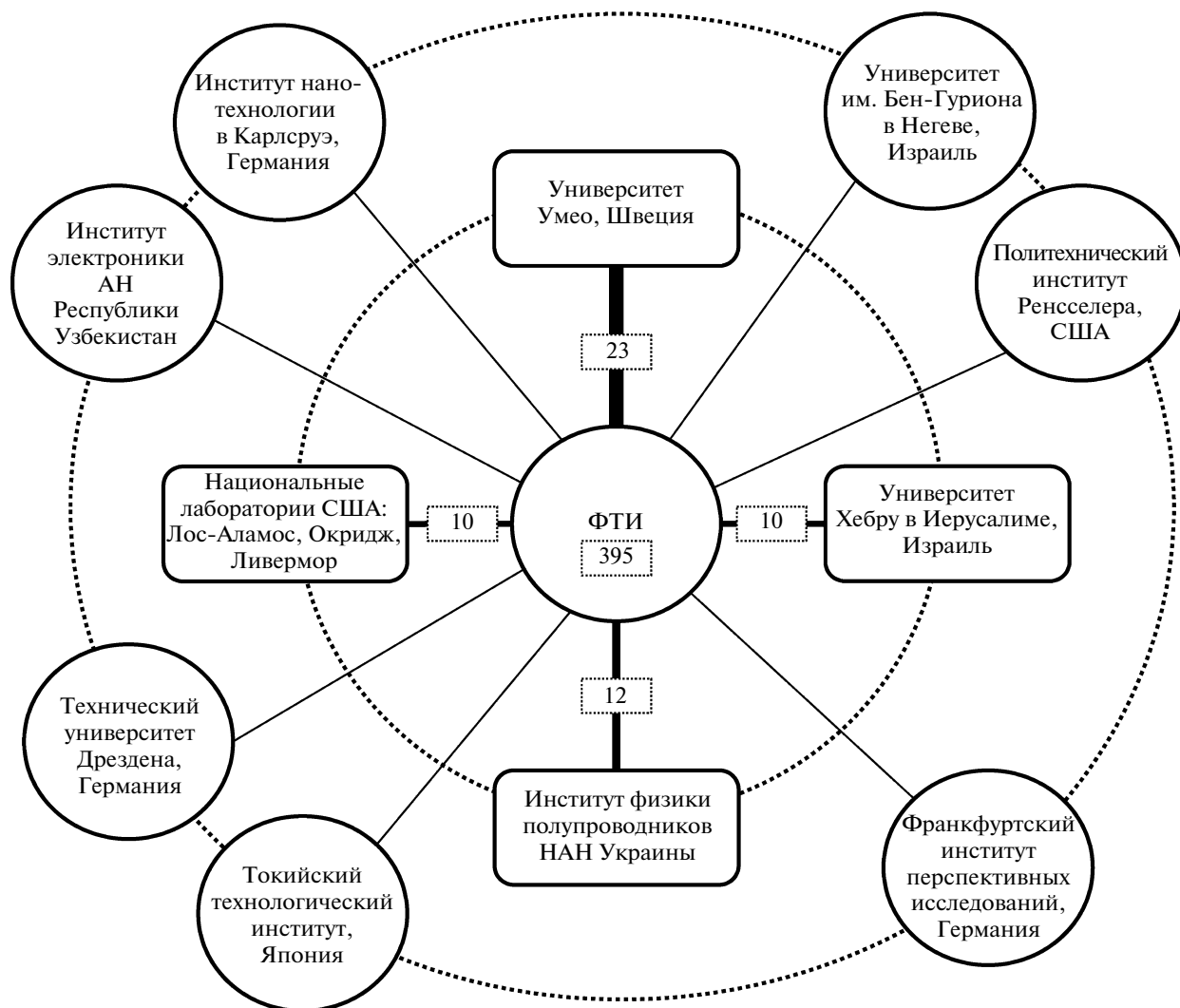


Рис. 1. Динамика совместных публикаций российских учёных с наиболее близкими партнёрами

ного заведения международные соавторские связи МГУ обширны и многообразны, они охватывают 30 стран, среди которых Германия (24.6% совместных публикаций), США (14.6%), Англия (9.7%). ФТИ имеет соавторские связи с учёными из 28 стран, среди которых США (10.8% совместных публикаций), Германия (9.8%), Швеция (6.5%). У ФТИ более активны связи с учёными из республик бывшего СССР (Украина, Беларусь, Узбекистан, Таджикистан, Литва, Эстония). На рисунках 2 и 3 показано зарубежное сотрудничество МГУ и ФТИ на уровне организаций. Естественно, что у МГУ более интенсивные связи с зарубежными университетами, тогда как ФТИ сотрудничает и с академическими институтами (например, в Украине и Узбекистане) и в большей степени, чем МГУ, с корпоративным сектором. Значительный вклад в публикационный массив и соавторские связи с Университетом Гумбольдта (Германия), Университетом Колорадо (США), Сассекским университетом (Англия) внесла лаборатория термохимии МГУ (и её представитель О.В. Болталины), проводящая исследования в области фуллеренов и их производных. Толчком к развитию сотрудничества ФТИ с Университетом Умео (Швеция) послужило получение в 1998 г. позиции постдока исследователем из лаборатории физики кластерных структур ФТИ Т.Л. Макаровой, занимающейся изучением свойств фуллере-на. К сожалению, О.В. Болталины и Т.Л. Макарова, обеспечившие значительное число совместных публикаций МГУ с Университетом Колорадо и ФТИ с Университетом Умео, в последние годы уже не причисляют себя к российским организациям.

Составим по БД SCIE краткий “библиометрический портрет” О.В. Болталиной, окончившей химический факультет МГУ в 1982 г. С 1993 г. основным предметом её научного интереса стали фторпроизводные фуллере-на. У неё по теме 165 публикаций, аффилированных с Россией, по количеству публикаций в области углеродных на-

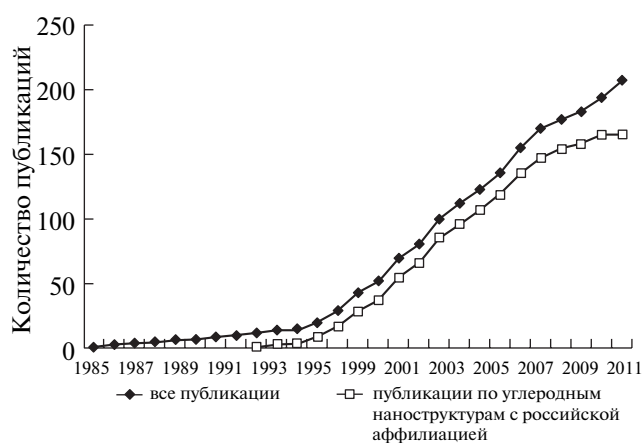




**Рис. 3.** Соавторские связи ФТИ РАН в исследовании углеродных наноструктур с зарубежными организациями, 2000–2011 гг. (вдоль линий указано количество совместных публикаций; отсутствие указания соответствует интервалу от 5 до 9 публикаций)

О.В. Болтали́на первый соавтор, меньше ( $KC \approx 0.770$ ), чем те, где она не на первой позиции. ( $KC \approx 0.832$ ). Это может указывать на участие в крупных коллаборациях, возглавляемых более авторитетными учёными.

Таким образом, рассмотренную область характеризует высокая доля соавторских публикаций, которые по средней цитируемости превосходят статьи с одним автором. Среди публикаций 2005–2007 гг. с несколькими авторами доля имеющих только российское соавторство – 55%, а их средняя цитируемость – 5.1, то есть даже меньше, чем у тех, где только один автор (8.8). У публикаций с международным соавторством (их доля – 45%) средняя цитируемость (19.9) почти в 4 раза выше, чем только с российским. Иными словами, международное соавторство играет для цитируемости ключевую роль, внутрироссийское же не делает



**Рис. 4.** Количество публикаций О.В. Болталиной в БД SCIE (кумулятивно), 1985–2011 гг.

публикации более востребованными. Международные соавторские связи в значительной степени способствовали продуктивности отечественных лидеров в области углеродных наноструктур (например, МГУ и его представителя — О.В. Болтаиной), однако нередко приводили к эмиграции талантливых российских учёных. В последние годы ухудшается не только рейтинг России по количеству публикаций, но и доля публикаций с международным соавторством, а это не благоприятствует их цитируемости.

Сотрудничество, включая его международный аспект, стало характерной чертой современной науки, предметом целенаправленного стимулирования в научной политике. На Западе изучение этого феномена, в том числе с применением библиометрии, началось достаточно давно, а в отечественной литературе ему пока ещё не уделено должного внимания. Нанотехнология как глобальная исследовательская инициатива увеличивает масштабы научного сотрудничества, придаёт ему новые качественные особенности. В развитии углеродного направления НТ в 1990–2011 гг. участвовали более 100 государств, а доля российских публикаций в БД SCIE, имеющих международное соавторство, превысила 36%. Учитывая значительный исторический и библиометрический вклад российской научной школы, это направление было выбрано для изучения соавторских связей отечественных учёных, их интеграции в мировое нанотехнологическое сообщество. Как видим, наблюдается усиление сотрудничества, активизация международных связей, кото-

рые способствуют повышению научной продуктивности. Установлено, например, что исключительно российское соавторство не даёт преимуществ с точки зрения цитируемости публикаций и поэтому не может быть предметом специального стимулирования.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Glanzel W., Schubert A.* Analyzing scientific networks through co-authorship. Chapter 11 H. Moed, W. Glanzel, U. Schmoch (eds.). *Handbook of Quantitative Science and Technology Research*. N.Y.: Kluwer Academic Publishers, 2004.
2. *Терехов А.И.* Наукометрический анализ (на примере развития наноматериалов в России и за рубежом) // Экономические проблемы развития революционных технологий. Нанотехнологии. Ред. Макаров В.Л., Варшавский А.Е. М.: Наука, 2012.
3. *Вуль А.Я.* Наноуглерод: исследование и применение. 04.12.2007. [www.nanojournal.ru/events.aspx?cat\\_id=227&d\\_no=450](http://www.nanojournal.ru/events.aspx?cat_id=227&d_no=450).
4. *Terekhov A.I., Efremenkova V.M., Stankevich I.V., Krukovskaya N.V., Terekhov A.A.* Information resources for evaluating the development of research direction — “Fullerenes” // *Fullerenes, Nanotubes and Carbon Nanostructures*. 2006. V. 14. № 2–3.
5. *King C.* Multiauthor papers: Onward and upward. July 2012. [http://archive.sciencewatch.com/newsletter/2012/201207/multiauthor\\_papers/](http://archive.sciencewatch.com/newsletter/2012/201207/multiauthor_papers/).
6. *Karpagam R., Gopalakrishnan S., Natarajan M., Ramesh B.* Mapping of nanoscience and nanotechnology research in India: A scientometric analysis, 1990–2009 // *Scientometrics*. 2011. V. 89. № 2.

DOI: 10.7868/S0869587314080179

Уже сам заголовок предлагаемой вниманию читателей статьи может вызвать недоумение. Ведь наука обычно занимается тем, что можно уловить, измерить, оценить тем или иным образом. Но счастье большинству из нас представляется материей неуловимой, да и не материей вовсе. Однако в последние годы слово “счастье” всё чаще мелькает в документах международных организаций и институтов, его изучают, предпринимаются попытки использовать это понятие в качестве критерия успешности развития государств. Отсюда следует необходимость в чётком определении понятия, его коннотаций, его места в ряду близких категорий. Анализируя соответствующий круг проблем, авторы статьи высказывают мнение о смысле жизни как ключевом компоненте удовлетворённости жизнью и счастья. В качестве одного из главных элементов счастья в коллективистских культурах рассматриваются коллективные смыслы жизни, а в качестве их главного источника — национальная идея, отсутствие которой в современной России порождает целый ряд социальных болезней.

## СЧАСТЬЕ КАК НАУЧНАЯ КАТЕГОРИЯ

А.Л. Журавлёв, А.В. Юревич

Симптоматичной тенденцией в развитии современной социогуманитарной науки является её стремление к точности, количественному выражению изучаемых характеристик общества и одновременно обращение к тем сторонам его жизни, которые традиционно игнорировались как якобы исключающие точный количественный анализ. Одной из таких характеристик общественной жизни является *счастье*, к которому стали проявлять интерес самые разные социогуманитарные дисциплины, причём первый импульс пришёл из наиболее строгой и математизированной из них — экономики, где сложилось такое направление, как *экономика счастья*.

### ЭКОНОМИКА СЧАСТЬЯ

Это направление во многом переворачивает традиционную логику экономических и социальных оценок, делая акцент на субъективном благополучии и *через* него оценивая качество объективных условий жизни людей, а “экономика рассматривается в гуманистических координатах — как инструмент создания *благополучия* для социума в целом и каждого человека в отдельности” [1, с. 62]. Экономист Р. Лэйард считает, что именно стремление человека к счастью должно быть принято государством в качестве золотого стандарта и основы всех политических решений [2]. По его мнению, счастье граждан — *единственный* показатель эффективности, который правительства должны учитывать при планировании своего курса, а умножать богатство имеет смысл только для приумножения счастья людей [там же].

С экономистами солидарны психологи. М. Селигман утверждает, что мы вступаем в “экономику удовлетворённости жизнью”, что успех бизнеса напрямую зависит от смысла жизни и межличностных отношений [3], а “политика государства должна быть направлена на умножение общего благополучия, и благополучием можно измерить её успех или провал” [там же, с. 122]. При этом он иронично замечает, что традиционный показатель результативности экономической политики — ВВП — растёт и тогда, когда строится новая тюрьма, когда люди разводятся, когда случается автомобильная авария или совершается самоубийство, то есть рост ВВП может достигаться и путём “приумножения несчастий”.



ЖУРАВЛЁВ Анатолий Лактионович — член-корреспондент РАН, директор Института психологии РАН. ЮРЕВИЧ Андрей Владиславович — член-корреспондент РАН, заместитель директора того же института. adm3@psychol.ras.ru; yurev@orc.ru

Недостаточность экономических факторов, их неоднозначная связь с удовлетворённостью жизнью проявляется, например, в том, что хотя жители западных стран сейчас в среднем в 4 раза лучше материально обеспечены, чем 40 лет назад, уровень их субъективного благополучия практически не изменился, а у 37% богатых американцев ощущение счастья ниже среднего уровня [4]. М. Аргайл подчёркивает, что учёные до сих пор “не смогли понять, почему огромные исторические подвижки в среднем уровне дохода не вызвали повышения степени удовлетворённости и счастья. Вероятно, — пишет он, — данный факт обусловлен ростом притязаний: если раньше люди мечтали о собственном велосипеде, то сейчас им уже нужно два автомобиля” [5, с. 177]. Трудно понять и то, почему латиноамериканцы, живущие на грани нищеты, подчас более счастливы, чем куда более благополучные европейцы [4]. Напомним, что в соответствии с известным “парадоксом Истерлина”, “счастье растёт вместе с доходом до определённой точки, но не дальше” [6, с. 128]. Здесь действует принцип “гедонистического колеса”: “Притязания растут вместе с ростом дохода, и после удовлетворения основных нужд для благополучия имеет большее значение не абсолютный, а относительный уровень дохода” [там же]. Характерно, что среди стран с наиболее высоким Индексом счастливой планеты (HPI) нет ни одной развитой страны, первые пять мест занимают соответственно Коста Рика (значение индекса — 64.0), Вьетнам (60.4), Колумбия (59.8), Белиз (59.3), Сальвадор (58.9). Россия находится в этом рейтинге на 122-м месте из 151 возможного, между Конго и Болгарией.

Справедливо утверждается, что “субъективное восприятие удовлетворённости жизнью объективно влияет на общественную ситуацию в гораздо большей степени, чем реальное положение дел” [6, с. 136], поэтому, как отмечает С.В. Степашин, “удовлетворённость или неудовлетворённость населения своей жизнью является важным показателем внутренней стабильности общества, уровня общественной поддержки деятельности властей и властных институтов в целом” [там же, с. 137]. Постепенно приходит понимание того, что “опросы о счастье могут служить важным вспомогательным инструментом для формирования общественной политики” [там же]. В настоящее время основное отличие так называемой вторичной модернизации от первичной принято усматривать в том, что её главной задачей становится уже не просто развитие экономики ради удовлетворения материальных потребностей людей, а *повышение качества жизни* ради удовлетворения их потребностей в счастье и самовыражении [7].

Экономистами разработаны количественные показатели уровня счастья — Индекс счастливой

жизни, Индекс счастливой планеты, Индекс валового национального счастья (введённый четвёртым королём Бутана и используемый в этой стране вместо показателя ВВП), — взятые на вооружение такими авторитетными международными организациями, как ООН, Статистическое бюро Европейского союза (Eurostat), Организация экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), Всемирный банк, Европейская комиссия и др.

Структура индексов счастья, предлагаемых экономистами, отражает их представления о характере этого феномена и его психологическом содержании. Так, при расчёте *Индекса счастливой жизни* (или Индекса счастливых лет жизни) средний для той или иной страны нормализованный показатель *удовлетворённости жизнью*, изменяющийся в интервале от 0 до 1 и вычисляемый на основе ответов респондентов на соответствующий прямой вопрос (“Насколько вы удовлетворены своей жизнью?”), умножается на среднюю продолжительность жизни в этой стране, рассматриваемую как показатель *благополучия*. Иначе говоря, счастье раскладывается на два слагаемых и выступает как производное от удовлетворённости жизнью и благополучия, которые оцениваются указанным образом. С.В. Степашин подчёркивает, что «в силу многозначности и предельной субъективности понятия “счастье” в экономических и психологических исследованиях чаще используется термин *удовлетворённость жизнью* (life satisfaction), а для оценки “степени счастья” — субъективно оцениваемый уровень *благополучия* (well-being)» [6, с. 127]. Не вдаваясь в детальную критику подобных способов понимания счастья и оценки соответствующих показателей, отметим, во-первых, что, как свидетельствует богатый опыт психологических исследований, вопросы в лоб малоэффективны при изучении тонких психологических феноменов, к числу которых, несомненно, принадлежит и счастье: например, глубоко несчастный человек под влиянием защитных психологических механизмов может ответить, что он вполне удовлетворён жизнью, кроме того, степень такой удовлетворённости может изменяться даже в течение одного дня под воздействием различных факторов. Во-вторых, можно прожить долгую, но в целом не очень благополучную жизнь, то есть и второй показатель благополучия тоже выглядит очень грубым.

*Индекс счастливой планеты* рассчитывается аналогичным образом с добавлением ещё одного параметра, называемого экологическим следом и характеризующего потребление природных ресурсов той или иной нацией или социальной группой. Собственно к счастью этот параметр имеет ещё более отдалённое отношение, чем предыдущий (предполагается, что более счастливы те народы, которые потребляют меньше ресур-



сов, то есть достигают удовлетворённости жизнью ценой меньшего насилия над природой; скажем, в случае Российской Федерации “экологический след” почти в 2.5 превышает критическое значение).

Нетрудно заметить, что, несмотря на безусловную продуктивность обращения экономической науки и соответствующих организаций к проблеме счастья, оно выступает в этом контексте в весьма условном смысле — скорее как метафора, имеющая и к бытовому пониманию счастья, и к его психологическому наполнению очень отдалённое отношение.

## СОСТАВЛЯЮЩИЕ СЧАСТЬЯ

*Психология счастья* как область психологических исследований стремительно разрастается, но, по мнению М. Аргайла, пока не оказывает ощутимого влияния на общую психологию: в частности, в учебниках психологии ей до сих пор не находится места [5], а “теории счастья пока не сложились в единое целое, хотя они, по-видимому, способны объяснить механизм действия многих важных источников счастья” [там же, с. 181].

М. Селигман, отмечая, что вследствие частого употребления на бытовом уровне понятие “счастье” утратило всякий смысл [3, с. 20], считает, что первым шагом научного анализа этого феномена должно явиться выделение его основных *составляющих*, к числу которых относятся положительные эмоции, вовлечённость в поток жизни и ощущение её смысла [там же, с. 21, 22]. В числе первых он называет удовольствие, восторг, наслаждение, теплоту, комфорт и т.п.<sup>1</sup>, под вовлечённостью понимает состояние, когда “всё отходит на второй план, время останавливается, и вы самозабвенно занимаетесь тем, что поглощает вас целиком” [там же, с. 23]. Что касается третьей составляющей счастья, то предполагается, что “человеку непременно нужны смысл жизни и цель. Жизнь, наполненная смыслом, предполагает принадлежность к чему-то большему и служение ему” [там же, с. 22]. М. Аргайл, подчёркивающий, что “счастье — основное измерение человеческого опыта” [5, с. 176], считает, что “оно включает в себя позитивный эмоциональный настрой, удовлетворённость жизнью, а также такие когнитивные аспекты, как оптимизм и высокая самооценка” [там же], отмечая при этом, что в качестве составляющих счастья можно рассматривать и

другие элементы, например, наличие жизненной цели [там же].

К понятию “счастье” очень близки понятия “субъективное благополучие” и “удовлетворённость жизнью”. М. Аргайл, по собственному признанию, употребляет эти понятия как синонимы (правда, признавая, что субъективное благополучие, в отличие от счастья, включает некоторые объективные переменные, в частности, доход и состояние здоровья), а удовлетворённость жизнью считает одной из основных *составляющих* счастья [5]. М. Селигман тоже отмечает, что понятия “счастье” и “благополучие” обычно используются как взаимозаменяемые термины [3]. Вместе с тем напрашивается трактовка счастья не просто как эквивалента субъективного или психологического благополучия, а как его *превосходной степени*, полюса на его шкале. И.А. Джидарьян пишет о “тонких психологических различиях” [8, с. 172] между счастьем и удовлетворённостью жизнью, которые не всегда предполагают друг друга. Например, А. МакКеннел выделяет четыре типа личности: 1) “достиженец” — человек, который одновременно счастлив и удовлетворён жизнью, 2) “смирившийся” — удовлетворённый жизнью, но несчастливый, 3) “устремлённый” — счастливый, но неудовлетворённый, 4) “несостоявшийся” — несчастливый и неудовлетворённый [9]. В целом ряде исследований удовлетворённость жизнью и психологическое благополучие рассматриваются как *факторы* счастья, то есть не эквивалентные ему понятия, причём факторная нагрузка первой переменной составляет 0.83, а второй — 0.60. Нагрузка других основных факторов следующая: аффективного баланса (соотношение положительных и отрицательных эмоций) — 0.74, качества жизни — 0.69, оптимизма — 0.69, самооценки — 0.51 [10].

*Субъективное благополучие* обычно понимается как складывающееся из шести факторов: физического и психического здоровья; знания и понимания мира; хорошей работы; материального благополучия; свободы и самоопределения; удовлетворительных межличностных отношений [11]. К. Риф выделяет такие компоненты психологического благополучия, как внутренняя гармония (принятие себя), позитивные отношения с другими людьми, независимость, контроль над обстоятельствами, наличие цели в жизни, личностный рост [12]. Выделяются и другие элементы субъективного благополучия, в том числе хорошая семья, жизненные достижения, отсутствие депрессии и тревожности [3].

В целом психологи явно больше озабочены не изучением *психологического содержания* счастья, а выявлением *факторов*, влияющих на счастье и субъективное благополучие, которому и посвящена львиная доля психологических исследова-

<sup>1</sup> Эмпирические исследования свидетельствуют, что наиболее часто упоминаемыми причинами радости, испытываемой человеком, являются: общение с друзьями (36% упоминаний), жизненные успехи (16%) и основные физические удовольствия — еда, напитки, сексуальные отношения (9%) [там же]. Впрочем, в разных выборках эти соотношения различаются.

ний этой проблемы. По словам И.А. Джидарьян, “сегодня акцент ставится не столько на выявлении каких-то новых, ранее не учтённых факторов, способных оказывать воздействие на субъективное благополучие (например, экологическое состояние окружающей среды, степень скученности населения, качественный состав пищи, уровень психических расстройств, число разводов, самоубийств, степень алкоголизации общества и т.д.), сколько на раскрытие особенностей и различных опосредованных форм такого влияния, на выявление структуры межфакторных связей, на обнаружение тех новых зависимостей и закономерностей, которые возникают на фоне общего роста благосостояния и уровня жизни людей в наиболее развитых странах Запада” [8, с. 55].

*Удовлетворённость жизнью*, рассматриваемая то как психологический эквивалент счастья, то как его компонент, то как предпосылка, тоже подвергается структурированию. Различные подходы к её изучению основаны на выделении составляющих и вычислении интегративных показателей удовлетворённости. Наиболее часто она понимается как совокупная удовлетворённость: уровнем личной и семейной безопасности; материальным положением; отношениями в семье; достижением поставленных целей; работой и возможностью творческой самореализации; проведением досуга; погодой, климатом и экологией; социальным статусом; отношениями с друзьями; уровнем социальной стабильности и уверенности в будущем; здоровьем.

При этом общая картина удовлетворённости жизнью может иметь вариации, связанные с особенностями личности, социальной группы и культуры, к которым человек принадлежит, региона, в котором он проживает, и т.п. Например, для жителей неблагополучных в климатическом отношении районов важным фактором удовлетворённости является климат (здесь человек может лишиться имущества и даже жизни в результате наводнения или какого-либо другого природного катаклизма), которому не придаётся большого значения в регионах с умеренным климатом.

Обращает на себя внимание близость основных составляющих *удовлетворённости жизнью* к главным показателям *качества жизни*, вычисляемым для разных стран различными международными организациями. В частности, методология его оценки, разработанная в 2005 г. компанией “Economist Intelligence Unit”, включает следующие показатели: здоровье населения; устойчивость семьи; интенсивность общественной жизни; материальное благополучие; политическая стабильность и безопасность; климат и география; гарантированность трудовой занятости; по-

литическая свобода; гендерное равенство [1]<sup>2</sup>. Близость подобных индикаторов показателям субъективного благополучия отражает сходство основных ценностей на уровне индивида и общества, а их некоторое расхождение — тот факт, что социальные ценности, например гендерное равенство, не всегда трансформируются в ценности индивидуальные; в то же время на социальном уровне существуют ценности, отсутствующие или не имеющие большого значения на уровне индивидуальном. В целом же соотношение между понятиями качества жизни и удовлетворённости ею — это отношение между родственными понятиями, одно из которых характеризует благополучие общества в целом, другое — благополучие образующих его индивидов. Прямые сопоставления субъективного благополучия и качества жизни демонстрируют, что корреляция между ними составляет порядка 0.57 [4], что говорит, с одной стороны, о тесной связи между ними, с другой — о невозможности рассматривать субъективное благополучие как непосредственное психологическое отображение качества жизни, ибо оно испытывает влияние и других факторов. Например, в Австрии и Нигерии зафиксирован примерно одинаковый уровень субъективного благополучия, хотя качество жизни в этих странах принципиально разное [3].

Вообще проводить международные сравнения, когда речь идёт о таких понятиях, как “счастье” или “субъективное благополучие”, достаточно сложно — в первую очередь потому, что, как отмечает М. Аргайл, счастье может принимать специфические формы в разных культурах [5] и пониматься по-разному. Неодинакова и высота “планки счастья”: жители небогатых стран могут испытывать ощущение счастья благодаря тому, что является привычным в других странах, скажем, обладанию автомобилем. Важным является и вопрос о *качестве* счастья, конкретном наполнении этого понятия в разных культурах, который пока всерьёз не изучался, хотя, казалось бы, эта проблема, производная от проблемы психологического содержания счастья, должна быть одной из приоритетных для психологической науки.

Удовлетворённость жизнью в современном, в том числе российском, обществе, в котором большое значение придаётся материальным ценностям, испытывает заметное влияние экономических факторов в их психологическом преломлении, которое выражается понятием *субъективного экономического благополучия* (СЭБ). Исследования В.А. Хашченко демонстрируют, что взаимосвязь СЭБ с удовлетворённостью жизнью носит “взаимный,

<sup>2</sup> В первую десятку среди 111 стран мира, оценённых по этим параметрам, входят: 1 — Ирландия, 2 — Швейцария, 3 — Норвегия, 4 — Люксембург, 5 — Швеция, 6 — Австралия, 7 — Исландия, 8 — Италия, 9 — Дания, 10 — Испания [там же].

прямой и опосредованный характер” [13, с. 68]. В частности, было показано, что “оценка материального положения повышает общую удовлетворённость жизнью только тогда, когда её материальный уровень воспринимается как благоприятный для индивида, то есть выше, чем у большинства окружающих его людей” [там же]. Субъективное экономическое благополучие человек соотносит с материальным положением референтных для него окружающих, причём помимо удовлетворённости социально-экономическими условиями жизни, оно “зависит от отношений индивида с ближайшим социальным окружением, восприятия им собственного успеха в жизни, а также реализованности потребности в независимости” [там же, с. 65] и может не вполне соответствовать объективному социально-экономическому статусу человека. Возможны четыре варианта соотношения СЭБ с удовлетворённостью жизнью, порождающие соответствующие типы личности: 1) обеспеченные, но недовольные, 2) нуждающиеся недовольные, 3) нуждающиеся, но довольные, 4) обеспеченные и довольные [там же].

Несмотря на возможность подобных расхождений, очевидна тесная связь между такими понятиями, как “счастье”, “субъективное благополучие”, “удовлетворённость жизнью”, “качество жизни”. Как пишет И.А. Джидарьян, “существует прямая связь между исследованиями, посвящёнными психологии счастья и удовлетворённости жизнью, с одной стороны, и общесоциологической концепцией качества жизни (quality of life), — с другой” [8, с. 51]. Причём, по её мнению, “в структуре этой концепции (качества жизни — А.Ж., А.Ю.) важное значение придавалось понятию субъективного благополучия (subjective well-being) личности, которое имело чётко выраженный психологический смысл, связанный с понятиями счастья и удовлетворённости жизнью” [там же]; «психологическая ориентированность понятия “качество жизни” многим авторам представляется настолько очевидной и существенной, что они даже предпочитают прямо определять его как “внутреннюю удовлетворённость” или “чувство субъективного благополучия личности”... иногда бывает трудно определить, направлена та или иная конкретная работа на исследование качества жизни или она посвящена психологии счастья и общей удовлетворённости жизнью» [там же, с. 53].

Следует также подчеркнуть *психосоциальный* характер рассмотренных категорий — в смысле их отнесённости одновременно и к индивиду, и к обществу, что создаёт возможность анализа на их основе как индивидуально-психологических, так и макропсихологических феноменов. В то же время на уровне личности и на уровне социума эти категории приобретают существенно разное на-

полнение, например, понятие психологического благополучия общества, видимо, должно включать такие показатели, как уровень преступности, количество суицидов и т.п. [14, 15], тогда как психологическое благополучие индивида измеряется совершенно иными показателями.

Необходимо отметить, что в исследованиях счастья нередко стирается грань между структурными элементами счастья и его предпосылками, влияющими на него факторами, что создаёт препятствия очерчиванию этого понятия и анализу его внутренней структуры. А при его фактическом отождествлении с удовлетворённостью жизнью и субъективным благополучием от исходного — несколько романтизированного — наполнения не остаётся и следа, и оно сводится к другим, более привычным и “удобным” для психологического анализа понятиям, лишённым коннотаций, характерных для бытового восприятия счастья. Нивелируется также различие между счастьем как временным состоянием человека (“в этот момент он почувствовал себя счастливым”, “с нею он был счастлив” и т.п.) и как его стабильным состоянием (во втором смысле счастье действительно предстаёт как эквивалент удовлетворённости жизнью).

## СМЫСЛОЖИЗНЕННАЯ ОСНОВА СЧАСТЬЯ

Обращение психологии к проблеме счастья связано с развитием так называемой позитивной психологии, которая служит альтернативой и противовесом традиционной психологии и выраженной сосредоточенности социогуманитарной науки на негативных явлениях в обществе. “По своему объективному содержанию и смыслу позитивная психология — это закономерный итог отношения новой генерации учёных к сложившейся в предыдущие годы несбалансированности психологической науки, в которой преимущественное внимание уделялось негативным сторонам и проявлениям психики — депрессии, стрессу, страху, алкоголизму, агрессии, тревожности, одиночеству, беспомощности, когнитивным ошибкам и искажениям, неэффективным решениям и т.д.” [8, с. 220]. Как подчёркивает основатель позитивной психологии М. Селигман, “устранить неблагоприятные условия, однако, совсем не то, что создать благоприятные. Если мы стремимся к процветанию и благополучию, страдания действительно нужно свести к минимуму, но кроме того, в нашей жизни должны быть положительные эмоции, смысл, достижения и хорошие взаимоотношения с людьми” [3, с. 70, 71]. Селигман добавляет, что традиционная психотерапевтическая практика, направленная на избавление пациентов от гнева, тревоги, печали и других негативных эмоций, делает их не счастливыми, а *опустошёнными* [там же], поэтому терапевтические

приёмы развития положительных эмоциональных состояний не должны сводиться к минимизации негативных ощущений. “Обычная психология — психология жертв, отрицательных эмоций, психоза, патологии и трагедии” [там же, с. 129]. Эту традицию М. Селигман возводит к З. Фрейду, который считал, что “психическое здоровье — всего лишь отсутствие психического заболевания”, и, будучи последователем А. Шопенгауэра, полагал, что счастье — лишь иллюзия, и лучшее, на что можно надеяться, — свести несчастья и страдания к минимуму [там же, с. 230]. Селигман, напротив, утверждает, что “и психология, и медицина переворачиваются на 180 градусов, если задаёшься вопросом, противоположным патологии: об укрепляющем воздействии событий благоприятных” [там же, с. 234].

Важность позитивных предпосылок счастья проявляется и на макропсихологическом уровне. Отмечая, что на протяжении последних лет число удовлетворённых жизнью в нашей стране устойчиво удерживается на уровне 73–75%, в то время как прекрасное настроение имеют только 3% опрошенных, И.А. Джидарьян объясняет это несоответствие не только тем, что наше общество живёт в состоянии психического напряжения, неослабевающего раздражения, тотального недоверия, растерянности, то есть негативными факторами, но и *дефицитом позитивных*: “Как правило, нет уверенности в завтрашнем дне, отсутствуют идеалы, люди не чувствуют себя участниками событий, происходящих в стране” [8, с. 57]. По результатам различных социологических исследований, это примерно 80% наших сограждан [16]. Чуть ли не каждый второй россиянин не верит в то, что когда-нибудь будет жить лучше, а людей, чувствующих себя счастливыми, в нашей стране ощутимо меньше, чем в западных странах [8, с. 57]. Джидарьян заключает, что “всё это очень тревожно, поскольку речь идёт о состояниях, ведущих к фрустрации и социопатии” [там же, с. 5]. В силу известной психологической закономерности фрустрация порождает агрессию и другие негативные последствия.

Исследования показывают, что счастье и такая его слагаемая, как смысл жизни, значат для человека больше, чем деньги и даже возможность попасть в рай [17]. Смысл жизни в структуре основных составляющих счастья, выделяемых Селигманом и другими исследователями, играет ключевую, цементирующую роль своеобразного стабилизатора уже хотя бы потому, что, как давно подмечено, человек ежедневно переживает несравненно больше отрицательных ощущений, чем положительных [18], и необходимо нечто, что поддерживало бы его позитивный настрой, способствуя восприятию отрицательных эмоций и вызвавших их событий как ситуативных и малосущественных на фоне чего-то главного [19]. Как заметил ещё Се-

нека, “чем больше стремишься к счастью, тем больше от него отдаляешься” [цит. по: 8, с. 80]. Это побудило Дж. С. Милля сформулировать “целевую” стратегию счастья, в соответствии с которой счастье приносит *достижение значимых целей* [там же], которые должны вытекать из главного для человека — смысла его жизни. Тот факт, что нельзя искать счастье намеренно, что оно должно прийти само, как “побочный продукт” других поступков, подчёркивает и М. Аргайл [5]. Из этого, в частности, вытекает парадоксальный факт: народы, живущие в плохих материальных условиях, но объединённые единой целью, которая придаёт смысл их жизни, часто оказываются более счастливыми, чем те, что достигли благополучия, но лишены объединяющих идей.

В частности, как отмечает И.А. Джидарьян, “недостаток счастья компенсировался в русском народе его устремлённостью в завтрашний день, надеждами и мечтой о благополучном и счастливом будущем, поисками высоких идеальных оснований бытия, а также стремлением к смыслу жизни, без которого для русского сознания нет счастья” [8, с. 43]. Так, в советские годы, отмеченные дефицитом товаров первой необходимости и политическими репрессиями, всё же “были историческая перспектива, чувство великой Родины и сознание необходимости совместной борьбы и самоотверженного труда на общее благо” [там же, с. 46]. Постепенная деградация этих объединяющих нацию чувств послужила главной психологической причиной распада советского государства. Что касается современной России, то “к сожалению, современное российское общество осталось без идеалов, вдохновляющих и духовно укрепляющих идей, способных придать смысл нашему национальному бытию и историческому существованию в мире” [там же]. Симптоматично, что, как показывают социологические опросы, советский человек был счастливее, чем сегодняшний россиянин [20]. (Конечно, в объективности результатов опросов, проводившихся в советское время, можно усомниться.)

Принято различать два основных типа счастья — *гедонистический* и *эвдемонистический*, причём для последнего характерна “смысложизненная ориентация личности, при которой смысл жизни оказывается выше самой жизни (естественные потребности человека). Соответственно, основным источником удовлетворённости и счастья для этого типа людей выступает не сама по себе возможность жить и иметь обычные житейские радости и блага, не просто возможность развивать и удовлетворять свои насущные потребности, искать и находить всё новые источники удовольствия, а наличие высокой цели и смысла жизни, возможность неукоснительно следовать и самозабвенно служить им, добиваясь реализации большой и общественно значимой цели” [8, с. 83].

Слова “самозабвенно служить” в приведённой формулировке могут вызвать ассоциацию с жертвованием всем личным ради общественного, которого требовала советская идеология и которое характерно для таких персонажей, как, например, Павел Корчагин, едва ли способных быть образцом для подражания в современном российском обществе. Вместе с тем служение идеалам вовсе не обязательно предполагает жертвенность и характерно не только для персонажей, подобных упомянутому, но и для самоактуализирующихся личностей, описываемых А. Маслоу, — выдающихся учёных, писателей, музыкантов и др. [21]. Наличие в их жизни высоких смыслов не лишает её земных радостей, а, наоборот, подводит под них устойчивый фундамент, позволяет получать от них ещё большее удовольствие, поскольку они вписаны в общий смысложизненный контекст. Это, наверное, и есть современный вариант эвдемонистического счастья, а его антипод — счастье гедонистическое — представляет собой отрыв естественных человеческих удовольствий от ещё более естественного для человека — его смысложизненных ценностей.

Тем не менее вычленение “стандартной структуры счастья” и его необходимых компонентов осложняется тем, что, как отмечалось выше, представления о счастливой жизни существенно зависят от особенностей той или иной культуры. Кроме того, значимость отдельных структурных элементов счастья для разных людей неодинакова. Одним для счастья достаточно служить идее, определяющей смысл их жизни, другие озабочены лишь постоянным получением удовольствий. Но это полярные варианты, в то время как “типовая структура счастья” предполагает наличие всех его основных компонентов. Она включает: 1) положительный аффективный баланс — количественное преобладание позитивных эмоций над негативными, 2) определённое восприятие положительных и отрицательных эмоций — радостей как существенных и закономерных, неприятностей как временных и преодолимых (за этим стоят оптимизм, позитивное мышление и соответствующий стиль восприятия происходящего), 3) положительный когнитивный баланс — доминирование позитивно окрашенных мыслей над негативно окрашенными, 4) позитивный образ мира в целом, 5) наличие смысла жизни, позволяющего получать от неё удовольствие и одновременно воспринимать её как достижение значимых целей, 6) полноценную смысловую иерархию, предполагающую гармоничное сочетание личностных и надличностных смыслов, 7) общую удовлетворённость всеми основными элементами жизненной ситуации — своим здоровьем, отношениями с друзьями, членами семьи, положением дел в стране и т.д.

Вместе с тем человек может ощущать себя вполне счастливым и в отсутствие каких-либо из этих компонентов, то есть возможно выделение типов счастья на основе различных сочетаний компонентов. Такие типы могут определяться и исходя из других оснований, например, различия “событийного счастья”, которое предполагает насыщенную разнообразными событиями жизнь, или “тихого счастья” спокойного течения жизни, или монокомпонентного счастья, основанного на превалировании одного из его элементов (по принципу “с милым рай и в шалаше”), и поликомпонентного.

## ИСТОЧНИК КОЛЛЕКТИВНЫХ СМЫСЛОВ

Зависимость ощущения счастья от наличия смысла жизни проявляется не только на уровне личности, но и на уровне социума. Правда, и в этом случае смысл жизни может пониматься как индивидуальная категория, когда общество рассматривается как состоящее из индивидов, каждый из которых преследует исключительно личные цели — разбогатеть, стать знаменитым, обеспечить благополучие своей семьи, — которые придают смысл его жизни.

В то же время, как отмечает М. Аргайл, для коллективистских культур характерна основанность оценки удовлетворённости жизнью не только на личном счастье, но и на благополучии группы [5]. О том же пишет и М. Селигман: “Осмысленной жизнь становится, когда мы чувствуем себя частью чего-то большего, — и чем больше это целое, тем более глубоким смыслом полнится наша жизнь” [3, с. 335]. Анализ воспоминаний людей, переживших, казалось бы, невыносимые ситуации, свидетельствует, что выжить им помогало наличие важной цели, стоящей выше личных интересов [22].

Общества, в которых сильны традиции коллективизма, переживают “диссипативное” состояние как *смысловой вакуум*, а отсутствие коллективных, общеприемлемых смыслов порождает массовую аномию, ведёт к утрате объединяющих начал, потере перспективы и другим негативным явлениям. Подробный перечень таких явлений — “социальных патологий” — даёт А. Маслоу, относя к их числу аномию, отчуждение, потерю вкуса к жизни, безразличие, тоску, скуку, экзистенциальный вакуум, ноогенный невроз (невроз потери интереса к жизни), апатию, отстранённость, фатализм, десаκραлизацию жизни, духовные кризисы, желание смерти и безразличие к ней, чувство собственной бесполезности, ненужности и незначимости, беспомощность, ощущение отсутствия свободы воли, тотальный скептицизм, безверие, отчаяние, безрадостность, опустошённость, цинизм, агрессивность, вандализм, отчуждение от старших, родителей, авторитетов [21]. Все подобные “со-

циальные болезни” предстают в социологических, психологических и других исследованиях в качестве характерных для современного российского общества, находящегося в состоянии смыслового вакуума. Попытки отечественных неолибералов внедрить в наше массовое сознание индивидуалистические ценности, заменив общенациональный смысл индивидуальными смыслами, хотя и оказались в какой-то мере успешными, этот вакуум не заполняют.

Для коллективистских обществ, в том числе для современного российского общества, крайне важно наличие *коллективных смыслов*, под влиянием которых формируются индивидуальные смыслы и которые придают соответствующий смысл входящим в них сообществам. Возможно построение иерархии таких смыслов на основе выделения их уровней — от смыслов коллективной деятельности различных организаций (корпоративных смыслов) до коллективных смыслов, проявляющихся на уровне общества, нации, государства, а также человечества в целом. В данном случае простирается логика актуализации смыслов, в целом аналогичная логике актуализации личностных потребностей различного уровня в теории А. Маслоу. Так, обострение ситуации на макросоциальном уровне в условиях войн, других угроз общенациональному благополучию, а также всему человечеству оттесняет коллективные смыслы более низких уровней на второй план. Исследовательский проект “Обзор мировых ценностей”, реализованный в 80 странах, продемонстрировал, что в современном мире растёт доля населения, причём как в богатых, так и в бедных странах, склонного к размышлениям о смысле и цели жизни [23]. При этом отчётливо артикулируется мысль о том, что человеку трудно чувствовать себя счастливым, жить полноценной, наполненной позитивными эмоциями жизнью в больном обществе, поражённом преступностью, коррупцией, несправедливостью, угнетением и нищетой [22].

Это характерно и для современной России, наиболее масштабные проблемы которой обостряют потребность в общенациональных смыслах, объединяющих нацию идеях. Последние получили в социогуманитарных науках собирательное обозначение национальной идеи (в действительности любая национальная идея предполагает наличие системы идей относительно прошлого нации, её будущего, исторической “миссии” и т.п.). Её отсутствие, особенно если иметь в виду традиционный коллективизм российского общества и специфику российского менталитета, означает отсутствие главного источника объединяющих наше государство коллективных смыслов. Закономерно, что с начала 1990-х годов отечественными идеологами, политиками и общественниками предпринимаются настойчивые попытки по-

иска национальной идеи, которая послужила бы основой формирования общенационального смысла. Это стремление имеет не только идеологические, но и психологические предпосылки, ведь «исторически для России и россиян одним только “хлеба и зрелищ” всегда было мало, у них постоянно была сильно выражена потребность в национальной идее и вере» [8, с. 198].

Подобные поиски при всей неудовлетворительности достигнутых к настоящему времени результатов психологически оправданны. Общенациональная идея, которая была бы способна сформировать общенациональный смысл, породила бы и *общенациональную перспективу*, создав таким образом важнейшие предпосылки жизнестойкости и жизнеспособности нации, а также массового оптимизма и других важнейших составляющих субъективного благополучия граждан. При этом такие формулировки национальной идеи, как, например, “Россия должна быть и должна быть всегда” [24], страдают явным дефицитом конкретики, по существу, сводя национальную идею лишь к констатации *существования* России и оставляя без ответов краеугольные вопросы о том, *какой* ей следует быть, и, если ей надлежит выполнить некую историческую миссию, то в чём именно эта миссия состоит.

\* \* \*

Завершая рассуждения, можно заключить, что рассмотренные понятия психологической науки — счастье, субъективное благополучие, удовлетворённость жизнью, субъективное качество жизни, смысл жизни — при всех их различиях покрывают одно онтологическое поле и тесно связаны друг с другом. Их трудно уложить в упорядоченную систему категорий, но всё же прорисовывается определённый вектор детерминации, пусть и не единственно возможный. Так, национальная идея способна служить источником коллективного смысла жизни, который формирует *базовый компонент* индивидуальных смыслов, хотя далеко не исчерпывает их. Это равносильно тривиальному утверждению о том, что ответ на вопрос, для чего мы живём, лежит в основе смысловой структуры личности. Он может стать источником оптимизма, жизнестойкости, жизнелюбия и в конечном счёте жизнеспособности личности и vitality нации, оказывая большое влияние на субъективное качество жизни, субъективное благополучие, удовлетворённость жизнью и высшее проявление такой удовлетворённости — счастье.

Наличие подобной зависимости должно учитываться в государственной политике, которая в нашей стране всё ещё страдает экономическим детерминизмом и выраженным дефицитом внимания к неэкономическим целям. Как отмечает М. Аргайл, “весьма распространена такая точка

зрения, что первостепенная задача правительства — повысить материальный уровень жизни людей; правда, признаётся и значимость других целей (таких, как образование и здравоохранение)... Но ничего не говорится о том, чтобы сделать людей счастливее” [5, с. 181]. Именно эта задача выходит сейчас на первый план, в том числе и в России.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, проект № 14-18-03271.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Попова С.М., Шахрай С.М., Яник А.А. Измерения прогресса. М.: Наука, 2010.
2. Лэйард Р. Счастье: уроки новой науки. М.: Изд-во Института Гайдара, 2011.
3. Селигман М. Путь к процветанию: новое понимание счастья и благополучия. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2013.
4. Diener E., Suh E. Measuring quality of life: Economic, social, and subjective indicators // *Social Indicators Research*. V. 40. № 1, 2.
5. Аргайл М. Психология счастья. СПб.: Питер, 2003.
6. Степашин С.В. Государственный аудит и экономика будущего. М.: Наука, 2008.
7. Обзорный доклад о модернизации в мире и Китае (2001–2010). М.: Весь мир, 2011.
8. Джидарьян И.А. Психология счастья и оптимизма. М.: Институт психологии РАН, 2013.
9. McKenel A.C. Cognition and affect in perception of well-being // *Social indicators research*. 1978. V. 5. № 4.
10. Compton W.C., Smith M.L., Cornish K.A., Qualls D.L. Factor structure of mental health measures // *J. of Pers. and Soc. Psych.* 1996. V. 71. P. 406–413.
11. Giovanini E., Hall J., Morrone A., Rannuzi G. A framework to measure the progress of societies. OECD Working Paper, 2009.
12. Ryff C.D. Happiness is everything, or is it? Explorations on the meaning of psychological well-being // *J. of Pers. and Soc. Psych.* 1989. V. 57. № 6.
13. Хащенко В.А. Типология субъективного экономического благополучия // *Психологический журнал*. 2007. № 1.
14. Юревич А.В. Динамика психологического состояния современного российского общества // *Вестник РАН*. 2009. № 2.
15. Юревич А.В., Ушаков Д.В., Цапенко И.П. Количественная оценка макропсихологического состояния современного российского общества // *Психологический журнал*. 2007. № 4.
16. Левашов В.К. Социополитическая динамика российского общества: 2000–2006. М.: Academia, 2007.
17. King L.A., Napa C.K. What makes a life good? // *J. of Pers. and Soc. Psych.* 1998. V. 87. № 1.
18. Франкл В. Человек в поисках смысла. М.: Прогресс, 1990.
19. Леонтьев Д.А. Психология смысла. М.: Смысл, 1999.
20. Сикевич З.В. “Образ” прошлого и настоящего в символическом сознании россиян // *Социологические исследования*. 1999. № 1.
21. Маслоу А. Новые рубежи человеческой природы. М.: Смысл, 1999.
22. Поддъяков А.Н. Психология счастья и процветания и проблема зла // *Нравственность современного российского общества: психологический анализ* / Под ред. Журавлёва А.Л. и Юревича А.В. М.: Институт психологии РАН, 2012.
23. Inglehart R., Norris P. Sacred and secular: religion and politics worldwide. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 2004.
24. Национальная идея России. Т. 1–6. М.: Научный эксперт, 2012.

DOI: 10.7868/S0869587314080064

На протяжении десятилетий учёные пытаются выяснить, могла ли жизнь, подобная земной, зародиться на иных планетах. Получить ответ на этот вопрос могут помочь упавшие на Землю метеориты. Авторы представленной статьи с помощью современных методов сравнили следы биологической активности, обнаруженные в космических телах, и цианобактерии из древнейших осадочных пород. Морфологические, биогеохимические и изотопные показатели микробиальной жизни на ранней Земле дают возможность использовать накопленный опыт для поиска и идентификации жизни инопланетной.

## МИКРОБИАЛЬНАЯ ЭКСПАНСИЯ В АРХЕОЗОЕ КАК ОСНОВА ДЛЯ ПОИСКА И ИНТЕРПРЕТАЦИИ ИНОПЛАНЕТНЫХ АНАЛОГОВ

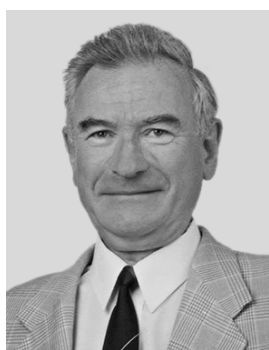
**М.Г. Шидловский, А.С. Лопухин**

Лишь “подготовленный ум” способен сделать открытия на определённой стадии научной и технологической эволюции.

*Луи Пастер*

Доступная экстраполяция широко известных в настоящее время остатков жизни в древнейших отложениях Земли позволяет с уверенностью утверждать, что археопрокариотические экосистемы сформировались уже в преархейскую эру хадей (Hadean – 4.56–3.85 Ga, 1 Ga = 10<sup>9</sup> лет). Такая информация “закодирована” в осадках Исуа (3.8–3.85 Ga, Западная Гренландия) и свидетельствует о более раннем происхождении микробиальной жизни на Земле, что справедливо как для

морфологических (клеточных), так и для биогеохимических характеристик. Сигнатура ископаемого органического углерода <sup>13</sup>C/<sup>12</sup>C передаёт стойкий биологический сигнал изотопного фракционирования углерода в период зафиксированной геологической истории Земли, проявляя в последующем крайнюю степень эволюционного консерватизма в биохимии (фотоавтотрофную углеродную фиксацию) [1]. К аналогичному заключению в начале XXI в. пришёл видный микробиолог Г.А. Заварзин в своей концепции аддитивной эволюции цианобактериальных сообществ: “Сохранение старого есть условие существования нового. Поэтому сохранение всей системы живых существ (старых даже больше, чем новых) — необходимое условие, а не упущение незавершённой эволюции. В функциональном отношении происходит наложение, а не вторичная замена, то есть эволюция совершается аддитивно”. Цианобактерии “сохраняют свою архитектуру и состав на протяжении всей геологической летописи”, проявляя при этом функциональное разнообразие при становлении биосферы [2, с. 989]. Можно ожидать, что основные свойства внеземной жизни подобны архео-цианобактериальной (цианобактериальной) биосфере нашей планеты. Отличительные свойства жизни, сохранённые в земных древнейших отложениях (и в падающих



ШИДЛОВСКИЙ Манфред Герхард — доктор геологических наук, Институт им. Макса Планка (Германия). ЛОПУХИН Александр Сергеевич — кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник Морского гидрофизического института НАН Украины. lopukhinastavr@mail.ru



на Землю метеоритах-хондритах), создают прочную базу для поиска и интерпретации инопланетных аналогов.

Мы знаем и понимаем лишь ту жизнь, которая существует на Земле, но вполне возможно, что проявления жизни в инопланетных условиях основаны на схожих принципах. Так, академик Э.М. Галимов полагает, что “где бы жизнь ни возникла в нашей Вселенной, молекулярно она должна быть построена сходным образом... Гипотетическая жизнь, построенная на иных принципах, из других химических элементов, на основе других химических соединений, чем белково-нуклеиновая форма, неосуществима. Процесс упорядочения материи заключён в сравнительно узком диапазоне возможностей” [3, с. 18]. Следовательно, основные свойства жизни, как мы их понимаем на Земле, должны служить ориентиром для поиска существующих или ископаемых жизнеподобных проявлений в космическом масштабе.

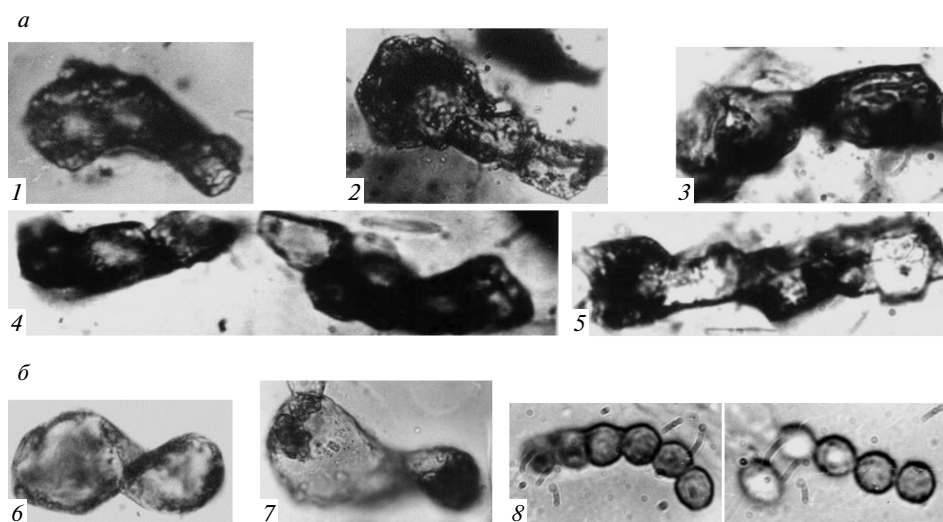
Есть два способа установить возможное наличие жизни на иных планетах, включая ископаемые проявления, которые могли возникнуть на Марсе и сохраниться в осадках в период существования марсианских акваторий. Первый — это поиск морфологических свидетельств, аналогичных земным ископаемым прокариотам, учитывая их способность к окаменению (фоссилизации), в частности, аналогов сине-зелёных водорослей *Cyanophyta* или *Cyanobacteria*. Второй способ направлен на поиск остатков метаболизма древнейших организмов. Здесь следует опираться на тот факт, что в жизненных процессах принимает участие сравнительно небольшой набор химических элементов, из которых углерод — основной. Следовательно, заметные накопления углерода и их изотопные ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ) соотношения являются потенциальным свидетельством прошлой жизни, если они установлены в соответствующих осадках. Это касается и дискретных углеродных соединений, которые сохранили свою молекулярную тождественность в процессе метаморфизма. Такие соединения можно назвать “химическими биомаркерами”. Они являются исключительно стабильными молекулярными структурами, ограниченными по большей части пигментами типа порфиринов или единых дискретных углеродных цепей известного биологического происхождения. Поэтому информация, сохранённая в микрофоссилиях и биогеохимических окисях земных архейских отложений, исключительно важна для идентификации ископаемых микроорганизмов Марса (либо другой потенциально пригодной для жизни планеты). Земля и Марс, несмотря на большое различие по массе, изначально имели сходное планетарное состояние. Скорее всего, марсианская среда была так же благоприятной для возникновения жизненных процессов и формирования микробиаль-

ных экосистем, как и земная. Вероятно, Марс не мог удержать газовую оболочку, и потому эволюционные пути обеих планет разошлись настолько, что жизнь на Марсе угасла при неблагоприятных для белковой химии условиях. Таким образом, первичным для экзобиологических изысканий на Марсе должен быть целевой поиск угасшей жизни.

Основная трудность в поиске ископаемых проявлений марсианской жизни — это в первую очередь интуитивный выбор точки исследования среди огромной протяжённости материнских пород возраста свыше 3.8 Ga, что составляет 2/3 всей марсианской поверхности. Среди них фиксируются отложения с выраженной слоистостью предположительно плотных карбонатных пород, которые в регионе Тарсис и в объединённой системе каньонов Долины Маринер интерпретируются как озёрные осадки [4]. По-видимому, любые морфологические или химические следы ископаемой жизни в ранних марсианских формациях можно изучить с помощью робота или по доставке проб на Землю (не пренебрегая риском присутствия жизнеспособных цист).

Итак, любой поиск прошлой жизни в марсианских отложениях основан на двух категориях палеобиологических “документов” нашей планеты — структурных остатках и биогеохимических веществах. Это прежде всего первичные углеродные (графитовые или графитизированные) компоненты микроорганизмов с их внутренними  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  соотношениями, а также одиночные углеродные соединения с проверенной биологической родословной, которые прошли через общее восстановление первичного органического вещества в осадках. Первая категория — это микрофоссилии, свидетельства, отражающие морфологию бактериальной клетки. Кроме отдельных клеток, безусловно, важны микробиальные сообщества в виде колоний. Микробы, как правило, не являлись организмами-отшельниками и проявляют тенденцию соединяться и образовывать расширенные микробиальные скопления микропланктона, а также микробиальные маты, которые обычно появляются на границах интерфейсов осадок–вода, вода–атмосфера в виде макроструктур, в том числе строматолитов — последовательных наслоений биоплёнок [5].

**Морфологические свидетельства ранней жизни — микрофоссилии докембрия и строматолиты.** Начало палеобиологической летописи связано прежде всего с происхождением микробиального мира, предопределённого преемника химической эволюции углеродных соединений, которые в конечном счёте отвечают за появление первых экосистем [3, 6, 7]. Во второй половине XX в. микропалеонтология докембрия пополнилась открытием многих микробиальных группировок, которые были однозначно идентифицированы как клеточные микрофоссилии или их продуценты



**Рис. 1.** Микрофоссилии *Dharvaria hindi* Lopuchin 1983, установленные в шлифах из тонкозернистых кварцитов формации Додгуни 2.9–2.6 Ga, Южная Индия (а) и сходные им представители рода *Isuasphaera* Pflug 1978 из кремнистых пород свиты Исуа 3.8 Ga, Западная Гренландия (б)

1 — размер 47 мкм; 2 — 80 мкм; 3 — сдвоенные индивиды, 70 мкм; 4 — цепочка *Dharvaria hindi* из малых форм 140 × 20 мкм; 5 — 100 мкм; 6 и 7 — *Isuasphaera isua*, ≈100 мкм; 8 — цепочки *Isuasphaera minima* Lopuchin 2012 с обособленной оболочкой, установленные в образце № 2334 из коллекции Г. Пфлюга

(строматолиты). С увеличением возраста вмещающих пород и интенсивности метаморфических преобразований биогенная идентификация становилась всё более сложной и противоречивой. Для выяснения биогенности клеточных морфотипов в архейских породах был определён иерархический ряд критериев, доказывающих истинность микрофоссилий:

- принадлежность микрофоссилий вмещающей породе, подтверждённая экспозицией в петрографических шлифах;
- обнаружение значительного количества экзепляров в однотипных породах;
- ассоциация с остаточным углеродистым веществом;
- оптимальный или превышающий минимальный размер, регламентирующий жизнеспособность клеток;
- наличие центральной впадины и структурных подробностей, связанных с неорганическими процессами.

Несмотря на немногочисленность архейских регистраций в шлифах из осадочных пород, существуют местонахождения микрофоссилий, которые отвечают указанным критериям. Наиболее значимая среди них — коккоидная и трихомная палеомикрофлора в слоистых кремнях Варравуны (Западная Австралия) её возраст приблизительно 3.5 Ga. Признанию подлинности этой находки предшествовала дискуссия, которая завершилась причислением обнаруженной микробиоты к древнейшим цианобактериям [8]. Заметная разнородность архейской микрофлоры даёт основа-

ние предполагать, что генетически соответствующие микробиальные виды появились задолго до периода Варравуны, то есть значительно раньше 3.5 Ga. В этом контексте открытие профессором Г. Пфлюгом углеродистых структур из метатолложений Исуа (Западная Гренландия) возраста 3.8 Ga привлекло в своё время пристальное внимание многих исследователей. Вероятность биогенной природы *Isuasphaera isua* Pflug 1978 (рис. 1) [9] также оспаривалась на основании якобы разрушительного воздействия амфиболитовой стадии метаморфизма вмещающих пород, после которого сохранность клеточных структур представлялась некоторым авторам невозможной [10]. В то же время существуют весомые доказательства, что ископаемые организмы в целом и микроископаемые в частности хорошо выдерживают метаморфизм средней степени [11, 12].

Пространственные преобразования пород могут быть неоднозначны в своём проявлении. Во всяком случае, существование палеоэкосистемы Исуа не только согласуется с углеродным присутствием и углеродной изотопной геохимией свиты Исуа, но и является также первичным условием для такой геохимии. Более того, в подстилающих свиту Исуа отложениях профессор Г. Пфлюг описал позже нанофоссилии и указал на их сходство с метеофоссилиями углистого хондрита Мурчисон [13]. К настоящему времени в свите Исуа удалось обнаружить также пикофоссилии *Isuasphaera minima* Lopuchin 2012 размером до 2.0 мкм с обособленной оболочкой. Все эти сведения, включая уникальное доказательство

достоверности — экземпляр *Isuasphaera isua*, пронзённый тончайшим кристаллом актинолита [11], позволяют рассматривать совокупность микроорганизмов Исуа как часть изначальной экосистемы Земли, которая сохранилась после метеоритных бомбардировок, уничтоживших земную хондритовую кору на рубеже 4.0 Ga [14]. Сходные *Isuasphaera isua* микрофоссилии описаны в железистых кварцитах формации Додгуни, группа Бабабудан, поздний архей (2.9–2.7 Ga) Южной Индии (см. рис. 1) [15, 16].

Очевидная предвзятость дискуссии по, казалось бы, идеальному образцу архейской микрофлоры системы Варравуна (как и в случае с Исуа) свидетельствует о существовании противоположных точек зрения. Однако если даже допустить некие сомнения, то это никоим образом не влияет на общепризнанность Южно-Африканских (Барбертон) микрофоссилий возраста 3.3–3.5 Ga. В 1960-х годах жизнеподобные микрофоссилии были установлены в формациях Фиг-Три (3.3 Ga) и Онфервахт (3.5 Ga) системы Свазиленд, архей Южной Африки [17, 18]. Впоследствии в породах этих формаций методом флотации (процесс разделения мелких твёрдых частиц, основанный на различии их в смачиваемости водой), принятом в палинологии, были обнаружены и к настоящему времени верифицированы как микроскопические колонии пикопрокариот семейства *Hymenophacoides* Roblot 1963 ex Lopuchin 2011, род *Menneria* Lopuchin 1971 ex Lopuchin 2011. Г. Гофманн и другие (1979) идентифицировали морфотип колоний *Menneria roblotae* Lopuchin 1971 в позднем докембрии о. Ньюфаундленд и в горах Маккензи. Колонии *Menneria* были прослежены в геологическом разрезе от архея до мезозоя (рис. 2)<sup>1</sup>. Их реликты (*Microcystis aeruginosa* (Kütz), emend. Elenk.) продолжают существовать в современных водоёмах [19–21]. Таким образом, достоверно доказаны 3.5-миллиардолетняя персистентность морфотипов *Menneria* и, соответственно, изначальная врождённая этого свойства, что в свою очередь указывает на происхождение цианобактерий в преархейской эре хадей [14, 21].

Г.А. Заварзин в своей концепции аддитивной эволюции, отмечая роль и функциональное разнообразие цианобактериальных сообществ в становлении биосферы, также обратил внимание на долгожительство у них миллиардолетней персистентности [2]. Простота строения пикопрокариот, заложенная при их зарождении, является свойством, которое гарантировало миллиардолетнее существование цианобактерий в широких пределах изменчивости среды обитания. Э.М. Галимов предполагает существование своего рода

парадокса: “Раз возникнув и пройдя стадию становления генетического кода, жизнь приобретает удивительную способность к адаптации и может сохраняться в условиях, в которых она не могла бы возникнуть” [3, с. 18].

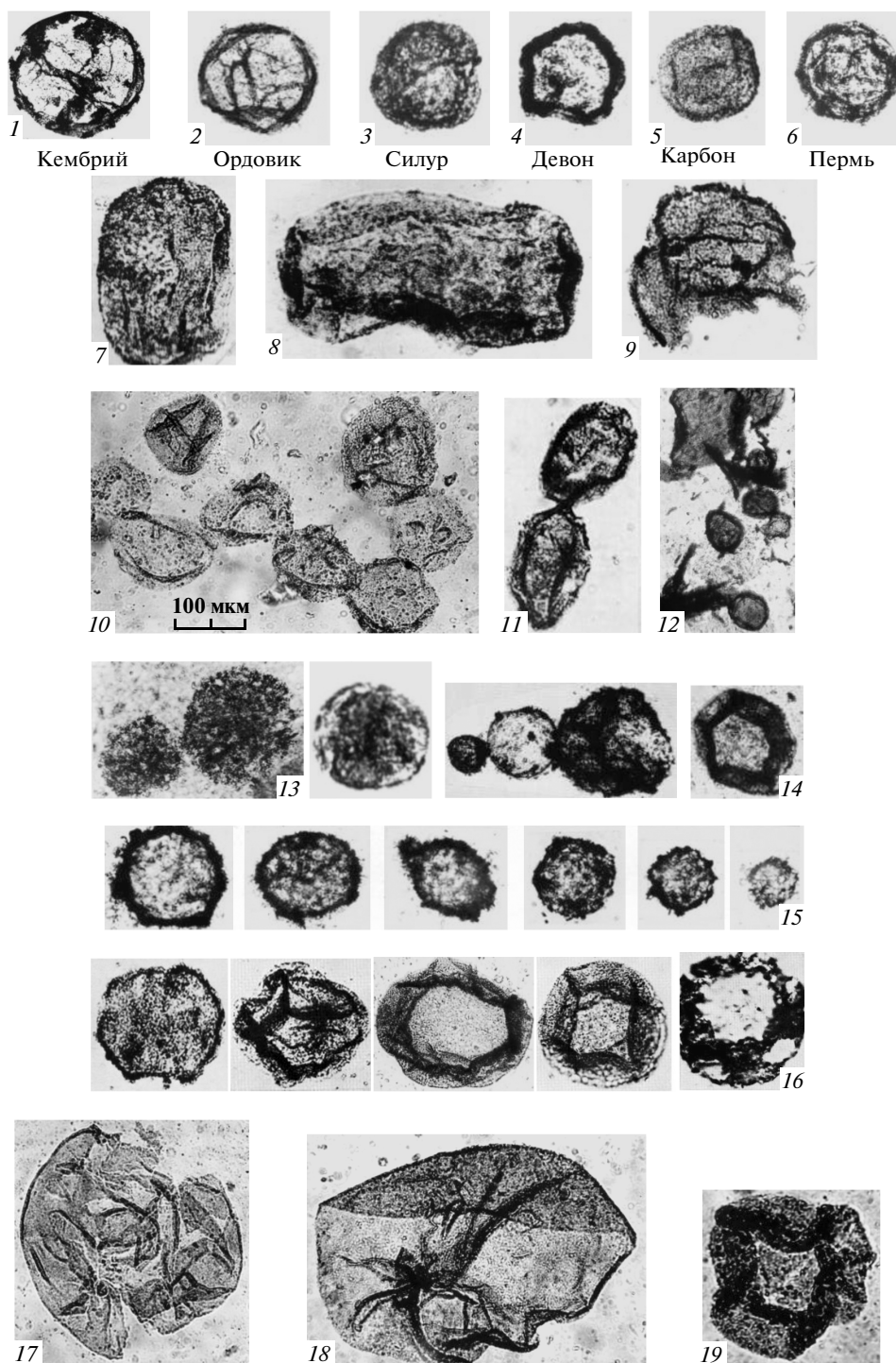
Появление пикопрокариот относится к началу хадейской эры [14]. Вероятно, именно они являются пионерами микробильной жизни на Земле. Потому колонии рода *Menneria*, широко распространённые в осадках археозоя, могут быть особо перспективны при поиске инопланетных аналогов. Возможно, они существовали не только в водной среде, но заселяли также сушу в увлажняемых местах, как это наблюдается повсюду на современной Земле, включая пустынные регионы.

Род *Menneria* включает более или менее минерализованные морфотипы колонии пикопрокариот без обособленной оболочки с неопределённым количеством индивидов размером от 0.2 мкм и более. С помощью микрозонда М. Роблот установила их биогенную природу [22]. Морфотип рода — *Menneria roblotae* Lopuchin 1971 ex Lopuchin 2011 (см. рис. 2) — представляет собой микроскопические зернистые линзовидные колонии морт-клеток прокариот, скреплённых колониальной слизью. Зернистая поверхность отражает различную плотность скопления морт-клеток. Часто можно наблюдать замятия колоний, рубцы, плоские или фестончатые складки, вероятно, как вторичное явление при осадкообразовании. Установлено воспроизводство колоний, деление на две разновеликие части, а также множественное почкование и округлые участки на местах отторжения молодых колоний. Цвет они имеют серый, тёмно-серый или чёрный. Размер колоний от 10–200 до 400–700 мкм. Удельный вес около 1, что после измельчения породы способствует флотации колоний в воде. При захоронении в осадках большинство колоний подвергалось разрушению, клетки пикопрокариот превращались в частицы керогена. Род *Menneria* включает восемь морфотипов [19, 21].

• *Menneria roblotae* Lopuchin 1971 ex Lopuchin 2011. Рифей Северного Тянь-Шаня. Линзовидные колонии морт-клеток пикопрокариот размером 0.2–2.0 мкм с характерной зернистой поверхностью. Проявляют различную плотность скопления индивидов. Нередки замятия колоний, рубцы, различного рода складки, вероятно, как вторичное явление при седиментации. Размер колоний от 10 до 700 мкм. Цвет серый, тёмно-серый.

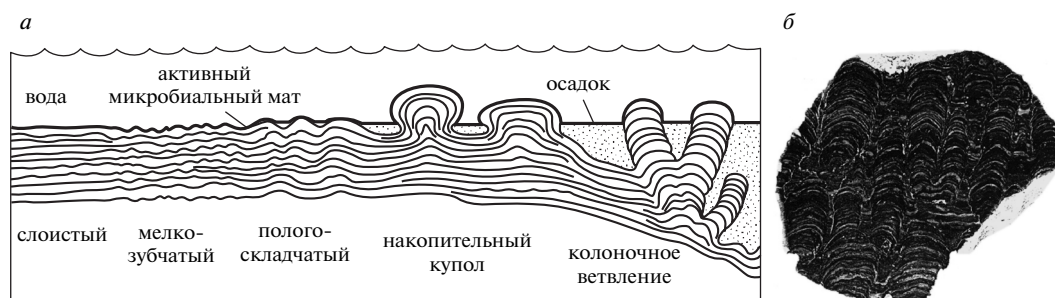
• *Menneria adischevi* Lopuchin 1969 ex Lopuchin 2011. Нижний кембрий, хребет Джетымтау, Срединный Тянь-Шань, Киргизия. Размер 100 мкм. Колонии мелкозернистые с тонкими складками, ванадиеносная углисто-кремнисто-сланцевая формация.

<sup>1</sup> Название рода *Menneria* дано в честь геолога-биостратиграфа академика АН СССР В.В. Меннера.



**Рис. 2.** Колонии первобытных пикопрокариот Земли рода *Menneria*

1–6 – палеозой; 7, 8 – *Menneria schopfii* (протерозой, Австралия, формация Битер Спринг, 1.0 Ga); 9 – *Menneria* sp. (протерозой, Австралия, формация Битер Спринг, 1.0 Ga); 10 – *Menneria gniflinti* (протерозой, Канада, формация Ганфлинт, 2.0 Ga); 11, 12 – *Menneria zavarzini* (протерозой, Индия, система Vindhyan, ≈1.8 Ga); 13, 14 – археозой, Южная Индия, группа Dharvar, 2.9–2.6 Ga, 15 – археозой, Южная Африка, формация Фиг-Три, 3.3 Ga; 16 – археозой, формация Онфервахт, 3.5 Ga; 17, 18 – *Menneria primaeva* (археозой, Йенгская серия, 3.5 Ga, Алдан); 19 – *Menneria granosa* (археозой, формация Онфервахт, 3.5 Ga)



**Рис. 3.** Формирование строматолитов из наслоения матов

*a* — схема слоистых микробных экосистем, колонизирующих интерфейс осадок—вода в подходящих средах; формирующий подстилку (мат) микробентос состоит главным образом из цианобактерий; *б* — типичный строматолит, показывающий чёткое расслоение и параллельные колонны с пальчатым разветвлением из протерозоя Лабрадорской впадины (Канада)

• *Menneria schopfii* Lopuchin 2011. Формация Биттер-Спрингс, Австралия (1.0 Ga). Размер 120 мкм (см. рис. 2). Колонии мелкозернистые, плотные, с заматым краем. Встречаются лентовидные фрагменты шириной до 50 мкм [19, 21].

• *Menneria gunflinti* Lopuchin 2011. Кремнистая галька базального конгломерата формации Ган-флинт, Канада (2.0 Ga). Размер колоний от 40 до 60 мкм. Колонии субтильные, с разреженным распределением морт-клеток, образуют частично сросшуюся группу [19, 21].

• *Menneria zavarzini* Lopuchin 2013. Рифей, Таласский Алатау, Тянь-Шань. Колонии от 50 до 80 мкм, плотные, с рубцами, образуют микроматы. Сходны с колониями из отложений Семри (≈1.8 Ga), Индия [21].

• *Menneria pflugi* Lopuchin 2011. Формация Фиг-Три, архей (3.3 Ga), Свазиленд, Южная Африка [19, 21]. Размер 50 мкм. Колонии с утолщённым, иногда вмятым краем (аналог глобул 'A' [15]).

• *Menneria granosa* Lopuchin 1975 ex Lopuchin 2011. Кальцифиры Йенгской серии (3.5 Ga), Алданский щит, Россия. Также формация Онфервайт, архей (3.5 Ga), Свазиленд, Южная Африка [19, 21, 23]. Размер 140 мкм. Колонии зернистые с фестончато заматым краем.

• *Menneria primaeva* Lopuchin 1975 ex Lopuchin 2011. Кальцифиры Йенгской серии [19, 21, 23]. Размер 400 мкм. Колонии с рубцеватыми складками.

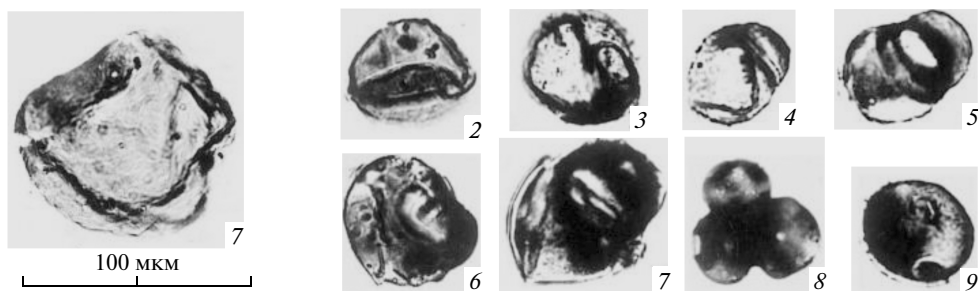
Морфотипы рода *Menneria* во множестве установлены в осадочных породах докембрия всех континентов и, будучи прослежены по всему геологическому разрезу, представляют интерес не только в рамках темы статьи, но и как значимый материал для палеобиогеографии, биогеохимических исследований и фациального анализа.

Иные визуально доступные палеонтологические свидетельства, которые демонстрируют микробную активность в ранней истории Земли, представлены органо-осадочными структурами строматолитного типа. Строматолиты

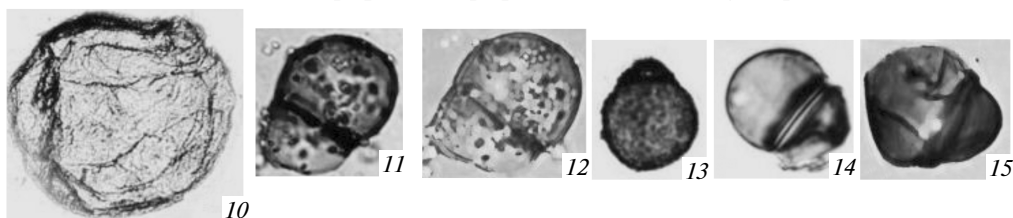
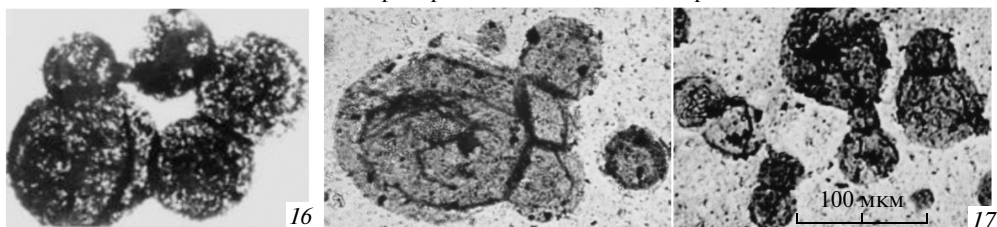
(или микробиолиты) — это микробные слоистые образования, которые сохранили в отложениях выстилающий характер бактериального и водорослевого (прокариотического) микробентоса, который изначально существовал в виде органических плёнок в интерфейсе осадок—вода (рис. 3). Молодые поколения подстилающих матов накладывались на старые и в процессе взаимодействия с окружающей осадочной средой создавали вертикальную макроструктуру тонкослоистых литифицированных микробных сообществ. Подобные построения нередко можно наблюдать в современных бассейнах при соответствующих биогеохимических условиях. Установлено, что главными строителями матов были одноклеточные и волокнистые прокариоты, способные на световой отклик и, вероятно, на фиксацию фотоавтотрофного углерода [1, 5].

Существование строматолитов от архея до наших дней, как и морфотипов *Menneria*, подтверждает поражающую степень единообразия физиологических проявлений в функциональной организации прокариотического микробентоса за 3.5 Ga геологической истории. Существующие доказательства позволяют допустить, что самые древние строматолиты (точнее, образующая их микробиота) являются, вместе с колониями *Menneria*, доминантной частью раннего морфологического свидетельства жизни.

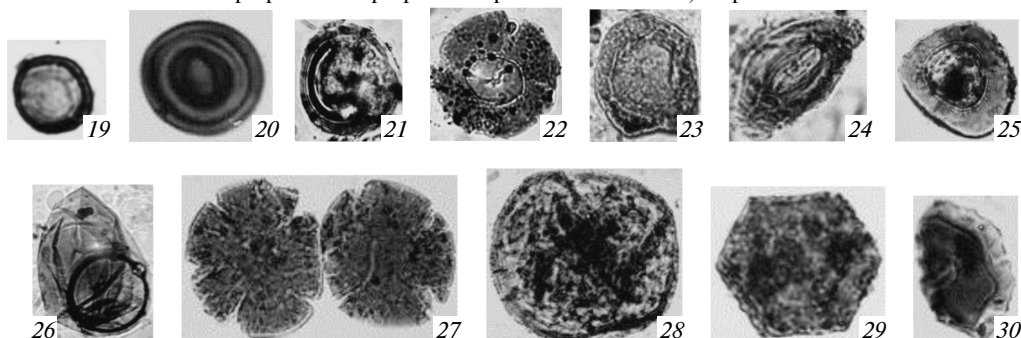
Таким образом, вслед за В.И. Вернадским, следует признать, что любая биосфера, которая охватывает поверхность планеты, способна оставлять чёткие следы в окружающей неорганической среде. Учитывая находки в земных осадочных породах, можно утверждать, что живые организмы действительно оставляют ряд морфологических и химических регистраций. Более того, многие организмы являются пороодообразующими. Это свойственно не только многоклеточным формам жизни, отличающимся большим потенциалом сохранности, но в особенности протистам, миллиарды лет преобладавшим в земной биосфере.

Хондрит Саратов, метеофоссилии *Phaetonia saratovi* Lopuchin*Menneria*

Микрофоссилии рифея, Таласский Алатау, Киргизия

Почкование колоний пикопрокариот *Menneria roblotae* Lopuchin 1971 ex 2011

Микрофоссилии рифея Северного Тянь-Шаня, Киргизия

**Рис. 4.** Метеоморфы ахондрита Саратов в сравнении с докембрийскими микрофоссилиями и колониями пикопрокариот рода *Menneria*

1–7 – шагреньевая поверхность, возможно, изначально зернистая текстура из мельчайших морт-клеток; 3–5 – метеоморфы перетянуты пояском на стадии деления; 6–7 – почкующиеся формы с вздутием; 8 – триада, возможно, тетрада с порами; 9 – метеоморфа с пилломами; 10 – отложения Йенгурской серии, 3.5 Ga (Алдан), схожи с 1 и 2; 11–13 – венд, Северный Тянь-Шань, размер до 50 мкм, репродукция, схожи с 3–5; 14, 15 – венд, схожи с 6 и 7; 16 – почкование колоний *Menneria roblotae* Lopuchin 1971 ex 2011, бриовер Нормандии; 17, 18 – почкование колоний *Menneria*, рифей, хребет Таласский Алатау, Киргизия; 9–30 – морфологическое разнообразие микрофоссилий. Размер метеоморф от 18 до 100 мкм

**Экобиологические свидетельства жизни, ахондрит Саратов.** Создавая основу для интерпретации будущих находок микрофоссилий на Марсе и других планетах (речь идёт пока только о безвредном для землян изучении ископаемых остатков жизни), позволительно вновь вернуться в 1960-е годы, когда учёные активно проверяли разные метеориты на наличие в них остатков спороморф. Находки, обнаруженные в упавших в разных

странах метеоритах, не были похожи на ископаемые споры из земных палеозойских отложений. Положительный результат, повторивший данные Б.В. Тимофеева (Всероссийский нефтяной научно-исследовательский геологоразведочный институт), был подтверждён А.С. Лопухиным при контрольных анализах ахондрита Саратов. Морфология обнаруженных в нём спороморф явно свидетельствовала об их биологическом проис-



хождении, но тем не менее из осторожности они были отнесены к так называемым “организованным элементам”. Их биологическая апробация состоялась благодаря вниманию определённой части научной общественности к фундаментальным проблемам происхождения и эволюции биосферы. Допущение, что метаморфизм в некоторых случаях способствует сохранности древних микроорганизмов в породах, позволяет говорить и о сохранности “организованных элементов” в метеоритах, поскольку их поверхность значительно разогревалась и покрывалась коркой, преодолевая земную атмосферу. Поэтому полезно повторно дать иллюстрацию метеоморф саратовского хондрита, тем более что к настоящему времени находок в метеоритном веществе становится всё больше, и они рассматриваются как доказательство внеземной жизни<sup>2</sup>. Привлекает внимание морфологическое подобие некоторых метеофоссилий докембрийским микрофоссилиям Земли, причём большее подобие, чем относительно современной микрофлоры (рис. 4).

**Химическое подтверждение ранней жизни на Земле. Кероген и молекулярные “биомаркеры”.** Кроме морфологических структурированных микрофоссилий и характерных колоний пикопрокариот зернистого облака, организмы оставляют химические свидетельства своего прежнего существования — органическое вещество. Углеродный компонент реминерализуется почти до  $\text{CO}_2$  в виде осадочного органического вещества или керогена. При этом остаются следы жаростойких молекулярных структур, главным образом пигменты в виде порфириноподобных единичных дискретных углеводородных цепей, которые подверглись процессу диагенеза и свидетельствуют о биогенности предшественников — молекул “биомаркеров”. В ископаемом органическом веществе сложная сеть биополимеров разлагается на мономеры, которые, в свою очередь, могут частично воссоединяться во время диагенетической реконструкции органических остатков внутри осадка, тем самым положив начало абсолютно новому качеству неорганических углеродных геополимеров, обобщаемых обычно термином “кероген” (рис. 5). Кероген, как основательно восстановленная модификация осадочного органического вещества, — это инертная (кислотно-нерастворимая) поликонденсированная совокупность алифатических и ароматических углеводородов, которые являются конечными продуктами диагенетического изменения первичных биогенных веществ в осадке. При  $1.2 \times 10^{22}$  г керогенного (восстановленного) углерода, хранящегося в земных осадках, кероген является самой распространённой формой органического вещества на нашей

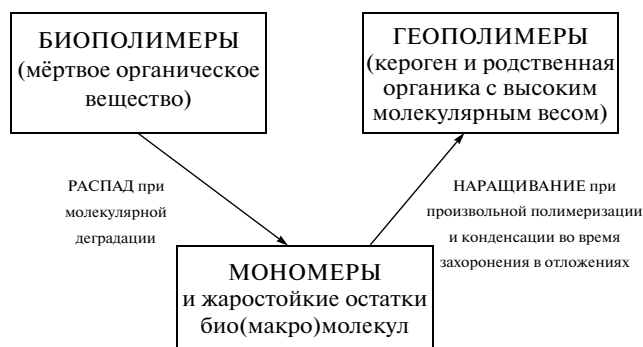


Рис. 5. Образование поликонденсированных гетерогенных геополимеров (кероген) из первичных биополимеров мёртвого органического вещества

планете. Кероген и его графитовые производные (как остатки живого вещества) представляют собой по существу материал первого порядка для всех процессов прошлой жизни. Более того, керогенные вещества имеют тенденцию сохранять углеродный изотопный состав предшествующих биологических материалов, которые характеризуются заметной склонностью к лёгкому углеродному изотопу ( $^{12}\text{C}$ ), родственному тяжёлому ( $^{13}\text{C}$ ) [1, 24–26].

Исследователи прошлого века установили, что органические пигменты (такие, как порфирины) были первыми соединениями, идентифицированными как истинные химические ископаемые вещества среди всего разнообразия органических материалов прошлого. Хлорофилл содержит характерную побочную цепь, которая обычно отрывается от главной кольцевой структуры во время диагенеза, давая взамен две изопреноидные углеводородные цепи (фитан и пристан), чьи относительные пропорции могут варьировать в виде функции диагенетической среды, будучи повсеместными в большей части осадочной органики, при том, что фитан и пристан отдельно подтверждают биосинтетическую активность в прошлые геологические эпохи.

**Отношение  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  в осадочном органическом углероде: индекс биологического связывания углерода.** Изотопное различие между биогенным и неорганическим углеродом в земной коре сохраняется, в основном, когда органический углерод и карбонаты входят во вновь сформированные отложения. Фактически доминирование  $^{12}\text{C}$ , очевидное в ископаемом органическом веществе, оказывается одним из наиболее прочных и стойких следов “упорядоченного состояния” биологических веществ-предшественников, которые удерживаются в осадочной органике миллиарды лет. Диагенетическое изменение в осадке вызывает отдельные вторичные сдвиги в оригинальной изотопной структуре органических материалов; такие изменения обычно невелики и едва превы-

<sup>2</sup> Метеоморфы ахондрита Саратов были подробно рассмотрены в работах [14, 21].

шают 2–3‰ для зрелых керогенных веществ [25, 26].

Происхождение керогенных веществ с биогенетическими сигнатурами  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  и их графитовыми производными можно проследить в осадочных породах до начала геологической записи около 3.8 Ga назад. Распространение углеродных изотопов первичных продуцентов (автотрофов) были суммарно вписаны в геологическую историю в урезанном виде. Это указывает на воздействие более поздней записи на первичные соотношения  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ . Основное сообщение, переданное большим объёмом значений  $\delta^{13}\text{C}_{\text{орг}}$ , указывает, что кинетический изотопный эффект, который управляет фотосинтетической углеродной фиксацией, постоянно распространяется из поверхностной среды в профиль породы углеродного цикла раннего геологического периода.

Принимая во внимание вышесказанное, можно не сомневаться, что заметное  $^{12}\text{C}$ -обогащение ископаемым органическим углеродом создаёт согласованный изотопный сигнал связывания автотрофного углерода едва ли не с 4 Ga геологической истории Земли, что возлагает ответственность на процесс, давший начало предшествующим биологическим субстанциям. Более того, долговременное единообразие этого сигнала свидетельствует о чрезвычайной степени консерватизма основных биохимических механизмов углеродного связывания (как и проявление микробальной персистентности, согласно выводам Г.А. Заварзина и наблюдениям А.С. Лопухина, от архея до реликтов *Microcystis aeruginosa*).

Как известно, относительно неизменённые осадочные породы прослежены до 3.5 Ga. Более древние осадки являются чрезвычайно редкими и несут метаморфический отпечаток, который даёт крайне мало биогеохимической и изотопной информации. Эта древнейшая часть геологической записи представлена раннеархейской свитой Исуа, наиболее старой вулканно-осадочной последовательностью пород типа зелёного пояса при максимально известном возрасте приблизительно 3.8 Ga [26]. Кроме широко распространённого метасоматизма, породы Исуа испытали высокотемпературный (450–650°C) метаморфизм на стадии зелёных аспидных сланцев (до амфиболитовой стадии). Несмотря на критику возможной сохранности следов “древнейшей биогенности”, в настоящее время можно сделать вывод, что нормальные возрастные функции  $\text{C}_{\text{орг}}$  и  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  действительно относятся к ~3.8 Ga, проявляя индекс биологического связывания углерода  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ .

Поскольку самые нижние значения  $\delta^{13}\text{C}$  восстановленного (графитового) углерода, существующие в ранних съёмках Исуа, охватывали диапазон –22 и –28‰, это может быть принято как прямое свидетельство того, что углеродные

составляющие с изотопным составом биогенного вещества действительно присутствовали в дометаморфической свите Исуа.

В целом изотопные данные подтверждают присутствие в осадках Исуа восстановленных углеродных компонентов, несущих изотопную сигнатуру жизненных процессов с предполагаемой биологической связью, впоследствии поддержанной заметным углеродно-фосфатным связыванием.

\* \* \*

Ископаемые проявления жизни, которые наблюдаются в самых древних осадочных породах Земли, создают аналогии возможным дубликатам во внеземном окружении, прежде всего в ранних марсианских формациях. Это правило следует применять к обоим морфологическим (клеточным и биоосадочным) реликтам и биогеохимическим остаткам ископаемых организмов, которые с присущим им потенциалом сохранности позволяют возможность седиментационной регистрации на любом планетарном теле. Сценарии окаменения такого типа специально рассматриваются для осадочных формаций, образованных в полноводный период ранней истории Марса.

Многослойные скальные формации горных пород на больших участках марсианской поверхности (район Тарсис и связанная с ним система каньонов Долины Маринер) являют собой слоистые осадки, которые, среди прочего, содержат мощные прослои карбонатов [4]. Поскольку эти породы, по-видимому, были сформированы в осадочной среде, способствующей инициации и сохранению биологических процессов, присутствие ископаемой марсианской жизни, сопоставимой с жизнью на архейской Земле, должно быть с уверенностью документировано в этих породах в форме как микропалеонтологических, так и биогеохимических (в частности, изотопных) свидетельств. Для оценки таких экзотичных палеобиологических материалов, возможное существование которых доказано рядом исследований [27, 28], земные данные, включая упомянутые метеофоссилии, предоставляют нам обширную информационную базу.

Имея ввиду повсеместность распространения ископаемого органического углерода в земных осадочных породах в сравнении с единичными признанными находками микрофоссилий в шлифах, приоритетное значение обретают биогеохимические свидетельства, вероятно, они будут играть ключевую роль в поиске прошлой жизни на других планетах. В то же время факт вездесущности органического углерода в земных осадках свидетельствует о существовании широко распространённой микробальной активности, начиная с раннеархейского периода. В этом контексте идентификация колоний пикопрокариот рода



*Menneria*, присутствующих практически во всех осадках геологического разреза, существенно расширяет наши представления о докембрии и представляет интерес для исторической геологии, палеобиогеографии, фациального анализа, увеличивая шансы на результативный поиск инопланетных аналогов.

Обнаружение в марсианских осадках фракционирований  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  между карбонатом и восстановленным углеродом, подобных земным регистрациям, может быть принято, согласно углеродной систематике изотопов, как убедительный признак причастности этих процессов к проявлению жизни. Поскольку некоторые углеродные изотопные фракционирования, якобы присущие метеоритам [29] (являющим собой измельчённую марсианскую кору), допускают биологическую трактовку, общая петрография материала и другие “несообразности” делают все выводы значительно менее точными, чем те, которые последуют из анализа настоящих марсианских осадков.

Есть основание полагать, что кинетические изотопные влияния, которые постоянно следуют энзиматично опосредствованным карбоксилазными реакциям, не ограничены земной биохимией, но должны быть также распространены в экзобиологических системах. Поскольку изотопия углерода дала возможность сделать первые весомые выводы по поводу древности неземной жизни (притом, что палеонтологическая регистрация архея до признания *Hymenophacoides-Menneria* была весьма скудной), мы можем смело допустить, что прогностическая сила соотношений  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  в соответствующем внеземном окружении никоим образом не должна быть ниже, чем продемонстрированная на Земле. Следовательно, даже скромный набор данных относительно углеродных изотопов, изъятых из настоящих марсианских отложений, возможно, положит конец напряжённым дискуссиям по поводу существования в прошлом жизни на этой планете. Признавая первичным для экзобиологической работы на Марсе целевой поиск угасшей жизни, следует учитывать возможность функциональных проявлений микробильного характера, представляющих потенциальную опасность в случае доставки образцов на Землю.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Schidlowski M.* Paleobiological and Biogeochemical Vestiges of Early Terrestrial Biota: Baseline for Evaluation of Extraterrestrial Evidence // *Perspectives in Astrobiology* / Eds. Hoover R.B., et al. IOS Press, 2005.
2. *Заварзин Г.А.* Становление биосферы // *Вестник РАН*. 2001. № 11.
3. *Галимов Э.М.* Что такое жизнь? Вместо введения // *Проблемы зарождения и эволюции биосферы*. М.: Книжный дом “Либроком”, 2008.
4. *McKay C., Nedell S.* Are there carbonate deposits in the Valles Marineris, Mars? // *Icarus*. 1988. V. 73. P. 142–148.
5. *Walter M.R.* Archean stromatolites: Evidence of the Earth’s earliest benthos // *Earth’s Earliest Biosphere: Its Origin and Evolution*. Princeton, N.Y.: Princeton Univ. Press, 1983.
6. *Заварзин Г.А.* Первые экосистемы на Земле // *Проблемы происхождения жизни*. М.: ПИН РАН, 2009.
7. *Schidlowski M.* Beginnings of terrestrial life: Problems of the early record and implications for extraterrestrial scenarios // *Instruments, Methods, and Missions for Astrobiology*. San Diego, California, SPIE Reprint, 1998. V. 3441. P. 149–157.
8. *Schopf J.W., Packer B.M.* Early Archaean (3.3-billion to 3.5-billion-year-old) microfossils from Warrawoona Group, Australia // *Science*. 1987. V. 237. P. 70–73.
9. *Pflug H.D.* Yeast-like microfossils detected in the oldest sediments of the Earth // *Naturwissenschaften*. 1978. V. 65. P. 611–615.
10. *Bridgwater D., Allaart J.H., Schopf, J.W., et al.* Microfossil-like objects from the Archaean of Greenland: A cautionary note // *Nature*. 1981. V. 289. P. 51–53.
11. *Pflug H.D.* Early Diversification of Life in the Archaean // *Zbl. Bakt. Hyg., I. Abt. Orig.* 1982. № 3.
12. *Иванова Л.В., Чапина О.С., Мелешик В.А.* Находка коккоидных микрофоссилий в метаморфизованных кремнях раннего протерозоя СССР // *Докл. АН УССР*. 1988. Т. 303. С. 210, 211.
13. *Pflug H.D.* Earliest Organic Evolution. Essay to the Memory of Bartholomew Nagy // *Precambrian Research*. 2001. V. 106. P. 79–91.
14. *Лопухин А.С., Еремеев В.Н.* Возникновение живого вещества на первозданных планетах Солнечной системы (ретроспективный взгляд) // *Вестник НАН Украины*. 2012. № 8.
15. *Лопухин А.С., Шидловский М.Г.* Феномен микробильной экспансии в археозое как прецедент поиска и интерпретации инопланетных аналогов // *Вестник НАН Украины*. 2006. № 5.
16. *Лопухин А.С.* Представители *Dharvaria hindi* в докембрии Южной Индии // *Геология и разведка*. 1983. № 5.
17. *Pflug H.D.* Structured organic remains from the Fig Tree Series (Precambrian) of the Barberton Mountain Land (South Africa) // *Rev. Paleobot. Palynol.* 1967. № 5.
18. *Engel A.E.J., Nagy B., Nagy L.A., et al.* Alga-like Forms in Onverwacht Series. South Africa: Oldest Recognized Lifelike Forms on Earth // *Science*. 1968. V. 161. P. 1005–1008.
19. *Лопухин А.С., Лопухина О.А.* Колониальные пикофоссилии докембрия *Hymenophacoides* Roblot 1964: стадии их размножения как основной аргумент

- биогенной верификации // Геологический журнал. 2011. № 2.
20. *Lopukhin A.S.* Probable Ancestors of *Cyanophyta* in Sedimentary Rocks of Precambrian and Palaeozoic // *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar (GFF)*. 1976. V. 98. P. 297–315.
21. *Лопухин А.С., Еремеев В.Н.* Ледниковый период первозданных планет: Истоки океана и зарождение биосферы // Вестник РАН. 2013. № 10.
22. *Roblot M.-M.* Nouveaux Acritarches du Précambrian Normand. Leurs Etude à la Microsonde électronique // *Compt. Rend. Acad. Sci. Paris*. 1967. V. 264. P. 1263–1265.
23. *Лопухин А.С.* Биофоссилии докембрия и некоторые проблемы их изучения // Проблемы осадочной геологии докембрия. 1975. Вып. 4. Кн. 2. С. 169–173.
24. *Галимов Э.М.* Природа биологического фракционирования изотопов. М.: Наука, 1981.
25. *Schidlowski M., Hayes J.M., Kaplan I.R.* Isotopic inferences of ancient biochemistries: Carbon, sulphur, hydrogen and nitrogen // *Earth's Earliest Biosphere: Its Origin and Evolution*. Princeton, N.Y.: Princeton Univ. Press, 1983.
26. *Schidlowski M.* Carbon isotopes as biogeochemical recorders of life over 3.8 Ga of Earth history: Evolution of a concept // *Precambrian Res.* 2001. V. 106. P. 117–134.
27. *McKay D.S., Gibson E.K., Thomas-Keprta K.L., et al.* Search for past life on Mars: Possible relic biogenic activity in Martian meteorite ALH 84001 // *Science*. 1996. V. 273. P. 924–930.
28. *Gibson E.K., McKay D.S., Thomas-Keprta K.L., et al.* Life on Mars: Evaluation of the evidence within Martian meteorites ALH 84001, Nakkla. and Shergotty // *Precambrian Res.* 2001. V. 106. P. 15–34.
29. *Rothschild L.J., Des Marais D.* Stable carbon isotope fractionation in the search for life on early Mars // *Adv. Space Res.* 1989. V. 9. P. 159–165.

DOI: 10.7868/S0869587314080039

**“ЧЕМОДАННЫХ ДЕЛ МАСТЕР”,  
ИЛИ ЕЩЁ РАЗ О ДМИТРИИ ИВАНОВИЧЕ МЕНДЕЛЕЕВЕ***К 180-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ*

Д.И. Менделеева общепринято считать великим химиком. И на то есть все основания. Перефразируя известное изречение А.В. Гофмана по поводу способа получения анилина, открытого Н.Н. Зининым, можно сказать, что если бы Менделеев не сделал ничего, кроме открытия Периодического закона изменения свойств химических элементов в зависимости от их атомного веса (в современной терминологии — от заряда ядра), то и тогда его имя было бы навсегда вписано золотыми буквами в летопись химической науки. Однако, во-первых, упомянутый закон фигурирует ныне в числе 500 основных законов физики, а не химии; во-вторых, среди трудов учёного работы, посвящённые химии, составляют отнюдь не большинство; в-третьих... Вот об этом “в-третьих” и пойдёт далее речь.

Писать о Менделееве, с одной стороны, просто, а с другой — крайне сложно. Просто — если ограничиться каким-то одним аспектом его многогранной деятельности, благо информации по любому из них предостаточно. Крайне сложно — если попытаться охватить эту деятельность не фрагментарно, а в общем и целом. И всё же — попытка не пытка...

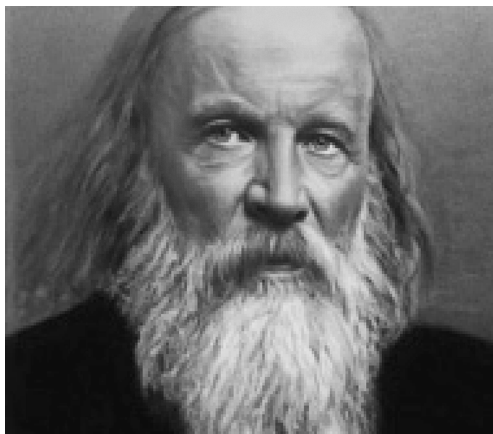
Однажды во время студенческих волнений в конце 70-х годов XIX в. ректор Санкт-Петербургского Императорского университета профессор А.С. Фаминцын получил приказ тогдашнего временного генерал-губернатора столицы России И.В. Гурко явиться к нему. Узнав об этом, Менделеев сказал ректору: “Я поеду с вами. Одному вам с ним не справиться”.

Генерал-губернатор встретил приехавших к нему профессоров фельдфебельским криком. Гурко грозился, что самолично явится в университет и не только студентов, но и профессоров “скрутит в бараний рог”. Ректор молча слушал, не смея возразить, но Менделеев, потрянув львиной головой, тоже закричал басом. Скоро голос генерала стал слабеть, и только Менделеев громко вопрошал: “Да как вы смеее мне грозить? Вы кто такой? Солдат — и больше ничего. В своём невежестве вы не зреете, кто я такой, имя Менделеева навеки вписано в историю науки. Знаете ли вы,

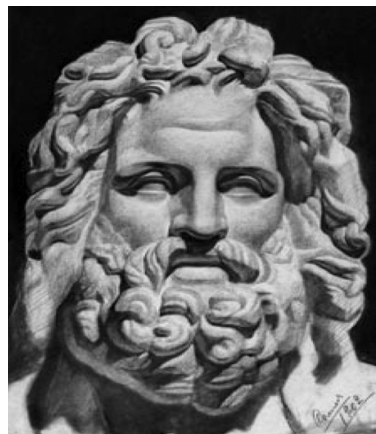
что он открыл Периодическую систему элементов? Что такое Периодическая система? Отвечайте!” О Периодической системе Гурко, по видимому, не имел ни малейшего понятия, и это его смутило; он замолчал. Воспользовавшись паузой, Менделеев направился к двери. Распахнув её, он величавым жестом предложил Фаминцыну последовать за ним, после чего, бросив победный взгляд на молчавшего хозяина высокого кабинета, громовым голосом произнёс: “Идёмте. Он не придёт разгонять университет”. Свидание учёных с высоким начальством закончилось торжеством науки.

Высокий, хотя и несколько сутуловатый, с гривой седых волос, достигавшей плеч, Менделеев казался громадным (по выражению его зятя А. Блока, “громадным и красивым”). Вторая жена учёного Анна Ивановна Менделеева вспоминала: “... Когда я увидела Дмитрия Ивановича в первый раз издали на акте в университете, он показался похожим на Зевса”. Действительно, если взглянуть в изображение главного персонажа древнегреческой мифологии и сравнить его с портретом Д.И. Менделеева, то и впрямь можно усмотреть определённое сходство. А если прибавить к этому ещё и “перекаты” его мощного голоса, переходившего подчас едва ли не в львиный рык, нетрудно представить, каким он мог быть, если его рассердить. Однако нет сомнений, что не будь у Менделеева такого авторитета и такой известности, которые он имел на момент описанной встречи, вряд ли лишь гласом своим, сколь бы могуч он ни был, он смог бы повергнуть Гурко в смятение. Тот ведь тоже не кабинетный, а боевой генерал-лейтенант, герой недавней русско-турецкой войны, обладатель семи орденов, среди которых — Святой Анны и Святого Станислава I степени и Святого Георгия II степени. Впрочем, впоследствии Менделеев также получил и “Анну”, и “Станислава” первых степеней.

Менделеев — один из величайших учёных всех времён и народов, фигура, без сомнения, мирового масштаба и наша национальная гордость. Хорошо известно, что любой учёный, и тем более великий, оставляет о себе память прежде всего сво-



Д.И. Менделеев



Голова Зевса

им личным вкладом в науку, который, начиная с эпохи книгопечатания, принято определять тем, что он опубликовал, то есть сделал всеобщим общественным достоянием. Поскольку автор настоящей статьи по профессии химик, а с некоторых пор ещё и профессиональный исследователь в области науковедения, то, естественно, он заинтересовался числом публикаций этого Титана науки. И столкнулся с парадоксом: Менделееву посвящено множество научных и научно-популярных заметок, статей и книг (согласно Википедии, их уже более 10 тыс.), самой “свежей” из которых является вышедшая в 2014 г. монография В.И. Бояринцева [1], но вот сведения о числе публикаций самого учёного в разных источниках, мягко говоря, существенно разнятся. Та же Википедия [2] указывает на наличие у него более 1500 трудов; эта цифра, несомненно, взята из первоисточника [3]. Однако согласно другим данным [4, 5], Менделеев опубликовал лишь 431 научную работу, из них 146 — по вопросам химии, 99 — по различным областям техники и промышленности, 99 — физике, 36 — экономике и социологии, 22 — географии, 29 — по другим вопросам. Зайдя на веб-сайт [6], мы прочтём, что Менделеев — автор более чем 500 научных трудов по химии, физике, метрологии, воздухоплаванию, экономике, народному просвещению, народонаселению и др. По подсчётам одного из биографов Менделеева, профессора В.Е. Тищенко, общее число книг, брошюр, статей и заметок, напечатанных Менделеевым, превышает 350, из них 2/3 приходятся на оригинальные работы по химии, физике и техническим вопросам. А вот на веб-сайте [7] можно найти даже две цифры. С одной стороны, сообщается, что “Менделеев оставил огромное научное наследие — более 500 сочинений (книг, статей, журнальных и газетных заметок). Большинство этих работ он хранил и в 1899 г. переплёл их в весьма своеобраз-

ное полное собрание собственных сочинений в 53-х томах. Это собрание он разбил по тематикам и снабдил подробным библиографическим указателем (по годам и темам), резко облегчив жизнь своим будущим (весьма многочисленным) биографам”. С другой стороны, в оглавлении солидного библиографического издания [8], представленном на том же веб-сайте, фигурирует “Список произведений, помеченных в книгах библиотеки Д.И. Менделеева под номерами 1001–1100”. К слову сказать, в этих указателях Менделеев выразил своё отношение к каждой из работ (ориентируясь на свой личный вклад, важность и весомость публикации) следующим образом: “Список моих сочинений, помещённый в этом и следующих томах. Нумера подчёркнутые и стоящие слева (\*) относятся к тем статьям, которые я считаю настолько самостоятельными, что могу их признать своими. Два и три раза подчёркнуто то, что я считаю более важным. Февр[аль] 1899 г. Д. Менделеев”.

Заметим, что это, похоже, единственный прижизненный библиографический список работ Дмитрия Ивановича. Его, однако, нельзя считать исчерпывающим, поскольку Менделеев ушёл из жизни в 1907 г., и за период между этой записью и его кончиной у него появились новые публикации. К примеру, в 1903 г. вышла в свет статья “Попытка химического понимания мирового эфира”, где он предположил, что отыскиваемый им всю жизнь мировой эфир — это особый химический элемент, относящийся к нулевой группе Периодической системы, а в 1904 г. начинают выходить его “Заветные мысли”. Так сколько же публикаций было у него на самом деле? Увы, этот вопрос следует, по крайней мере пока, считать открытым. Тем не менее, судя по тому, сколько их указал в списке сам Менделеев, — никак не менее тысячи. Примечательно, что автор весьма основательной монографии [1], приуроченной к 180-

ЛЕВЕНТАЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени А.А. ЖДАНОВА

АРХИВ

Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

## II. СПИСКИ СОЧИНЕНИЙ

Список моих сочинений, помещенных в этом и следующих томах . . . . .	42
* Дополнения . . . . .	131
* Потошный перечень статей Д. И. Менделеева, помещенный им в собрании сочинений . . . . .	142
Список произведений, помещенных в книгах библиотеки Д. И. Менделеева под номерами 1001—1100 . . . . .	145
* Перечень изданий «Основ химии» . . . . .	170
* Список первых работ по химии Д. И. Менделеева . . . . .	171

ИЗДАТЕЛЬСТВО  
ЛЕВЕНТАЛОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА  
имени А.А. ЖДАНОВА

Списки сочинений Д.И. Менделеева

летию со дня рождения учёного, об общем числе его публикаций не упоминает.

Самые ранние исследования, которые Менделеев выполнил в 1854 г., будучи ещё студентом физико-математического факультета Главного Педагогического института в Санкт-Петербурге, посвящены явлению изоморфизма (способности химических веществ с различным составом образовывать одинаковые по форме кристаллы; классический пример — алюмокалиевые и хромокалиевые квасцы). В конце января 1856 г. он написал кандидатскую диссертацию “Изоморфизм в связи с другими отношениями кристаллической формы к составу” [9], которую вскоре успешно защитил и получил учёную степень магистра. Диссертация и стала началом его пути в науке. Ещё через девять лет он защитил докторскую диссертацию “Рассуждения о соединении спирта с водой” [10]. Не будем здесь останавливаться ни на открытии Менделеевым Периодического закона изменения свойств химических элементов (работ, посвящённых этому событию, легион), ни на открытии критической температуры газов (я уже писал об этом [11], и мне не хотелось бы повторяться), ни тем более — на якобы создании им рецепта русской водки.

Кстати, “сорокоградусная” появилась в России в 1843 г., когда правительство установило нижний порог крепости самого популярного в стране спиртного напитка в 40°. Нашему герою на тот момент было всего девять лет от роду. Деятельность Менделеева была столь разносторонней, что применительно к нему даже расхожее выражение из бессмертной поэмы А.С. Грибоедова “Горе от ума” — “он химик, он ботаник, механик и матрос” — выглядело отнюдь не преувеличением. Что лежит в основе этой разносторонности — талант и широта интересов, суровая необходимость, диктовавшая определённый род занятий на том или ином этапе его жизненного

пути, или какой-то неведомый нам порыв души? Таким вопросом, по-видимому, не особо задавался даже директор Музея-архива Д.И. Менделеева при ЛГУ профессор Р.Б. Добротин, разработавший оригинальную методологию целостного подхода к оценке деятельности учёного. В рамках этого подхода всё творчество Менделеева предлагалось рассматривать интегрально — в сопоставлении разделов его наследия как с точки зрения “веса” в нём отдельных дисциплин, направлений и тематик, так и во взаимодействии основных и частных его составляющих с учётом конкретных исторических условий, в которых творчество развивалось [2].

Попробуем установить, что важнее в биографии Менделеева: то, что *до* какого-то момента он занимался исключительно химией или, по крайней мере, тем, что непосредственно с ней связано, а *после* химия перестала быть доминантой его деятельности, или то, что после окончания Главного Педагогического института он занимался чем-то другим, помимо химии, в *любое* время своей жизни.

Сделать однозначный выбор между двумя этими позициями весьма непросто, но всё же я склоняюсь в пользу первой из них. А раз так, то укажем “рубикон”, после прохождения которого в деятельности Менделеева произошла смена приоритетов. На мой взгляд, он пришёлся на конец 80-х — начало 90-х годов XIX в. и связан с двумя весьма неприятными событиями. Речь идёт об отказе в избрании его экстраординарным академиком Императорской Санкт-Петербургской академии наук в конце 1880 г. и о неопределённости положения в Санкт-Петербургском Императорском университете (СПБИУ), поскольку исполнилось 25 лет с начала его преподавательской деятельности и по тогдашней традиции ему полагалось уходить в отставку. Рассмотрим это обстоятельство подробнее.

Итак, после знаковых открытий в химии и физике, сделанных Менделеевым в 60–70-е годы XIX в., он стал весьма вероятным претендентом на членство в Императорской Санкт-Петербургской академии наук. В 1876 г. его выдвинули в члены-корреспонденты академии и 30 ноября того же года большинством голосов (17 — “за”, 2 — “против”) избрали таковым по разряду физических наук. Однако эйфории по этому поводу Дмитрий Иванович явно не испытывал и 22 января 1877 г. не без иронии написал: “Императорская С.-Петербургская Академия наук избранием в свои члены-корреспонденты оказала мне такую высокую честь, какая не соответствует моей скромной деятельности на поприще наук”. Лёгкость прохождения Менделеева в члены-корреспонденты академии объясняется тем, что в ту пору в академическое собрание входили только ординарные и экстраординарные академики и адъюнкты (так называли помощников академиков), тогда как члены-корреспонденты, образно говоря, лишь “топтались” у “парадного подъезда”. Они не получали никакого денежного вознаграждения и пользовались лишь правом печатать свои труды в академических изданиях (что с успехом можно было делать и не будучи членом-корреспондентом). Фактически данный титул в те времена означал примерно то же самое, что сейчас кандидат на это звание на очередных выборах в РАН. Понятно, что Дмитрия Ивановича такое положение устроить никак не могло, и 28 октября 1880 г. академики А.М. Бутлеров, П.Л. Чебышев, Ф.В. Овсянников и Н.И. Кокшаров внесли представление об избрании его в экстраординарные академики. В этом документе подробно перечислялись заслуги Менделеева и, пожалуй, впервые были представлены исчерпывающие сведения о творческой деятельности учёного. 11 ноября состоялось голосование по поводу его избрания. В голосовании принимали участие 18 человек: президент академии Ф.П. Литке (который по уставу имел два голоса), вице-президент В.Я. Буняковский, непрменный секретарь К.С. Веселовский, академики Г.Н. Гельмерсен, П.Л. Чебышев, О.В. Струве, Ф.В. Овсянников, Л.И. Шренк, Н.И. Кокшаров, А.Н. Савич, Г.И. Вильд, К.И. Максимович, А.М. Бутлеров, А.А. Штраух, Ф.Б. Шмидт, А.В. Гадолин и адъюнкты А.С. Фаминцын и Н.Н. Алексеев. И хотя химики составляли среди них меньшинство, а для избрания требовалось не менее 2/3 голосов (т.е. 12), благоприятный исход голосования не подвергался сомнению. Тем не менее, вопреки ожиданиям, Менделеев получил девять голосов “за” и десять — “против”. Свои голоса за Дмитрия Ивановича отдали Буняковский, Кокшаров, Бутлеров, Фаминцын, Овсянников, Чебышев, Алексеев, Струве и Савич,

против высказались Литке (два голоса), Веселовский, Гельмерсен, Шренк, Максимович, Штраух, Шмидт, Вильд, Гадолин.

Чем объяснить столь печальный для Дмитрия Ивановича результат голосования? Бытует мнение, что Менделеев, дескать, обладал настолько тяжёлым характером, что общение с ним стоило многим членам академии немалых нервов, и потому они предпочли оставить его “за бортом”. Характер у Менделеева и впрямь был не сахар, друзей у него было немного, и он нередко допускал очень резкие выражения в адрес самых разных людей, невзирая на их авторитет и заслуги. (Известно его высказывание о Л.Н. Толстом: “Он гениален, но глуп”. Впрочем, Толстой отзывался о Менделееве с неменьшей неприязнью: “У него есть много интересных материалов, но выводы ужасающе глупы”). Однако мне кажется, что если бы у него был совсем уж несносный характер, вряд ли после того, как результаты голосования стали известны широкой общественности, в его адрес буквально посыпались бы письма с выражением глубочайшего сожаления о случившемся. На мой взгляд, более вероятная причина состояла в том, что Менделеев не скрывал своего резко негативного отношения к тем безобразиям, которые творились в ту пору в недрах академии.

Как бы то ни было, 11 ноября 1880 г. стало “чёрным днём” отечественной науки и вызвало настоящий “мировой скандал” [1]. Реакция русской общественности, причём не только научной, была мгновенной и исключительно резкой: многие научные общества и университеты один за другим незамедлительно избрали Менделеева своим почётным членом. К примеру, 18 декабря того же года он был единогласно избран почётным членом Русского физико-химического общества. Тепло поблагодарив своих коллег, Менделеев сказал, что в их сочувствии он видит залог самостоятельности русской науки и избрание в почётные члены Общества ему куда дороже избрания в “казённую Академию”. Весьма вероятно, что именно благодаря такой реакции на результаты руководство СПбИУ не стало напоминать Менделееву о том, что ему пора подавать в отставку с поста профессора университета. Сыграло свою роль и то, что в период с 1880 по 1888 г. он принимал деятельное участие в разработке проекта создания и строительства первого в азиатской части Российской империи Сибирского университета в Томске (Дмитрий Иванович рассматривался в правительственных кругах в качестве первого ректора этого университета). Правда, когда в 1888 г. университет был создан, Менделеев, сославшись на ряд семейных обстоятельств, переезжать в Томск из Петербурга не стал. Отказ уже тогда вызвал определённые трения с мини-

стром просвещения графом И.Д. Деляновым, который во время очередных студенческих волнений отказался принять от Менделеева подготовленную студентами петицию, сопроводив её запиской: “Тот, кто состоит на службе его императорского величества, не имеет права принимать подобные бумаги”. Менделеев воспринял эту фразу весьма болезненно и вскоре подал ректору СПбИУ А.С. Фаминцыну прошение об отставке. Будучи очень расположен к Менделееву, ректор прошения не принял, и тогда Дмитрий Иванович просто-напросто сунул ему в карман сложенный вдвое бумажный лист с прошением. Просьбы коллег не смогли заставить его изменить принятое решение. Тем не менее курс химии он дочитал до конца, а последняя университетская лекция и вовсе стала его бенефисом: аудитория в тот день была заполнена до предела — прощаться с ним пришли студенты почти всех факультетов СПбИУ. Опасаясь волнений, в аудиторию на всякий случай направили отряд жандармов. Увидев их в зале, Менделеев опустился на стул и, положив голову на руки, беззвучно заплакал... Он был уволен из СПбИУ по распоряжению лично Делянова, так и не предпринявшего никаких шагов к тому, чтобы сохранить великого учёного и блестящего педагога в университете.

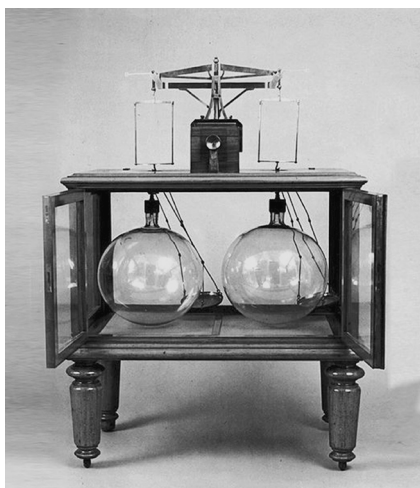
Оставив преподавательскую работу, Менделеев не мог не искать какой-то новый для себя вид деятельности, который захватил бы его целиком. Тут в самый раз вспомнить известную поговорку: “Не было счастья, да несчастье помогло”. Останься Менделеев в СПбИУ, он, скорее всего, продолжал бы научные изыскания в основном в области химии и физики. При всём моём величайшем уважении к нему как к великому химику, я не уверен, что в таком случае мы бы сейчас говорили о поистине фантастической широте его научных и практических интересов, которые проявились у него именно *после* того, как он покинул университет.

Исключительно энергичная натура Менделеева не терпела даже непродолжительного безделья, и он обратился к военному министру России, генералу от инфантерии П.С. Ванновскому с предложением организовать снабжение русской армии бездымным порохом. В 1891 г. была образована Морская научно-техническая лаборатория, куда Менделеев и перенёс свои исследования в области “порохового дела”. Уже в 1893 г. лаборатория наладила производство пироколлоидного пороха в количествах, необходимых для военноморских испытаний, которыми руководил адмирал С.О. Макаров. Но, хотя проблема создания бездымного пороха была решена, российское правительство почему-то вовремя не позаботилось об оформлении соответствующего патента

на его изобретение, и этим немедленно воспользовались предприимчивые американцы. В результате в 1914 г. Россия вынуждена была несколько тысяч тонн бездымного пороха закупить за золото в США. При этом сами американцы со смехом сообщали иностранцам, что продают русским именно “менделеевский порох”.

Кстати, существовала версия о том, что Менделеев был разведчиком на ниве промышленного шпионажа. В 1890 г. к нему обратился морской министр, вице-адмирал Н.М. Чихачёв и от имени правительства России попросил разгадать секрет производства пороха. Приняв просьбу к исполнению, Менделеев заказал в библиотеке отчёты железных дорог Британии, Франции и Германии за последние 10 лет, по данным которых определил, сколько было привезено угля, селитры и т.д. к пороховым заводам, и через неделю изготовил два типа бездымного пороха для России. Думаю, что подобное “исследование” к бездымному пороху не имело и не могло иметь никакого отношения хотя бы потому, что и уголь, и селитра, будучи необходимыми компонентами для изготовления *дымного* пороха, для пороха *бездымного* не нужны. Определить его состав по данным о том, сколько селитры и угля поступило на пороховые заводы, — всё равно, что, скажем, определить состав русской водки, опираясь на данные о производстве в России тех лет керосина и мазута. Версия о “разведчике” Менделеева — это, скорее всего, такая же легенда, что и создание им рецепта русской водки.

В 1892 г. Менделеев вступил на совершенно новую для себя стезю, а именно — возглавил так называемое “Депо образцовых мер и весов” (которое в 1893 г. получило по его предложению название “Главная Палата мер и весов”) и оставался на этом посту до конца своей жизни. Он стал фактически основоположником отечественной научной метрологии, без которой по большому счёту невозможна сколько-нибудь серьёзная экспериментальная научная работа. Менделеев понимал, что начинать эту деятельность надо с создания русской системы эталонов. Осуществление этого проекта заняло у него семь лет. (На разработку обессмертившей его имя Периодической системы химических элементов ушло лишь около двух лет.) Примечательно высказывание одного из виднейших политических деятелей России С.Ю. Витте: “Когда я сделался министром финансов, то это учреждение Палаты мер и весов я сознательно увеличил и расширил именно потому, что во главе её стоял такой значительный учёный, как Менделеев — человек с большою не только научною, но и практической инициативой”. Здесь он организует ряд работ по метрологии, занимается исследованием колебаний весов, выработкой



Весы, сконструированные Д.И. Менделеевым для взвешивания газообразных и твёрдых веществ

приёмов точного взвешивания, измерением силы тяжести и др. Изобретательность Дмитрия Ивановича на этом поприще воистину не знала границ; множество придуманных им остроумных способов соблюдения высочайшей точности измерений позволило ему с гордостью заявить: “Допустимая Главной палатой точность взвешивания превосходит точность, достигнутую при других возобновлениях в Англии и Франции”.

Особенно важны работы Менделеева, касающиеся законов, управляющих колебаниями весов, и приёмов точного взвешивания. Он ввёл единую метрическую систему, определил массу эталона фунта в граммах, с очень большой по тем временам точностью — до шестого знака после запятой. Кроме того, он вынужден был выбивать деньги на реконструкцию и расширение здания. Пользуясь своим авторитетом и связями, учёный организовал посещение Главной Палаты мер и весов самим императором (по другим сведениям — наследником престола) и велел разместить извлечённые из подвалов старые приборы и ящики прямо в коридорах, на пути царственной свиты, дабы сознательно создать тесноту. Откуда-то он ещё притащил множество пустых чемоданов и, показывая подчинённым, куда их бросать, приговаривал: “Под ноги, под ноги! Чтобы переступить надо было! Ведь не поймут, что тесно, надо, чтобы спотыкались, тогда поймут!” Когда высокий гость появился в апартаментах Палаты, Менделеев повёл его по коридорам, не забывая напоминать: “Не туда-с! Налево-с! Не извольте оступиться-с: очень тесно у нас”. Император, подражая Менделееву, тоже время от времени напоминал членам своей свиты: “Не туда-с! Налево-с!” Ассигнование денег на реконструкцию разрешилось

блестяще — они нашлись моментально и в нужном количестве.

Менделееву пришлось повоевать с чиновниками и на ином поприще: когда в 1899 г. был введён Закон о мерах и весах, который устанавливал основные единицы измерений — фунт и аршин, он настоял на включении в документ пункта, разрешающего применение международных метрических мер — килограмма и метра.

Менделеев стоял у истоков создания трубопроводного транспорта, считая, что строительство трубопроводов обеспечит надёжную основу развития нефтяной промышленности и выведет российскую нефть на мировой рынок. По его мнению, “необходимо, и даже крайне, проложить трубы и по ним вести сырую нефть до морских судов или до заводов, расположенных на море” [1]. Он считал, что нормальному развитию нефтяной промышленности мешает монополизм некоторых предпринимателей, сосредоточивших в своих руках все стадии производства керосина. (Существовавшая в России система “откупного содержания”, когда нефтяные участки отдавались на откуп на четыре года, приводила к варварскому использованию месторождений без установок дорогостоящего оборудования и внедрения технических новинок.) Интерес к нефти и ко всему, что с ней связано, Менделеев проявил ещё в 1863 г., будучи скромным приват-доцентом. Впрочем, толчок к этому дал не кто иной, как петербургский миллионер В.А. Коркунов, вложивший немалые средства в строительство нефтеперегонного завода в Баку и получивший от этого около 200 тыс. руб. годового убытка — цифра по тем временам внушительная. Он-то и уговорил Менделеева поехать в Баку изучать нефтяные промыслы. О своей первой поездке на Кавказ и сопутствующей ей деятельности Дмитрий Иванович позднее скромно вспоминал: “На месте, что можно было, старался поправить и направить”. И ведь сумел сделать и то, и другое, ибо уже на следующий год ситуация стала “с точностью до наоборот”. В том же году Дмитрий Иванович выдал отправившему его в эту командировку В.А. Коркунову ценные рекомендации как по переработке, так и по транспортировке нефти и керосина: перекачка их по трубопроводам и перевозка по воде в наливных судах должны были резко сократить транспортные расходы. Эти рекомендации были отнюдь не голословными: Менделеев с цифрами в руках доказал, насколько целесообразнее перевозить нефть наливом (в цистернах, а не на арбах в бурдюках, как в то время делалось), а заводы для переработки нефти строить в местах потребления нефтепродуктов.

В 1876 г., когда единственным ценившимся нефтепродуктом был керосин, Менделеев писал: “Мне рисуется в будущем нефтяной двигатель,



размерами и чуть-чуть не ценою немного превышающий керосиновую лампу; он родит движение, когда нужно...”. По сути он предвосхитил создание хорошо известного ныне любому владельцу автомобиля двигателя внутреннего сгорания. В то же время он первым заявил о том, что сжигать нефть, равно как и нефтепродукты в топках, — преступление, поскольку из неё можно получить множество полезных химических продуктов. Обращаясь к русским предпринимателям, Дмитрий Иванович произнёс знаменитые слова: “Топить нефтью? Что ж, тогда можно топить и ассигнациями...”. Спустя 10 лет он первым в мире предложил перевести на нефтяное топливо морской флот, используя для этого другой, но тоже один из важнейших продуктов перегонки нефти — мазут. Приложил Менделеев руку и к теоретическим проблемам, связанным с нефтью, а именно — предложил оригинальную теорию неорганического происхождения этого важнейшего полезного ископаемого.

Работая в СПбИУ, Менделеев выдвинул идею постройки аэростата с герметичной гондолой для исследования высотных слоёв атмосферы, суть которой озвучил 19 октября 1875 г. в докладе на заседании Физического общества. Первый вариант установки подразумевал возможность подъёма в верхние слои атмосферы, но позже он спроектировал управляемый аэростат с двигателями. Денег на постройку хотя бы одного такого аэростата, увы, не нашлось, спонсоров — тоже, и, как следствие, этот проект так и не был воплощён в жизнь. В небеса Менделеев всё же однажды поднялся: в 1887 г. Русское техническое общество известило учёного, что в Твери снаряжается воздушный шар для наблюдения полного солнечного затмения, и Менделеев при желании “лично мог воспользоваться поднятием шара для научных наблюдений” [12]. Перед стартом ассистент учёного (и будущий его биограф) В.Е. Тищенко доложил, что из-за плохой погоды у аэростата нет подъёмной силы и лететь на нём нельзя. На это Менделеев ответил: “Аэростат — это тоже физический прибор. Вы видите, сколько людей следит за полётом как за научным опытом. Я не могу подорвать у них веру в науку”. Вместе с пилотом Менделеев перелез через борт корзины и сразу же понял: шар не поднимет даже двоих. И тогда он решает лететь один. Менделеев вознёсся на высоту более 3 км и успел понаблюдать за полной фазой затмения. Перед спуском ему пришлось проявить не только бесстрашие, но и ловкость — запуталась верёвка, идущая от газового клапана. Дмитрий Иванович взобрался на борт корзины и, висая над бездной, распутал-таки клапанную верёвку. Шар благополучно приземлился в Калязинском уезде Тверской губернии. Весть о полёте русского профессора вскоре стала известна

всему миру. С формулировкой “За проявленное мужество при полёте для наблюдения солнечного затмения” французская Академия метеорологического воздухоплавания присудила Менделееву диплом с девизом братьев Монгольфье: “Так идут к звёздам”.

Значительное место в научной деятельности Менделеева занимают исследования демографических процессов зарубежных стран: от Европы до Индии, Китая и Японии, от Соединённых Штатов Америки до Аргентины (по его выражению, “размножения людского”). Столь широкий охват позволил ему обобщить результаты исследований и предложить прогнозную оценку численности Государства Российского на XX в. В 1897 г. на основе результатов переписи населения Менделеев издаёт книгу “К познанию России”, которая ещё при жизни автора выдержала четыре издания. Взяв в качестве отправной точки численность Государства Российского на 1897 г. (128.2 млн. человек), он для оценки ожидаемой численности населения России в XX в. допустил “осторожную” цифру прироста численности — 1.5% в год. В итоге, по Менделееву, численность Государства Российского следовало ожидать: к 1950 г. — 280 млн., к 2000 г. — 590 млн. человек [13]. “Менделеев поступил слишком осторожно, приняв для расчёта прирост в 1.5% в год. На самом деле следовало взять реально вероятный прирост — не ниже 1.7% в год. Ведь в начале 1900-х прирост был около 1.8% в год. В XX веке Россия претерпела многое — войны, социальные катаклизмы, разделение границами. Так что сравнивать прямо прогноз Менделеева с фактическим ходом событий — особого смысла нет” [13].

Менделеев любил живопись, знал в ней толк и даже публиковал рецензии о картинах российских художников. Он считал, что искусство и естествознание имеют общие корни, общие закономерности развития, общие задачи, а потому люди науки и люди искусства должны общаться меж собой. Пожалуй, наиболее чётко эта точка зрения выражена в его письме к В.В. Стасову от 6 марта 1878 г. и статье “Перед картиною А.И. Куинджи” [14]. 15 октября 1893 г., после введения нового Устава Академии художеств в Петербурге Менделеев был утверждён действительным членом академии. 16 декабря того же года он стал почётным членом академии, а 7 марта 1894 г. — непрямым членом Совета академии. Он был вторым российским химиком, удостоенным такого признания (первым в 1763 г. был М.В. Ломоносов).

В декабре 1899 г. ещё раз встал вопрос об избрании Менделеева в Императорскую Санкт-Петербургскую академию наук; тогдашний президент академии, великий князь Константин писал министру финансов С.Ю. Витте: “Вопрос о привле-

чении Д.И. Менделеева в среду Академии наук давно меня озабочивал. Если Д.И. Менделеев ещё не состоит академиком, то вина этого обстоятельства не падает на президента. Остаётся ещё узнать, захотел ли бы Дмитрий Иванович подвергнуться выборам после того, как в 80-х годах он был забаллотирован. Что же касается моего личного мнения, то я был бы очень рад, если бы Менделеев принадлежал к составу Академии и если бы существующие для этого препятствия могли быть преодолены". Это письмо Витте передал Менделееву. Письмо вызвало раздражение великого учёного (похоже, что и почти 20 лет спустя после своего неизбрания экстраординарным академиком обида на академию у него не исчезла), и он в весьма резкой форме раз и навсегда отказался баллотироваться.

В XX в. Д.И. Менделеев трижды — в 1905, 1906 и 1907 г. выдвигался на Нобелевскую премию по химии (все 3 раза его выдвигали иностранные учёные). В 1905 г. его кандидатура оказалась в так называемом "малом списке" вместе с А. фон Байером, который и стал её лауреатом. В 1906 г. его выдвинуло ещё большее число иностранных учёных. Нобелевский комитет присудил Менделееву премию, однако Королевская Академия наук Швеции (избравшая его в 1905 г. своим членом) отказалась утвердить это решение. Главную роль здесь сыграло влияние С. Аррениуса, лауреата 1903 г. за теорию электролитической диссоциации (Менделеев был её ярким противником). Лауреатом стал французский учёный А. Муассан — первооткрыватель фтора. В 1907 г. Менделеев прошёл-таки через "сито" и Нобелевского комитета, и Королевской академии, однако в силу существовавшего во все времена прохладного отношения к русским Королевская академия предложила "поделить" премию между ним и итальянцем С. Канницаро. Ещё до того, как было вынесено решение, Менделеев скончался. Впрочем, не удостоился её и Канницаро, и Нобелевская премия за 1907 г. была присуждена Э. Бюхнеру с формулировкой "за проведённую им научно-исследовательскую работу по биологической химии и открытие внеклеточной ферментации" [15].

В конце XIX в. Дмитрий Иванович занял в русском обществе уникальное место универсального эксперта, консультировавшего правительство Российской империи по широчайшему кругу научных и народно-хозяйственных проблем — от воздухоплавания до нефтепереработки, от производства пороха до разработки таможенных тарифов, от реформы высшего образования до постановки метрологического дела. В связи с вопросом, поставленным в заголовке настоящей статьи, я бы рискнул утверждать, что определение "великий натурфилософ-энциклопедист" куда

как более точно соответствует специфике неординарной личности Менделеева, нежели общепринятое определение "великий химик".

Ну а причём же тут "чемоданных дел мастер"? Неужто Менделеев каким-то образом причастен ещё и к изготовлению чемоданов? Может быть, да, а может, и нет — однозначного ответа на сей счёт дать невозможно. Доподлинно известно, однако, что Дмитрий Иванович на досуге любил переплетать книги и клеить рамки для портретов. Опыт "переплётно-картонажных работ" он приобрёл ещё в пору своего невольного бездействия в Симферополе. Имея огромный архив документов, репродукций, фотографий, печатных материалов и образцов эпистолярного жанра, он на досуге периодически клеил для их хранения незатейливые картонные контейнеры и в этом деле добился определённого мастерства: его изделия были добротными, и сохранилась даже сделанная им маленькая, но весьма прочная картонная скамеечка. А изготовление чемоданов было как будто одним из его хобби; по некоторым сведениям, в Петербурге и Москве он считался одним из лучших мастеров по этой части. Великий учёный освоил все известные в то время рецепты приготовления клея и даже создал какую-то свою, особую клеевую смесь, способ приготовления коей якобы держал в секрете и унёс с собой в могилу. Однако, согласно Википедии [2], "чемоданных дел мастер Д.И. Менделеев" есть не более чем одна из тех легенд, которые обычно сопутствуют всякой великой и неординарной личности. «Попкупки материалов для своих занятий такого рода он обычно делал в Гостином дворе. Однажды, когда учёный зашёл с этой целью в хозяйственную лавку, он услышал за своей спиной такой диалог: "Кто этот почтенный господин?" — "Неужели не знаете? Это же известный чемоданных дел мастер Менделеев", — с уважением в голосе ответил продавец». С учётом расхожего афоризма "Талантливый человек талантлив во всём" мне почему-то хочется верить, что Менделеев прославил своё имя и на этом, в общем-то незатейливом поприще.

Статья подготовлена при частичной финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. Грант № 14-06-00044.

*О.В. МИХАЙЛОВ,  
доктор химических наук,  
Казанский национальный исследовательский  
технологический университет  
olegmkhlv@gmail.com*

# ЛИТЕРАТУРА

1. *Бояринцев В.И.* Великий русский учёный Дмитрий Иванович Менделеев. М.: Русский Лад, 2014.
2. Wikipedia, режим доступа: [http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D0%BD%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%B5%D0%B2,%D0%94%D0%BC%D0%B8%D1%82%D1%80%D0%B8%D0%B9\\_%D0%98%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D0%BD%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%B5%D0%B2,%D0%94%D0%BC%D0%B8%D1%82%D1%80%D0%B8%D0%B9_%D0%98%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87)
3. *Менделеев Д.И.* Библиографический указатель трудов. Л., 1969—1978. Вып. 1—4 (рук. авт. коллектива Каменоградская О.П., ред. Барзаковский В.П.).
4. <http://84.237.19.2:8081/hoe/personalia/mendeleev.pdf>
5. <http://festival.1september.ru/articles/415683/>
6. <http://bourabai.narod.ru/boyarintsev/mendeleev.htm>
7. [http://www.chem.msu.ru/rus/mendeleevia/02\\_works/02\\_01\\_1.html](http://www.chem.msu.ru/rus/mendeleevia/02_works/02_01_1.html)
8. Архив Д.И. Менделеева, Т. 1. / Под ред. Шукарева С.А. Л.: ЛГУ, 1951.
9. *Менделеев Д.И.* Изоморфизм в связи с другими отношениями кристаллической формы к составу. Дисс., предст. при окончании курса в Главном Педагогическом ин-те студентом Д. Менделеевым. СПб., 1856.
10. *Менделеев Д.И.* Разсуждение о соединении спирта съ водою, представленное въ физикоматематическй факультетъ И. С.-Петербургскаго университета для получения степени доктора химіи. СПб.: Типография Товарищества “Общественная Пльза”, 1865.
11. *Михайлов О.В.* Легенды и были о Менделееве, русской водке и сверхкритических флюидах // Вестник РАН. 2013. № 4.
12. <http://funeral-spb.narod.ru/necropols/literat/tombs/mendeleev/mendeleev.html>
13. *Башлачёв В.* Демография: Русский прорыв. Независимое исследование. М.: Белые альвы, 2004.
14. *Закгейм А.Ю.* Д.И. Менделеев — почётный член Академии художеств // Природа. 2007. № 2.
15. Новейший справочник необходимых знаний от альфы до омеги. М.: Рипол Классик, 2000.

---

## ЭТЮДЫ ОБ УЧЁНЫХ

---

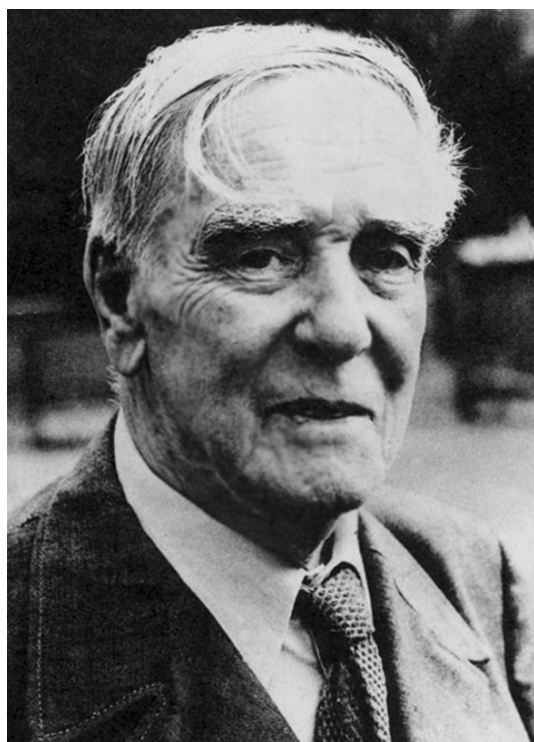
DOI: 10.7868/S0869587314080052

### “В НАУКЕ НЕОБХОДИМА АБСОЛЮТНАЯ ЧЕСТНОСТЬ”

К 120-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ АКАДЕМИКА П.Л. КАПИЦЫ

Моральные качества выдающейся личности имеют, возможно, большее значение для данного поколения и всего хода истории, чем чисто интеллектуальные достижения. Последние зависят от величия характера в значительно большей степени, чем это обычно принято считать.

*Альберт Эйнштейн*



1974 год... У меня, студента пятого курса физического факультета Самаркандского государственного университета, в руках только что вышедшая в свет книга П.Л. Капицы “Эксперимент, теория, практика”. С интересом знакомлюсь с включёнными в неё научными работами и докладами о проблемах жидкого гелия и получении сильных магнитных полей, публицистическими статьями о развитии науки и техники, о педагогике высшей школы. Книга интересна, насыщена

фактами, написана прекрасным литературным языком. На её страницах оживают образы выдающихся учёных — современников и коллег автора: Э. Резерфорда, Н. Бора, Д. Чедвика, П. Ланжевена... И сам П.Л. Капица предстаёт связующим звеном между читателем и минувшим днём в развитии физической науки — таким далёким и таким близким одновременно. Хорошо помню впечатление от прочитанного. Оно оказалось столь сильным, что не будет преувеличением сказать: я полюбил тогда Петра Леонидовича, полюбил, даже не будучи знакомым с ним.

С того памятного для меня события прошло 40 лет. Окидывая мысленным взором всё прочитанное о П.Л. Капице, не могу не задаться вопросом: в чём секрет обаяния этого удивительного человека? Почему и сейчас, через 30 лет после кончины, его жизнь и научное наследие привлекают к себе столь неподдельный интерес и внимание?

Две даты: 26.06 (08.07) 1894—08.04.1984. Между ними 90 лет очень трудной и очень счастливой жизни, вместившей в себя приобретения и утраты, взлёты и падения, вдохновенную работу и творческие достижения мирового уровня — всё то, что удалось сделать одному человеку, состоявшемуся как Учёный, Инженер, Педагог, Организатор, Гражданин, Философ.

### УЧЁНЫЙ И ИНЖЕНЕР

Академик А.Ф. Иоффе в представлении к избранию П.Л. Капицы в члены-корреспонденты Академии наук СССР писал о своём ученике в январе 1929 г.: “Пётр Леонидович, совмещающий в себе гениального экспериментатора, прекрасного

теоретика и блестящего инженера, — одна из наиболее ярких фигур в современной физике...” [1, с. 5].

Абрам Фёдорович, как известно, человек был серьёзный, обстоятельный, цену своим словам знал. Ещё в 1916 г. он привлёк Капицу, тогда 22-летнего студента Петроградского политехнического института, к экспериментальной работе в физической лаборатории, руководимой им, а также к участию в научном семинаре. Результаты не заставили себя долго ждать: в том же году в “Журнале русского физико-химического общества” были опубликованы первые научные статьи молодого учёного — “Инерция электронов в амперовых молекулярных токах” и “Приготовление властоновых нитей”. А в 1920 г., спустя всего два года после окончания института, Пётр Леонидович совместно с Н.Н. Семёновым предложил метод определения магнитных моментов атомов на основе взаимодействия пучка частиц с неоднородным магнитным полем (позже этот метод был реализован в известных опытах О. Штерна и В. Герлаха).

Весной 1921 г. П.Л. Капица был командирован для выполнения научных работ в Великобританию. Там он в течение 13 лет работал в Кавендишской лаборатории при Кембриджском университете, возглавляемой Э. Резерфордом. Дух творчества, царящий в этом научном учреждении, общение с выдающимися физиками, мудрое и доброе наставничество Резерфорда явились той благодатной почвой, на которой мужал талант молодого русского учёного. Он очень быстро заставил говорить о себе. Так, нидерландский физик-теоретик П. Эренфест в 1923 г. писал А.Ф. Иоффе в Петроград: “В марте я в течение недели был в Кембридже у Капицы. Это — феноменальный парень. Он завоевал уважение и симпатию всех окружающих и занимает в Кембридже единственное в своём роде положение. Резерфорд ценит и любит его необычайно” [2, с. 67].

По словам историка науки Ф.Б. Кедрова, “Капица... на глазах Резерфорда совершал техническую революцию в методах экспериментальных исследований” [3, с. 37], создавая оригинальные установки с рекордными для того времени показателями. Например, проводя опыты с альфа-частицами, учёный столкнулся с необходимостью получения сверхсильных магнитных полей и в 1924 г. предложил импульсный метод их получения, заключающийся в пропускании через соленоид электрического тока большой силы в течение малого промежутка времени. По совместному проекту М.П. Костенко и П.Л. Капицы английской фирмой “Метрополитен-Виккерс” был построен уникальный мощный генератор с ротором массой 2.5 т и скоростью вращения 1500 оборотов в минуту. В результате удалось получить поля напряжённостью 320 000 эрстед при длительности им-

пульса порядка 10 миллисекунд. В 1928 г. в процессе исследования физических свойств веществ в таких полях П.Л. Капицей был установлен эмпирический закон линейной зависимости электрического сопротивления ряда металлов (меди, золота, серебра) от напряжённости магнитного поля.

Другой важной сферой познавательных интересов Петра Леонидовича была физика низких температур. В 1934 г. он сконструировал машину для ожижения гелия адиабатическим методом, в поршневом детандере которой использовалась газовая смазка. Имея производительность 1.7 л жидкого гелия в час, она положила начало многолетним работам П.Л. Капицы по созданию более совершенных установок для других трудносжижаемых газов.

Библиография опубликованных научных трудов П.Л. Капицы за годы его пребывания в Великобритании насчитывает 27 наименований. В 1923 г. он защитил докторскую диссертацию на тему “Прохождение альфа-частиц через вещество и методы получения магнитных полей”, и ему была присуждена учёная степень доктора философии Кембриджского университета. А в 1929 г. его избрали действительным членом Лондонского королевского общества.

После вынужденного возвращения в 1934 г. на родину П.Л. Капица продолжил исследования в области сильных магнитных полей и физики низких температур в основанном им Институте физических проблем.

В 1938 г. он обнаружил сверхтекучесть жидкого гелия при температуре ниже 2.19 К и позже показал, что при передаче тепла от стенок сосуда к гелию на границе их раздела возникает скачок температуры. Эти исследования положили начало развитию нового научного направления — квантовой физики конденсированного состояния.

В 1939 г. Пётр Леонидович предложил оригинальный метод ожижения воздуха с помощью цикла низкого давления, осуществляемого в высокоэффективном турбодетандере, а во время Великой Отечественной войны “создал самую мощную в мире турбинную установку для получения в больших масштабах необходимого для промышленности жидкого кислорода” [3, с. 86].

Дальнейшие годы научной и инженерной деятельности П.Л. Капицы отмечены исследованиями волновых и тепловых процессов в движущихся слоях жидкости, созданием гидродинамической теории смазки при качении, выдвижением гипотезы о природе шаровой молнии как о стационарном сверхвысокочастотном разряде в атмосфере. Особого внимания заслуживают разработанные им в 1950—1955 гг. СВЧ-генераторы нового типа — планотрон и ниготрон мощностью до 300 кВт в непрерывном режиме. В ходе экспериментов с

этими приборами учёный установил, что при высокочастотном разряде в плотных газах образуется так называемый плазменный шнур с предполагаемой температурой электронов в нём порядка  $10^5$ – $10^6$  К. В 1969 г. в “ЖЭТФ” была опубликована работа под названием “Свободный плазменный шнур в высокочастотном поле при высоком давлении”, которая открыла новое направление научных исследований в области осуществления управляемого термоядерного синтеза.

## ПЕДАГОГ

Унаследовав традиции научно-педагогических школ А.Ф. Иоффе и Э. Резерфорда, Пётр Леонидович и сам стал замечательным наставником молодёжи. Педагогическая деятельность П.Л. Капицы началась в 1918 г., когда после окончания Петроградского политехнического института он был оставлен в нём в должности преподавателя физики и механики. Его педагогический опыт обогатился в годы работы в Кембридже. Дэвид Шёнберг, прослушавший в 1932 г. его курс лекций “Последние исследования в области магнетизма”, вспоминал: «Я находил этот курс увлекательным не только из-за интересного содержания, но и из-за интригующей манеры, в которой Капица читал лекции. Сильный русский акцент и необычайно высокий голос, странные английские конструкции и привычка писать на доске нечто совершенно отличное от того, что он в это время говорил, были заняты, но иногда мешали следить за рассуждениями. Помню, как однажды после лекции я попросил его разъяснить мне противоречивое место в моих записях, и он мне ответил: “Если я всё сделаю настолько понятным, что не останется никаких противоречий, то у вас не будет пищи для размышлений и вы ничему не научитесь”» [2, с. 67–68].

Наиболее сильно педагогический талант Петра Леонидовича раскрылся в период его работы на физико-техническом факультете МГУ, где в 1947 г. он приступил к чтению лекций по курсу общей физики. Курс этот являлся без преувеличения уникальным, поскольку читался совместно и параллельно сразу двумя выдающимися специалистами — экспериментатором П.Л. Капицей и теоретиком Л.Д. Ландау. Такая методика, основанная на использовании как индуктивного, так и дедуктивного подхода в преподнесении учебного материала, была направлена на совершенствование организации познавательной деятельности студентов. По поводу этих лекций В.П. Смирнов пишет: “...Пётр Леонидович не читал какой-либо последовательный чёткий курс. Скорее, он рассказывал серию новелл о физике. Новелл, сопровождаемых эффектными аттракционами-демонстрациями, которые прерывались воспоминаниями, порой совершенно неожиданными, или

столь же неожиданными вопросами к аудитории, или обсуждением задачи, возникшей тут же, у доски.

Формул практически не было.

Сейчас-то я понимаю, что П.Л. рассказывал нам физику как она есть — живую, неформальную физику” [2, с. 157, 158].

Этот учебный курс пользовался огромной популярностью: в лекционной аудитории буквально яблоку негде было упасть. Однако вскоре П.Л. Капицу отстранили от преподавания за неявку на торжественные заседания, посвящённые 70-летию со дня рождения И.В. Сталина. Тем не менее в дальнейшем он активно участвовал в государственных экзаменах и в защитах дипломных работ.

Отдельно следует остановиться на составленных П.Л. Капицей задачах для студентов МФТИ и для экзаменов при поступлении в аспирантуру Института физических проблем. Эти задачи были любовно собраны выпускниками Физтеха И.Ш. Слободецким и Л.Г. Асламазовым и в 1966 г. опубликованы в издательстве “Знание”. В предисловии к сборнику Пётр Леонидович отмечал: “Хорошо известно, что для плодотворной научной работы требуются не только знания и понимание, но, главное, ещё самостоятельное аналитическое и творческое мышление. Как одно из эффективных средств воспитания, выявления и оценки этих качеств при обучении молодёжи и были составлены эти задачи.

Я стремился осуществить эту цель, составляя большинство задач таким образом, что они являются постановкой небольших проблем, и студент должен на основании известных физических законов проанализировать и количественно описать заданное явление природы. Эти явления природы выбраны мной так, чтобы они имели либо научный, либо практический интерес, и при этом мной учитывалось, что уровень знаний студентов должен быть достаточным, чтобы выполнить задание” [4, с. 3].

Большое внимание Пётр Леонидович уделял подготовке учителей физики общеобразовательных школ и профессорско-преподавательского состава вузов. Он считал, что “вполне возможно организовать преподавание физики в старших классах средних школ... привлекая к этому молодых научных работников из исследовательских институтов” [5, с. 251]. А выступая в 1964 г. на вечере выпускников МФТИ, П.Л. Капица затронул очень важный вопрос об эффективности организации научно-педагогической работы. В частности, он подчеркнул: “Хороший учёный, когда преподаёт, всегда учится сам. Во-первых, он проверяет свои знания, потому что только ясно объяснив другому человеку, можешь быть уверен, что сам понимаешь вопрос. Во-вторых, когда ищешь

форму ясного описания того или иного вопроса, часто приходят новые идеи. В-третьих, те, часто нелепые, вопросы, которые задают студенты после лекций, исключительно стимулируют мысль и заставляют с совершенно новой точки зрения взглянуть на то явление, к которому подходим всегда стандартно, и это тоже помогает творчески мыслить.

И наконец, студенты лучше знают, шире знают вопросы физики, чем преподаватель. Преподаватель, как специалист, подходит узко, у него нет широкого подхода. У студентов гораздо шире подход. И когда студент беседует с преподавателем, преподаватель очень много узнаёт от студента.

Вот почему молодым учёным необходимо заниматься преподавательской деятельностью. Хороший вуз — это тот вуз, который даёт возможность развиваться талантам преподавателей так же широко, как и талантам их учеников” [5, с. 254, 255].

Сказано полвека назад, но как на редкость точно соотносится с проблемами нынешнего российского образования!

### ОРГАНИЗАТОР

Незаурядные деловые и организаторские качества П.Л. Капицы были замечены ещё в Кембридже: в 1924 г. ему была доверена должность заместителя директора по магнитным исследованиям Кавендишской лаборатории, а в 1930 г. он стал директором специально для него созданной лаборатории им. Л. Монда. В 1928 г. им совместно с Р.Г. Фаулером в издательстве Оксфордского университета была основана Международная серия монографий по физике.

Насколько значимым было присутствие Петра Леонидовича на британской земле, свидетельствуют слова Р. Юнга, автора известной книги “Ярче тысячи солнц”: “Уход Капицы очень глубоко повлиял не только на Резерфорда. Он оказал разрушительное влияние на Кавендишскую лабораторию, и в течение нескольких последующих лет её блестящий коллектив стал распадаться” [цит. по: 3, с. 56].

П.Л. Капица являлся организатором и первым директором Института физических проблем АН СССР, а также одним из инициаторов создания Московского физико-технического института. С 1957 по 1984 г. он был членом Президиума АН СССР. Пётр Леонидович полагал, что “организовать в стране эффективную научную работу — задача значительно более трудноосуществимая, чем организация обороны и армии” [2, с. 111].

### ГРАЖДАНИН

“Сейчас меня занимает вопрос этики, и этики государственной” [2, с. 51], — говорил П.Л. Капица вскоре после того, как в 1934 г. его выездная виза в Великобританию была аннулирована и он остался один на один с бездушной тоталитарной системой. Известно, что с 1934 по 1983 г. он написал руководителям страны более 300 писем [2, с. 159], касающихся вопросов строительства Института физических проблем, штатов и зарплат сотрудников НИИ, закупок оборудования на иностранную валюту, неудовлетворительного состояния памятников старины Владимира и Суздаля, судеб незаслуженно пострадавших учёных... Так, 6 июля 1936 г. он обращается к В.М. Молотову по поводу разворачивающейся кампании политической травли математика Н.Н. Лузина, 12 февраля 1937 г. — к И.В. Сталину в защиту физика-теоретика В.А. Фока, 6 апреля 1939 г. — к В.М. Молотову с ходатайством о сидящем в тюрьме Л.Д. Ландау. Все эти документы отличают прямота, бесстрашие и полное отсутствие чиновничества.

О высокой моральной и гражданской ответственности П.Л. Капицы перед страной и наукой свидетельствует и его поддержка опальной в то время генетики. 8 февраля 1956 г. на очередном заседании научного семинара в Институте физических проблем были заслушаны два доклада: И.Е. Тамма — о двойной спирали ДНК и Н.В. Тимофеева-Ресовского — о радиационной генетике и механизме мутаций. Четверть века спустя Н.В. Тимофеев-Ресовский признал: “Предоставление Петром Леонидовичем Капицей заседания своего семинара генетическим темам... сделали возможным, действенным и необратимым выход научной генетики на широкую дорогу” [2, с. 29].

К сказанному добавим, что П.Л. Капица являлся активным членом Советского национального комитета Пагуошского движения учёных за мир и разоружение. Он многократно выступал в печати и на международных симпозиумах по таким важным проблемам развития человеческого общества, как народонаселение, энергетический кризис, загрязнение окружающей среды.

### ФИЛОСОФ

“Вся наука является не чем иным, как усовершенствованием повседневного мышления. Поэтому критический ум физика не может ограничиваться рассмотрением понятий только его собственной области. Он не может двигаться вперёд без критического рассмотрения значительно более сложной проблемы: анализа природы повседневного мышления” [6, с. 200]. Эти слова А. Эйнштейна во многом объясняют феномен П.Л. Капицы как философа. Он был истинным мыслителем-энциклопедистом: отличался глубокими познаниями в литературе и искусстве, пре-

красно разбирался в социально-экономических проблемах, живо интересовался политикой. В число его друзей и собеседников входили писатель А.Н. Толстой, литературовед И.Л. Андроников, художник М.В. Нестеров, химик Н.Н. Семёнов, пианист С.Т. Рихтер, скульптор С.Т. Конёнков, шахматист В.В. Смыслов. К философским раздумьям об окружающем мире приводили и нелёгкие обстоятельства его собственной жизни.

20 октября 1935 г., вскоре после запрета вернуться в Кембридж, Пётр Леонидович обращается к Э. Резерфорду со словами, которые мог написать только много повидавший и много переживший человек. Вот небольшая выдержка из этого письма: “Жизнь — непостижимая штука. Мы сталкиваемся с трудностями даже тогда, когда пытаемся исследовать какое-нибудь физическое явление, так что я думаю, что люди никогда не смогут разобраться в человеческой судьбе, особенно такой сложной, как моя. Она представляет собой такую запутанную комбинацию всякого рода явлений, что лучше не задаваться вопросом о её логической согласованности. Мы все в конечном счёте лишь крошечные частицы, плывущие в потоке, который мы зовём судьбой. Единственное, что мы сможем сделать, — это лишь слегка изменить наш путь и удержаться на поверхности” [1, с. 400].

Видимо, неслучайно одной из самых любимых книг П.Л. Капицы были “Максимы” французского писателя-моралиста Франсуа де Ларошфуко. Со временем и у самого Петра Леонидовича собралась своеобразная коллекция его авторских афоризмов и высказываний. Приведём некоторые из них [2, с. 50–66].

Наука должна быть весёлая, увлекательная и простая. Таковыми же должны быть и учёные.

1935

Не горюй и не печалься. Жизнь разрешает самые сложные проблемы, если ей дать достаточно времени для этого.

1935

Трагедия нашего правительства [в том], что, как и у большинства правительств мира, наука выше их [понимания], они не умеют отличать знахарей — от докторов, шарлатанов — от изобретателей, фокусников и чёрных магов — от учёных.

1935

Здесь идиоты думают учёным руководить, когда им под стать только скот по полям гонять, и то, пожалуй, другая скотина, поделкатнее, сдохнет.

1935

В науке необходима абсолютная честность.

1946

Лучше быть голодным львом, чем сытым бараном.

*Опальные годы*

Чем крупнее человек, тем больше противоречий в нём самом и тем больше противоречий в тех задачах, которые ставит перед ним жизнь. Диапазон этих противоречий и является мерой гениальности человека.

1961

Главный признак таланта — это когда человек знает, что он хочет.

1965

Наша наука никогда не станет ведущей, пока мы сами не научимся оценивать своих учёных.

*Без даты*

Творчество — это самостоятельное мышление.

1970

\* \* \*

Академик П.Л. Капица был отмечен многочисленными правительственными наградами, государственными и научными премиями (как отечественными, так и иностранными) — одно их перечисление заняло бы как минимум страницу. Думается, однако, что наивысшей наградой Петру Леонидовичу — Учёному и Человеку — является благодарная память потомков. Она будет долгой.

М.Д. СЕМЁНОВ,  
кандидат педагогических наук,  
smd1953@yandex.ru

## ЛИТЕРАТУРА

1. Пётр Леонидович Капица: Воспоминания. Письма. Документы / Сост. Капица Е.Л., Рубинин П.Е. М.: Наука, 1994.
2. Капица, Тамм, Семёнов в очерках и письмах / Под общ. ред. Андреева А.Ф. М.: Вагриус; Природа, 1998.
3. Кедров Ф.Б. Капица: жизнь и открытия. Изд. 2-е, доп. М.: Московский рабочий, 1984.
4. Капица П.Л. Физические задачи. М.: Знание, 1966.
5. Капица П.Л. Эксперимент. Теория. Практика. Статьи и выступления. Изд. 4-е, испр. и доп. М.: Наука, 1987.
6. Эйнштейн А. Собрание научных трудов: В 4 т. Т. 4 / Под ред. Тамма И.Е., Смородинского Я.А., Кузнецова Б.Г. М.: Наука, 1967.



DOI: 10.7868/S0869587314080180

## УРОКИ ПЕРВОЙ МИРОВОЙ ВОЙНЫ

В.А. Золотарёв

Каждое поколение старается глубже и по-своему познать историю, устремляя в прошлое свои представления, ожидания, страсти, свои социальные симпатии и антипатии. И в этом часто видят, либо предполагают, что видят, доказательство бесполезности исторических исследований. В действительности дело обстоит как раз наоборот: тот факт, что прошлое позволяет моделировать на себе сложнейшие диалектически противоречивые ситуации современности, как раз и свидетельствует о важности его объективного научного познания. Не понимая исторических корней современности, невозможно правильно оценить и глубоко понять характер происходящих преобразований. Опыт военной истории, несмотря на глубочайшую трагичность её предмета, может и должен нести величайшую общественную гуманистическую нагрузку.

За последние 5,5 тыс. лет произошло более 14 500 войн. Они унесли не менее 3 млрд. 540 млн. человеческих жизней. Лишь 300 лет из минувших 35 веков истории человечества прошли без войн, в остальные годы люди истребляли друг друга. Только на войны нынешнего столетия затрачено свыше 4 трлн. долл. На них можно было бы более 50 лет кормить всё население Земли.

Слишком беспощадны и страшны были мировые войны, чтобы не извлекать из них уроков. В пучине войн гибнут плоды усилий многих поколений людей, шедевры культуры, искусства, памятники и города, в кровь и грязь втаптываются лучшие устремления человека к творчеству и

созиданию, извращаются мышление и психология целых народов. Войны оставляют миллионы солдатских могил, миллионы вдов и сирот.

Грандиозная по военно-политическим и социальным последствиям и по числу участвовавших в ней стран, по огромной численности войск и флотов, по напряжённости фронтов, Первая мировая война 1914–1918 гг. охватила территорию Европы, Азии и Африки общей площадью 4 млн. км<sup>2</sup>. Население 38 государств, вовлечённых в войну, составляло более 1,5 млрд. человек, то есть более трёх четвертей тогдашнего населения земного шара.

В Первой мировой войне было убито и умерло от ран более 10 млн. человек, вдвое больше было искалечено, миллионы погибли от голода и болезней. Война унесла столько же человеческих жизней, сколько все европейские войны за целое тысячелетие до неё. Это, если можно так выразиться, итоговая статистика войны. Российская, Германская, Австро-Венгерская и Османская империи прекратили своё существование. Возникли десятки национальных государств, вступивших на тернистый путь развития. Произошла своеобразная “перезагрузка” понимания места и роли человека на планете Земля [1, с. 8].

Война явилась подлинным прологом истории “короткого” XX столетия, определила основные векторы политического, хозяйственного и культурного развития планеты, “кардинальным образом сменила лицо России, поставив перед нашей страной целый ряд масштабных проблем, сохранивших свою актуальность и сегодня” [1, с. 9].

Одна из существенных особенностей Первой мировой войны состоит в том, что в ней участвовали миллионы граждан колониальных стран. Англия и Франция мобилизовали в своих колониях так называемые цветные войска численностью до 6 млн. человек. Кроме того, миллионы мужчин использовались на различных работах в тылу и на фронте. Например, в Египте было мобилизовано в трудовой и “верблюжьей” корпуса 1,5 млн. человек.

Война велась на фронтах протяжённостью до 2500–4000 км, глубина территории, охватывае-



ЗОЛОТАРЁВ Владимир Антонович — доктор исторических наук, доктор юридических наук, профессор факультета мировой политики МГУ им. М.В. Ломоносова.  
gprw1941-1945@mail.ru



Манифест Николая II о войне в «Петербургской газете» от 21 июля 1914 г.

мой военными действиями, доходила до 350–480 км. К вооружённой борьбе на суше прибавились боевые действия авиации и подводных лодок, велась также и химическая война.

Первая мировая война оказалась в 5 раз губительнее, чем все войны XVIII в. вместе взятые. По количеству людей, погибавших ежедневно (в среднем), она превзошла Франко-прусскую войну 1870–1871 гг. в 9.5 раза, Русско-японскую 1904–1905 гг. — в 23 раза, Русско-турецкую 1877–1878 гг. — в 30 раз и Крымскую 1853–1856 гг. — в 45 раз.

В годы войны в результате мобилизации десятков миллионов мужчин в армию, ухудшения материального положения населения, роста неуверенности в будущем произошло сокращение рождаемости. Всего за годы войны количество рождений было почти на 21 млн. меньше, чем оно могло бы быть при сохранении уровня предвоенных лет. Гибель миллионов людей на фронте, рост смертности в тылу, падение рождаемости привели к абсолютному сокращению численности населения во всех воевавших странах.

Нелепый и одновременно трагический выстрел в Сараево, поставивший точку в жизни эрцгерцога Франца Фердинанда, по иронии судьбы послужил, подобно стартовому пистолету, началу кровавого смерча, пронёсшегося над Европой. Но война была порождена всем ходом развития империализма, явилась результатом крайнего обострения противоречий между наиболее развитыми странами и ожесточённой борьбы за передел мира.

Противоречия между ведущими государствами возникли и нарастали на протяжении ряда десятилетий и привели к образованию двух враждебных коалиций — Союза центральных держав и Антанты. Союз центральных держав представлял собой блок, объединявший Германию, Австро-Венгрию и Италию. В состав Антанты входили Англия, Франция и Россия. Стремясь путём войны перекроить карту мира, Германия ставила цель разгромить Англию, Францию и Россию, захватить англо-французские колонии, Украину и Прибалтику, подчинить своему влиянию Балканские страны и создать на Ближнем Востоке зависимую полукOLONIAльную империю.

В свою очередь Англия стремилась не допустить утверждения Германии на Балканском полуострове и Ближнем Востоке, разгромить её морские силы и завладеть её колониями. Кроме того, она рассчитывала захватить Месопотамию и Палестину, укрепить своё положение в Египте.

Франция, потерпев поражение в войне с Пруссией в 1870–1871 гг. и потеряв тогда Эльзас и Лотарингию, предполагала вернуть эти территории, а заодно оккупировать Саарский бассейн и расширить свои колониальные владения на Ближнем Востоке.

Россия, находившаяся в большой экономической зависимости от англо-французского капитала, прочно связала свою судьбу в этой войне с Антантой. Россия стремилась к контролю над проливами Босфор и Дарданеллы, укреплению своего влияния на Балканах и захвату Галиции, принадлежавшей Австро-Венгрии.

Так как война за передел мира затрагивала в той или иной степени интересы всех империалистических государств, то в неё в дальнейшем были втянуты Япония, Турция, США, Болгария, Румыния и многие другие страны, которые также преследовали захватнические цели. Например, Япония стремилась использовать войну для поработки Китая. США первоначально не присоединились ни к одному из военных блоков, их вполне устраивало ослабление конкурентов в Европе и Азии и получение максимальных прибылей от военных поставок воюющим странам. Но в 1917 г., когда для американских империалистов сложилась наиболее благоприятная обстановка, они вступили в войну за передел мира.



Пополнение направляется на русско-германский фронт. 1915 г.

Говоря об итогах войны, нельзя обойти молчанием то обстоятельство, что она оказала большое влияние на все области военного дела, подтолкнула развитие отраслей военно-промышленного комплекса, вооружённых сил, военного и военно-морского искусства.

Отечественная военно-историческая наука постоянно стремилась создать документальную базу и осветить важнейшие войны, в которых участвовала Россия. Сформировалась источниковая база и в изучении войны 1914–1918 гг. Здесь можно выделить ряд периодов. На первом этапе, в 1917–1927 гг., особенно тщательно разрабатывались проблемы межгосударственных отношений в Европе и поиска ответственных за эскалацию Боснийского кризиса 1914 г. [2]. На втором этапе (1930-е годы) эти тенденции усилились за счёт публикации дипломатических документов кайзеровской Германии и Австро-Венгрии. Таким образом удалось наиболее выпукло показать борьбу великих держав за колонии и влияние в отдельных регионах как ключевую причину начала войны [3]. В предвоенное десятилетие внимание публикаторов документов и историков всё более привлекают крупные военные операции (что объяснимо тревожным положением в Европе) [4].

Третий период в создании источниковедческой базы изучения Первой мировой войны относится к 1952–1990 гг. В это время наблюдается несколько важных тенденций. С одной стороны, исследователи вернулись к весьма продуктивной идее первых сборников документов о великой войне, согласно которой дипломатия рассматривается не как самостоятельный инструмент государственной политики, но воедино с экономиче-

ским развитием и финансовой экспансией великих держав. Тем самым прежний подход, носивший более персонифицированно-критический характер [5], удалось углубить и представить как комплекс



Русский агитационный плакат. 1914 г.

объективных причин, хотя и носивших отпечаток “классовой борьбы” [6]. С другой стороны, в странах народных демократий в Восточной Европе и на Балканах наблюдались формирование и расцвет национальных исторических школ изучения Первой мировой войны. С начала 1960-х и до середины 1990-х годов в Югославии [7], Венгрии [8], Польше [9], Румынии [10] было издано внушительное количество сборников документов. Пристальное внимание в них было приковано к вопросам национально-освободительного движения в Европе и зарождения новых государств в 1917–1919 гг. В то же время продолжались публикации материалов внешнеполитических ведомств Франции, Германии, Австро-Венгрии и началось издание сборников дипломатических документов Италии и Папского Престола [11]. В США, где большинство официальных документов касательно Первой мировой войны уже вышло из печати, активность публикаторов сместилась в сторону бумаг личного происхождения [12]. Но наиболее ярким открытием, до сих пор оказывающим сильнейшее воздействие на национальную историческую школу, стало признание советскими исследователями факта геноцида армян в Османской империи [13].

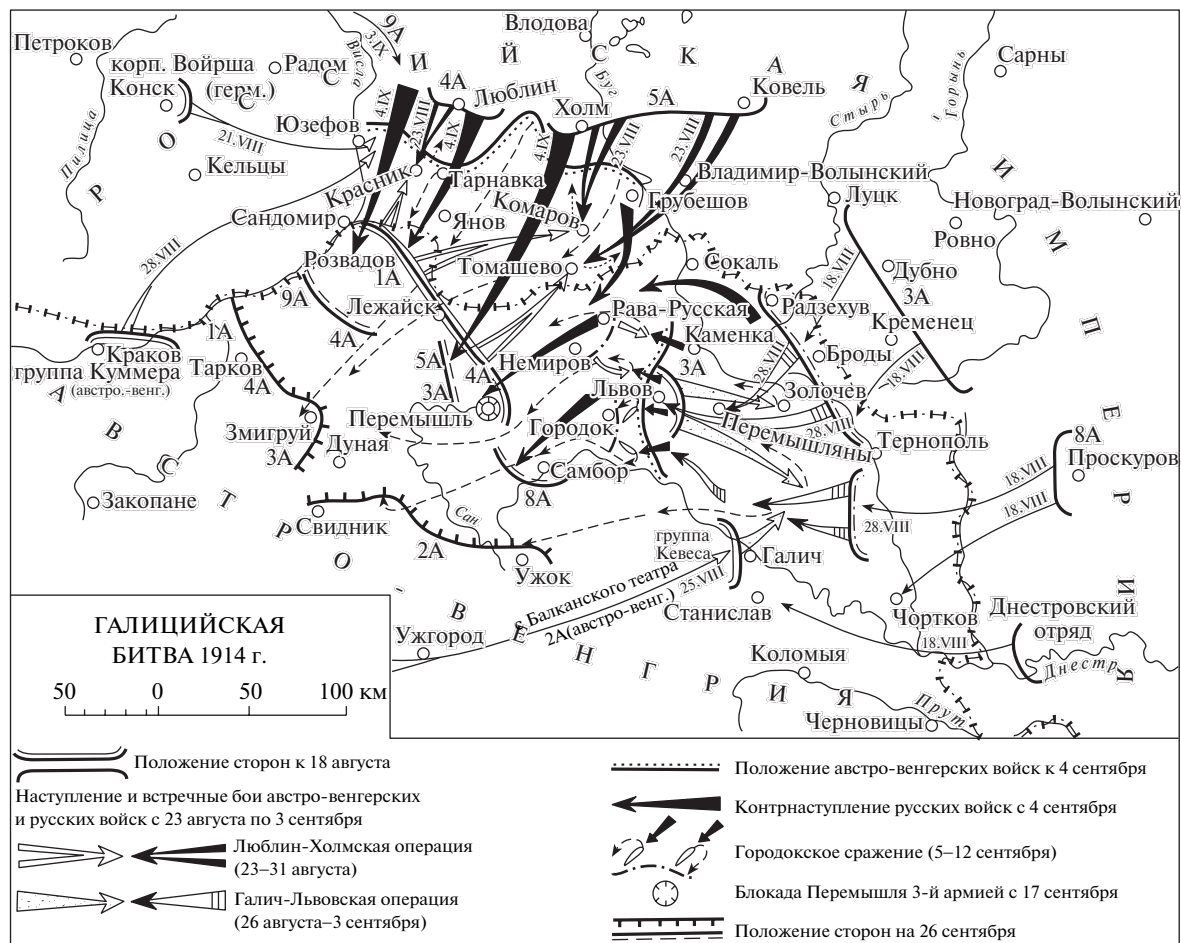
В постсоветской российской историографии Первой мировой войны выделилось несколько основных тем: русское зарубежье [14], политическая борьба в годы Первой мировой войны и её влияние на Февральскую и Октябрьскую революции, которым посвящено несколько серий книг [15]. Стоит также отметить ряд публикаций, раскрывающих особенности российско-американских отношений, развития отечественного военно-промышленного комплекса в начале XX в., а также фундаментальные труды Института всеобщей истории РАН “Мировые войны XX века” и “Война и общество в XX веке” [16].

В целом на счету отечественной военно-исторической мысли, с тех пор как она сложилась в особую отрасль военных и исторических знаний, немало заслуг, крупных и бесспорных достижений непреходящего значения. Но объективности ради надо признать, что далеко не все страницы русской военной истории заполнены с достаточной степенью научной глубины и основательности. Это относится прежде всего к последним войнам царской России — Русско-японской войне 1904–1905 гг. и Первой мировой войне. В войне 1904–1905 гг. впервые участвовали крупные группировки сухопутных войск и сил флотов, оснащённые разнообразной боевой техникой. Интерес к истории этой войны в настоящее время продиктован тем, что здесь наглядно проявилась существенная зависимость хода и исхода войны от эффективности взаимодействия различных видов вооружённых сил — сухопутных войск и флота.

В начале войны обе стороны стремились решать стратегические задачи по старинке — одним-двумя генеральными сражениями. Однако уже эта малая война эпохи империализма показала, что в военном искусстве наступил качественно новый этап. Стратегия, основанная на стремлении сокрушить вооружённые силы противника в одном генеральном сражении, перестала отвечать новым условиям. Потребовались иные способы ведения боевых действий. Однако консервативное мышление тех, кто задавал тон официальной мысли, пыталось вместо этого приспособить старые, отжившие свой век методы ведения войны к изменившейся ситуации. Официальные круги находились во власти так называемых вечных и неизменных принципов. На практике это приводило к тому, что каждый раз готовились к войне не будущей, а прошлой. Попытка вырваться из этого порочного круга уже в наше время привела к другой крайности — лихорадочному поиску всё новых и новых средств и способов взаимного уничтожения. Д. Эйзенхауэр говорил, что США не могут позволить себе роскошь начинать новую мировую войну с оружием прошлой мировой войны. Следствием стала невиданная гонка вооружений со всеми её катастрофическими последствиями.

Отдельные военные теоретики и историки пытались представить опыт Русско-японской войны 1904–1905 гг. как безоговорочное подтверждение теории Мэхэна—Коломба. “Неоспоримым аргументом” сторонников этой теории является утверждение, будто бы Русско-японская война была решена исключительно усилиями японского флота, который путём генерального сражения и блокады добился господства на море, а вместе с ним и победы. Однако это противоречит действительности. При всех успехах японского флота не в его действиях надо искать коренные причины поражения России. Если иметь в виду только лишь военную сторону дела, то о ней уже сказано выше: разрыв между новыми средствами вооружённой борьбы (автоматическое оружие и многомиллионные армии) и старыми способами её ведения, что в то время не было понято. Опыт Русско-японской войны не пошёл впрок. Об этом свидетельствует тот относительно невысокий уровень развития военной теории и военного дела, с которым Россия и некоторые другие страны вступили в Первую мировую войну.

Между тем участие в Первой мировой войне предполагало принципиально иное военное искусство. Многократное возрастание значения экономических факторов, роли техники, появления неизвестных прежде технических средств борьбы — танков, авиации, подводных лодок, отравляющих веществ и т.д. — всё это совершенно новые явления, требовавшие изменения прин-



Галицийская битва. 1914 г.

ципов и методов ведения боя и операций, войны в целом.

Старые военные теории и доктрины, разработанные до Первой мировой войны, потерпели в ходе неё полный крах. Военная мысль не могла не осознать происшедших перемен, но выхода из тупика, который представляла собой концепция позиционной войны, не находилось. В частности, не была решена важнейшая проблема прорыва подготовленной позиционной обороны в оперативном масштабе. Война со всей очевидностью показала, что вооружённое насилие вступило в полосу глубокого кризиса. Позиционная война была не чем иным, как параличом военного искусства, провозвестником того ещё более глубокого и (хотелось бы надеяться) последнего его тупика, который наступил в наше время.

История Первой мировой войны — одна из наименее изученных страниц военно-исторического прошлого, она ждёт осмысления своих уроков. Это можно сказать и о войне в целом, и о её наиболее крупных событиях.

С чисто военной точки зрения, например, большого внимания заслуживает изучение Гали-

цийской битвы, которая шла с 5(18) августа по 8(21) сентября 1914 г. и представляла собой комплекс стратегических операций войск Юго-Западного фронта против австро-венгерской армии. Опыт её проведения явился существенным вкладом в развитие военного искусства. Операциям, условно объединённым в эту битву, присущ ряд новых характерных черт, которые впервые проявились в практике действий войск на полях сражений и получили развитие в будущем. Перечислю основные из них.

Во-первых, небывалый в истории войн пространственный размах фронтовых операций (глубина, ширина фронта, темпы наступления).

Во-вторых, относительно длительный начальный период, содержание которого составили оборонительные действия.

В-третьих, искусное сочетание различных видов боевых действий: оборона, контрнаступление, наступление, встречный бой, преследование.

В-четвёртых, крупные встречные сражения, в ходе которых войска наносили удары во фланг и тыл, стороны стремились упредить противника в

развёртывании войск и захватить инициативу. Эти особенности проявились в Галич-Львовской наступательной операции (05.08—21.08.1914), в Люблинско-Холмской наступательной операции (10.08—21.08), в Городокском сражении (23.08—30.08).

В-пятых, тщательно организовано взаимодействие между пехотой и артиллерией — впервые в практике подготовки операции.

В-шестых, массированное использование кавалерии и артиллерии для развития успеха.

В результате некоторой нерешительности главного командования и плохого материального обеспечения, слабой организации управления не удалось полностью использовать успех войск Юго-Западного фронта. Наступление русских войск часто сводилось к вытеснению противника, к фронтальным ударам, приводящим к значительным потерям (русские войска — 230 000 человек, противник — 400 000 человек). Условия для окружения австро-венгерских войск в Галиции были, но боязнь действовать в отрыве от основных сил не позволила провести такую операцию.

Тем не менее в результате Галицийской битвы были достигнуты крупные стратегические цели: освобождена часть австрийской Польши и Галиции, значительно подорвана военная мощь Австро-Венгрии — самого сильного союзника Германии. Германия вынуждена была перебросить на русский фронт крупные силы с западного фронта, что облегчало положение англо-французских войск. Стратегические и оперативные возможности германской коалиции сузились, а её план быстрого окончания войны рухнул.

Галицийская битва стала одной из крупнейших стратегических операций Первой мировой войны. Она характеризовалась сложностью и большим размахом, продолжалась более месяца. Боевые действия состояли из ряда одновременных и последовательных операций групп армий. Их завершением явилось общее наступление и преследование австро-венгерских войск всеми силами Юго-Западного фронта, но из-за нерешительности командования австро-венгерским армиям удалось избежать полного разгрома. И всё же благоприятный исход Галицийской битвы упрочил положение русских войск на юго-западном стратегическом направлении.

Если рассматривать способы проведения операций в ходе Галицийской битвы, можно выявить ряд новых моментов, не потерявших значения в современных условиях. Прежде всего при определении замысла битвы в целом предусматривалось наступление (контрнаступление) по сходящимся направлениям с целью окружения основных сил противника, хотя интересный сам по себе замысел не отвечал в полной мере сложившейся обстановке. Штаб Юго-Западного фронта русской армии в своих расчётах исходил из ошибочного предположения относительно рубежа развёртывания войск противника, основанного на неточ-

ных разведанных (рубеж был отодвинут австро-венграми на 100 км к юго-западу), поэтому операция не могла привести к окружению главной группировки неприятельской армии. Для сравнения замечу, что при подготовке контрнаступления под Сталинградом во время Великой Отечественной войны велась тщательная разведка войск противника, большое значение придавалось обеспечению внезапности, направления ударов соответствовали наиболее уязвимым местам в обороне вражеской группировки, где были собраны ударные силы.

Для Галицийской и Сталинградской битв характерны некоторые общие черты. Прежде всего это большой пространственный размах. Кроме того, оба сражения делились на ряд одновременных и последовательных операций армий. В Галицийской битве — Галич-Львовская и Люблинско-Холмская наступательные операции, Городокское сражение. В Сталинградской битве — операции “Уран”, “Малый Сатурн”, “Кольцо”. В обоих случаях командование стремилось достичь поставленных целей решительными действиями войск. Но в одном случае это удалось, в другом (Галицийская битва) — не в полной мере. Опыт ведения этих битв оказал большое влияние на развитие отечественного военного искусства, причём не только применительно к своему времени. Многие проблемы, поставленные и решённые в ходе двух сражений, актуальны и сейчас.

Ещё в большей степени требуют переосмысления события первых месяцев войны на русско-германском фронте в районе Восточной Пруссии. В ходе неудачных операций армий Северо-Западного фронта надежды на быструю победу, которые питали многие в России, были похоронены. Именно здесь впервые отчётливо проявилось отставание военной теории от новых условий вооружённой борьбы. Следуя стратегии минувшего века, русские военачальники не стремились организовать непрерывное управление войсками и их взаимодействие. Сказалось неумение вести тяжёлые сражения и бои, требовавшие больших усилий, умелого использования резервов, своевременного обеспечения материально-техническими ресурсами.

В целом опыт Первой мировой войны оказал существенное влияние на военное строительство, организацию вооружённых сил практически всех стран в период 1920—1939 гг. Строительство Красной Армии, развитие её военного искусства в те годы в определённой мере осуществлялось с учётом уроков как Первой мировой, так и Гражданской войны, борьбы против военной интервенции в России.

Но это чисто военные аспекты опыта той войны. Главный же урок в том, что война показала всю абсурдность, античеловечность мировой бойни. И сегодня, оглядываясь в прошлое, необходимо учитывать те ошибки и просчёты, которые не поз-



волили антивоенным силам остановить народы на краю пропасти.

В настоящее время в Министерстве обороны Российской Федерации учёными военного ведомства, Российской академии наук, Министерства иностранных дел РФ и Российского военно-исторического общества ведётся подготовка фундаментального монографического шеститомного труда «Первая мировая война 1914–1918 годов».

## ЛИТЕРАТУРА

1. Первая мировая война: взгляд спустя столетие. Материалы международной конференции «Первая мировая война и современный мир» 26–27 мая 2010 г. Москва. М.: Изд-во МНЭПУ, 2011.
2. Розен Р.Р. Европейская политика России: Документальный меморандум, составленный летом 1912 г. Пг.: Голос Руси, 1917; Сборник секретных документов из архива бывшего Министерства иностранных дел. М.—Пг.: Изд. НКВД, 1917–1918. Вып. 1–7; *Diplomatic Correspondence between the United States and Germany. 1914–1917* / Ed. by Scott J. Wash. (D.C.): U.S. Government Printing Office, 1918; Интернационал и мировая война. Пг., 1919; *Russia and Germany at Brest-Litovsk: A Documentary History of the Peace Negotiations* / Ed. by Magnes J. N.Y.: The Rand school of social science, 1919; *Die Deutschen Dokumente zum Kriegausbruch 1914*. Bd. 1–4. Charlottenburg: Deutsche Verlagsgesellschaft für Politik und Geschichte, 1919; *Dokumenti o postanku Kraljevine Srba, Hrvata i Slovenaca* / Sabr. Sisic F. Zagreb: Matica hrvatska, 1920; Мирные переговоры в Брест-Литовске / Под ред. Иоффе А.А. Т. 1. М.: Изд. НКВД, 1920; *Cosmin S. Dossiers secrets de la Triple Entente: Grece 1914–1922*. P.: n.a., 1970; *Cumming C.K., Pettit W. Russian-American Relations, March, 1917 – March, 1920: Documents and Papers*. N.Y.: Harcourt, Brace and Howe, 1920; Дипломатически документи по намесата на България в Европейската война. Т. 1–2. София: Държавна печатница, 1920–1921; *Libro verde sui negoziati diretti fra il governo italiano e il governo jugoslavo per la pace Adriatica*. Roma: Amedeo Giannini, 1921; Европейские державы и Греция в эпоху мировой войны: По секретным материалам бывшего Министерства иностранных дел / Под ред. Адамова Е.А. М.: Изд. НКВД, 1922; Материалы по истории франко-русских отношений за 1910–1914 гг.: Сб. секретных дипломатических документов бывшего императорского русского Министерства иностранных дел / Отв. ред. Маршан Р. М.: Изд. НКВД, 1922; Переписка Вильгельма II с Николаем II. 1894–1914 гг. / Предисл. Покровского М.Н. М.—Пг.: Госиздат, 1922; *Die Grosse Politik der Europäischen Kabinete. 1871–1914: Sammlung der Diplomatischen Akten des Auswärtigen Amtes*. Bd. 1–40. B.: Dt. Verl.-Ges. für Politik und Geschichte, 1922–1928; *Les armées françaises dans la grande guerre. Service Historique de l'Etat-major français*. T. I–VIII. P.: Imprimerie Nationale, 1922–1939; Раздел Азиатской Турции. По секретным документам бывшего Министерства иностранных дел / Под ред. Адамова Е.А. М.: Изд. НКВД, 1924; Падение царского режима. Стенограф. отчёты допросов и показаний, данных в 1917 г. в Чрезвычайной следственной комиссии Временного правительства. Т. I–VII. Л.: Госиздат, 1924–1927; Брест-Литовская конференция. Заседания экономической и правовой комиссий. М.: Изд. НКВД, 1923; Доклад от парламентарната изпитателна комисия за анкетиране на бившия кабинет Ал. Малинов-Костурков. София, 1923; *Official German Documents Relating the World War*. N.Y.: Oxford Univ. Press, 1923; *Kumaniecki K. Odbudowa państwowosci polskiej. Najwazniejsze dokumenty. 1912 – styczeri 1924*. Warszawa: Czernicki, 1924; Велики рат Србје за ослобођење и уједињење срба, хрвата и словенаца. Кн. 1–32. Београд, 1924–1937; Россия в мировой войне 1914–1918 гг.: (В цифрах). М.: ЦСУ, 1925; *Ключников Ю.В., Сабанин А.В. Международная политика новейшего времени в договорах, нотках и декларациях*. Ч. 1–2. М.: Литиздат НКВД, 1925–1926; Константинополь и Проливы: По секретным документам бывшего Министерства иностранных дел / Под ред. Адамова Е.А. Т. 1–2. М.: Изд. НКВД, 1925–1926; Кто должник? Сб. статей по вопросам об отношениях между Россией, Францией и другими державами Антанты до войны 1914 г., во время войны и в период интервенции / Под общей ред. Шляпникова А.Г., Муклевича Р.А., Доливо-Добровольского Б.И. М.: Авиоиздательство, 1926; *British Documents on the Origins of the War. 1898–1914* / Ed. by Gooch G. and Temperley H. V. 1–11. L.: H.M.S.O., 1926–1938.
3. Сборник договоров и других документов по истории международных отношений на Дальнем Востоке (1842–1925) / Сост. Гримм Э.Д. М.: Ин-т востоковедения им. Н.Н. Нариманова, 1927; *Семенов В.П. Монархия перед крушением. 1914–1917: Бумаги Николая II и другие документы*. М.—Л.: Госиздат, 1927; *Papers Relating to the Foreign Relations of the United States: The World War. Supplements*. V. 1–8. Wash. (D.C.): U.S. Government Printing Office, 1928–1934; *Papers Relating to the Foreign Relations of the United States*. 1918. Russia. V. 1–3. Wash. (D.C.): U.S. Government Printing Office, 1931–1932; *Documents diplomatiques francais (1871–1914): Ministère des affaires étrangères. Commission de publication des documents relatifs aux origines de la guerre de 1914*. Ser. 1 (1871–1900). T. 1–16. P., 1929–1959; Ser. 2 (1901–1911). T. 1–14. P., 1931–1955; Ser. 3 (1911–1914). T. 1–11. P.: Imprimerie Nationale, 1929–1936; *Osterreich-Ungarns Aussenpolitik von der Bosnischen Krise 1908 bis zum Kriegausbruch 1914: Diplomatische Aktenstücke des Osterreichisch-Ungarischen Ministerium des Aussern* / Hrsg. von Bittner L. und Uebersberger H. Bd. 1–9. Wien: Ludwig Bitmeretal, 1930; Международные отношения в эпоху империализма. Документы из архивов царского и Временного правительств (МОЭИ). 1878–1917. Сер. 2. 1900–1913. Т. 18–20. М.: Гос. изд-во полит. лит-ры, 1938–1940; Сер. 3. 1914–1917. Т. 1–10. М., 1931–1938; *Papers Relating to the Foreign Affairs of the United States. The Lansing Papers. 1914–1920*. V. 1–2. Wash. (D.C.): U.S. Government Printing Office, 1939–1940; *Papers Relating to the Foreign Relations of the United States: The Paris Peace Conference 1919*. V. 1–13. Wash. (D.C.): U.S. Government Printing Office, 1942–1947.

4. Мировая война в цифрах. М.—Л.: ОГИЗ, 1934; Лодзинская операция: Сб. документов мировой империалистической войны на русском фронте (1914—1917 гг.). М.: Воениздат, 1936; Варшавско-Ивангородская операция: Сб. документов мировой империалистической войны на русском фронте (1914—1917 гг.). М.: Воениздат, 1938; Восточно-Прусская операция: Сб. документов мировой империалистической войны на русском фронте (1914—1917 гг.). М.: Воениздат, 1939; Наступление Юго-Западного фронта в мае—июне 1916 года: Сб. документов мировой империалистической войны на русском фронте (1914—1917 гг.). М.: Воениздат, 1940; Горлицкая операция: Сб. документов мировой империалистической войны на русском фронте. М.: Воениздат, 1941.
5. Буржуазия и помещики в 1917 г.: Частные совещания членов Государственной думы / Под ред. Дрезена А.К. М.—Л.: Партийное издательство, 1932.
6. Сборник договоров России с другими государствами (1856—1917) / Сост. Адамов Е.А. и Козьменко И.В. М.: Государственное изд-во полит. лит-ры, 1952; I documenti diplomatici italiani. Quinta ser. 1914—1918. V. I. Roma, 1952; Dal'Isonzo al Piave (24 ottobre—9 novembre 1917). Pulazione della Commissione di inchiesta. V. 1—3. Roma, 1954; Русско-китайские отношения 1689—1916: Официальные документы. М.: Издательство восточной литературы, 1958; Мировая война в цифрах. М.—Л.: Госвоениздат, 1934; Экономическое положение России накануне Великой Октябрьской социалистической революции. Документы и материалы. Ч. 1—3. М.—Л.: Изд-во АН СССР, 1957—1961; Крестьянское движение в России в годы Первой мировой войны: Сб. документов. М.—Л.: Наука, 1965.
7. Zapisnici sa sednica delegacije Kraljevine SHS na mirovnoj konferenciji u Parizu 1919—1920 / Prired. Krizman B., Hrabak B. Beograd: Institut društvenih nauka, 1960; Grada o stvaranju jugoslovenske drzave (1.I—20.XII 1918) / Prired. Jankovic D., Krizman B. D. I—II. Beograd: Institut društvenih nauka, Odeljenje za istorijske nauke, 1964; Zapisnici sednica ministarskog saveta Srbiје 1915—1918 / Приред. Јанковић Д. и Храбак Б. Beograd: Institut društvenih nauka, 1976; Преписка српских социјалиста у току првог светског рата / Приред. Лапћевић В. и Миленковић Т. Beograd: Institut za savremenu istoriju, 1979; Jugoslovenski dobrovoljci 1914—1918: Srbija, Južna Amerika, Severna Amerika, Australija, Francuska, Italija, Solunski front : zbornik dokumenata / prired. Н. Поповић. Beograd: Udruženje dobrovoljaca, 1980; *Раденић А.* Аустро-Угарска и Србија 1903—1918: Документи из бечких архива. Beograd: Istorijski institut, 1980; Дипломатска преписка српске владе 1917 год.: Збирка докумената / При ред. Зеचेвић М., Милошевић М. Beograd: Народно дело, 1996.
8. Protokolle des Gemeinsamen Ministerrates des Österreich-Ungarische Monarchie (1914—1918) / Hrsg. von Komjathy M. Budapest: Akadémiai Kiadó, 1966.
9. Sprawy Polskie na Konferencji pokojowej w Paryżu w 1919: Dokumenty i materiały / Red. Bierzanek R., Kukulka J. T. I—III. Warszawa: Państwowe Wydawn.
- Naukowe, 1965—1968; Powstanie II Rzeczy Pospolitei: Wybor dokumentów 1866—1925 / Red. Janowska H., Jedruszczak T. Warszawa: LSW, 1984.
10. 1918 la romani: Desavarsirea unitatii national-statale a poporului roman. Vol. 1—3. Bucuresti: Editura Științifică și Enciclopedică, 1983—1984.
11. L'Allemagne et les problemes de la paix pendant la premiere guerre mondiale: Documents extraits des archives de l'Office allemand des Affaires etrangeres. T. 1—4. P.: Presses Universitaires de France, 1962—1978; Julikrise und Kriegausbruch 1914. Eine Dokumentensammlung / Hrsg. von Geiss I. Bd. 1—2. Hannover—Munchen: Neue Gesellschaft, 1976; Der Friedensappell Papst Benedikt XV vom 1. August 1917 und die Mittelmächte. Diplomatische Aktenstücke des deutschen auswärtigen Amts, des Bayerischen Staatsministeriums des Aussern und des Britischen auswärtigen Amts aus dem Jahren 1915—1922 / Hrsg. von Steglich W. Wiesbaden: F. Steiner, 1970; *Wilson W.* War and Peace: Presidential Messages, Addresses and Public Papers (1917—1924) / Ed. by Baker R.S., Dodd W.E. V. 1. N.Y.: Univ. Press of the Pacific, 1970; Weltherrschaft im Visier. Dokumente / Hrsg. und eingeleitet von Schumann W. und Nesler L. B.: Deutscher Verlag der Wissenschaften, 1975.
12. The Papers of Woodrow Wilson / Ed. by Link A.S. V. 30—45. Princeton (NJ): Princeton University Press, 1979—1984; The Deliberations of the Council of Four (March 24—June 28, 1919): Notes of the Official Interpreter Paul Mountoux / Ed. by Link A.S. V. 1—2. Princeton (NJ): Princeton Univ. Press, 1992.
13. Геноцид армян в Османской империи: Сб. документов и материалов / Под ред. Нерсисяна М.Г. Ереван: Айастан, 1982.
14. Литература русского зарубежья. Антология / Сост. Лавров В.В. Т. I. М.: Книга и бизнес, 1990; Русская военная эмиграция 20—40-х годов: Документы и материалы / Отв. сост. Басик И.И. Т. 1—2. М.: Гей, 1998—2001.
15. Меньшевики в 1917 году / Под ред. Галили З., Ненарокова А., Хеймсона Л. Т. 1—3. М.: РОССПЭН, 1994—1997; Февральская революция 1917 года: Сб. документов и материалов / Сост. Шашкова О.А. М.: РГГУ, 1996; Меньшевики в 1918 году / Отв. ред. Галили З., Ненароков А. М.: РОССПЭН, 1999; Правые партии: Документы и материалы 1905—1917 гг. / Сост. Кирьянов Ю.И. М.: РОССПЭН, 1998. Т. 1—2.
16. Россия и США: дипломатические отношения. 1900—1917 гг.: Документы / Научн. ред. Севостьянов Г.Н., Хэзлем Дж. М.: Международный фонд “Демократия”, 1999; Совет министров Российской империи в годы Первой мировой войны: Бумаги А.Н. Яхонтова (записи заседаний и переписка) / Публ. Ганелина Р.Ш., Куликова С.В., Лапина В.В., Флоринского М.Ф. СПб.: Дмитрий Буланин, 1999; Мировые войны XX века. В 4-х томах. Т. 1, 2 “Первая мировая война”. М., 2002; Военная промышленность России в начале XX века. 1900—1917 гг. Т. 1. М.: Новый хронограф, 2004; Война и общество в XX веке: В 3-х кн. Кн. 1. Война и общество накануне и в период Первой мировой войны / Рук. проекта Ржешевский О.А., научн. рук. книги Золотарёв В.А., отв. ред. Листиков С.В. М.: Наука, 2008.



## РАЗМЫШЛЕНИЯ НАД НОВОЙ КНИГОЙ

DOI: 10.7868/S0869587314080076

### БОРЬБА С СОВРЕМЕННЫМ ПИРАТСТВОМ: ПРАВО И СИЛА. КАКИМ БУДЕТ РУССКИЙ АКЦЕНТ?

Исполнилось три года, как ушёл из жизни заместитель председателя Координационного совета Международного союза юристов, судья Международного морского трибунала, почётный президент Российской ассоциации международного права, заслуженный деятель науки Российской Федерации, профессор, доктор юридических наук Анатолий Лазаревич Колодкин. Данью его памяти и заслугам перед государством стало спущенное на воду океанское судно, названное именем видного российского юриста-международника. In memoriam в 2012 г. увидела свет одна из последних работ учёного, выполненная в соавторстве с докторантом Института государства и права РАН, кандидатом юридических наук Е.С. Смирновой. Монография, написанная известным маринистом в самом конце его жизненного и научного пути, посвящена ставшей, к сожалению, вновь актуальной проблеме морского пиратства\*.

Вопросы безопасности судоходства традиционно привлекают к себе неослабное внимание во многих странах. В 1882 г. выдающийся русский учёный и дипломат Ф.Ф. Мартенс, подчёркивая важность свободы мореплавания в открытом море для отношений мира и взаимного развития, писал: “Принцип свободы моря вытекает из общности и солидарности интересов всех народов. Установила его не природа, но сознание всеми народами, что море есть та естественная связь, которая всех их соединяет, что от свободы его зависит их благосостояние, развитие их сил... Вот почему посягательство на эту свободу есть посягательство на неотъемлемые права народов, есть преступление против всех государств, и общий их отпор такому правонарушению совершенно законен” [1, с. 254].

Сегодня, когда основным средством грузовых сообщений в глобальном транспортно-коммуникационном пространстве является морской транспорт, на долю которого приходится около 75% всех торговых перевозок [2, 3], полузабытый

криминальный промысел всё чаще называют в числе главных угроз мировому судоходству. По оценкам экспертов, общий ежегодный ущерб от современной пиратской преступности составляет 12–15 млрд. долл. [4].

Картина потерь состоит из многих слагаемых. Например, убыток судовладельцев от простоя у берегов Сомали захваченных судов оценивается в десятки миллионов долларов, а заплаченные пиратам выкупы составили только за один 2009 г. примерно 150 млн. долл., и величина выкупных сумм растёт. При этом экономический урон наносится морскому транспорту не только актами преступлений, но и тем, что стоимость страхования судов и грузов, а также эксплуатационные расходы увеличиваются в 10 раз [5, с. 179]. Так, повышение риска пиратских нападений в Индийском океане привело к резкому, иногда даже более чем 10-кратному росту страховых тарифов, а каждый дополнительный день обходного пути вокруг мыса Доброй Надежды, вместо кратчайшего курса через Суэцкий канал и Аденский залив, стоит таким компаниям, как “A.P. Moller-Maersk” и “Frontline”, 20–30 тыс. долл.

Помимо экономического вреда, пиратство несёт угрозу экологических бедствий, о чём напомнили захваты в 2008 г. американского нефтяного танкера “Сириус стар” и 5 марта 2010 г. танкера-химовоза под флагом Маршалловых Островов. Угрожающие инциденты время от времени повторяются: пираты пытались овладеть ещё четырьмя химовозами (с. 14).

Следует отметить нечасто встречаемую методологическую особенность юридического исследования: приводимые в работе тезисы подтверждены содержащимся в ней статистическим материалом. Авторы обращают внимание читателя на тенденцию активизации данного вида преступлений, приводя следующие цифры. На прошедшей в 2009 г. в Куала-Лумпуре Международной конференции по борьбе с пиратством сообщалось, что в 2008 г. было зарегистрировано 111 пиратских нападений на торговые суда (с. 13), в 2009 г. — 306 нападений; в Центре по мониторингу пиратства в Куала-Лумпуре только с января

\*Колодкин А.Л., Смирнова Е.С. Правовое регулирование борьбы с морским пиратством на международном и национальном уровнях: состояние и перспективы в начале XXI века. Тверь: СФК-офис, 2012. 154 с.

по сентябрь в 2010 г. числилось 289 инцидентов (с. 64). Внушительно “человеческое измерение” вреда, причинённого пиратской преступностью: как говорится в предисловии, на конференции было заявлено, что в 2009 г. пиратскому захвату подверглось 29 судов, из которых более половины ещё не было освобождено, в плену оставались их команды — около 300 человек. Указано также, что, по данным Reuters, в 2010 г. у пиратов находилось, по меньшей мере, 12 судов и более 200 заложников (с. 13).

Авторы выстраивают хронологию развития проблемы. Для исторического анализа из различных источников извлечены факты, подчас любопытные, истории борьбы с морской преступностью в Древнем Риме, средневековой Европе и на Руси (с. 18–29, 41–46).

Весьма интересно для юриста Новое время, особенно XIX в., озаглавленный стремлением правительств покончить с пиратством. Тогда в уголовные законодательства стран были включены постановления об этом преступлении, а в середине столетия договорное выражение получило ставшее общепризнанным международно-правовое положение, запрещающее даже санкционированную государством форму морского разбоя — каперство: “Каперство есть и остаётся уничтоженным” (п. 1 ч. 2 Декларации о морской войне от 4 (16) апреля 1856 г.) [6, с. 141].

В XX столетии в стремительно развивавшемся международном праве продолжалась разработка самого понятия пиратства и велось исследование норм, которые могут уточнить описание состава преступления, что укрепляло юридическую основу противодействия пиратской преступности. Комментируя проблемы этого поиска, авторы затрагивают вопросы сравнительного правоведения, с которыми столкнулись учёные при определении объективной стороны морского пиратства и которые касаются государственной правовой регламентации, криминализирующей преступление. Так, многие государства включили в своё законодательство положения, которые, отражая своеобразие национального правосознания, распространили понятие пиратства и на действия, хотя и подлежащие строгому преследованию по закону, но не имеющие характера разбойного насилия. Например, уголовный кодекс Франции предусматривает, что лица, входящие в состав команды французского вооружённого корабля, плавающего без надлежащих документов, считаются пиратами, а английские законы в так называемом “пиратстве *per analogiam*” ещё с начала XIX в. уравнивают пиратов и работоторговцев.

Согласно исторической версии авторов, единая направленность использования научных по-

тенциалов различных государств, с которой связан натиск права на пиратскую преступность, дала возможность выработать корпус норм, позволивший единообразно квалифицировать морское пиратство. Поучительные аналогии этой борьбы прослеживаются и в хрониках недавнего прошлого. Так, случаи насильственных преступлений против безопасности морских и воздушных судов, участвовавшие в 1970-е годы, направили юридическую мысль в разных странах в единое русло решения трансграничной криминальной проблемы. В результате был разработан и принят ряд универсальных конвенций, нормы которых способствовали установлению международного уголовно-процессуального принципа *aut dedere aut judicare* (выдай или осуди), выделению морского пиратства среди других форм уголовно наказуемого насилия на море и позволили достичь согласованного и конкретизированного понимания пиратских действий, закреплённого в статьях 101 и 102 Конвенции ООН по морскому праву от 10 декабря 1982 г. [7, р. 34].

Поскольку история развития предмета исследования циклична, интерполяция давнего опыта успешного подавления преступного явления представляется допустимой, а законодательные и международно-правовые приёмы противодействия морскому пиратству, имевшие успех в то время, — применимыми и сегодня. К сожалению, в начале XXI столетия морское пиратство возродилось. Предназначенное для борьбы с пиратством современное международно-правовое регулирование авторы комментируют наряду с материальным в процессуальном, криминологическом и политическом аспектах.

В монографии рассматриваются вопросы юрисдикции, национальности судна, преследования и досмотра (с. 77–94). Принцип универсальной юрисдикции предусматривает право каждого государства распространять свою уголовную компетенцию на деяния, признанные преступными, независимо от гражданства совершившего их лица и места совершения. Возможности борьбы с пиратством, которые содержит этот принцип, отражены в приводимом авторами замечательном извлечении из хрестоматийного определения судьи Мура по классическому для юристов-международников делу судна “*Lotus*” [8]. «В случае, известном под названием пиратства по международному праву, существует универсальная юрисдикция, когда лицо, обвинённое в совершении преступления, может быть судимо и наказано любым государством, в пределах юрисдикции которого оно оказывается. Я говорю “пиратство по международному праву”, ибо по внутреннему законодательству многих государств называются “пиратством” многочисленные действия, кото-

рые не составляют пиратства по международному праву и, следовательно, не подпадают под универсальную юрисдикцию и не наказуемы всеми государствами. Пиратство по международному праву в его юрисдикционных аспектах представляет собой явление *suï generis* (особого рода). Хотя внутригосударственное законодательство может предусматривать его наказуемость, оно является преступлением против международного права, и поскольку полем деятельности пирата является открытое море, где ни у одного государства нет ни права, ни обязанности поддерживать порядок, пирату отказано в защите того флага, под которым он плавает, и он считается лицом, находящимся вне закона, врагом всего человечества, — *hostis humani generis*, — которого любое государство может в интересах всех захватить и наказать» (с. 88, 89).

Авторский комментарий проблемы универсальной юрисдикции заставляет задуматься об адекватности уголовно-процессуальных гарантий, предоставленных субъекту, совершившему пиратство. Процедурная сложность, которая создаётся под влиянием отражённых в них современных стандартов в области прав человека, подрывает эффективность самого права как средства борьбы с пиратской преступностью (с. 87–94).

В неразделимых при исследовании этого вида преступлений криминологическом и политическом аспектах активность пиратских действий растёт в результате затягивания узла проблем преимущественно социально-экономического характера, в первую очередь тех, которые относятся к внутренним функциям государства (бедность, нерешённость задач социальной защиты, слабость исполнительной власти и т.п.). Помимо национальных, сюда входят международные проблемы, такие как отсутствие эффективной экономической помощи бедным странам, социальные последствия конкурентной борьбы ведущих развитых государств, транснациональных корпораций за сферы влияния и рынки в развивающихся странах. Наряду с обозначенными к основным факторам активизации пиратства относится, по мнению авторов, и недостаточно развитое международное сотрудничество в борьбе с неожиданным для мирового сообщества рецидивом преступного явления (с. 146–149).

Следует особо указать на невыполнение государствами своих международных обязательств. Чтобы пиратство могло существовать, — и в его традиционном образе, и в современном виде, — преступникам необходимо иметь оружие. Сегодня пираты практически беспрепятственно получают вооружение и боеприпасы, что стало возможным из-за нарушений резолюции 733 Совета Безопасности ООН (1992), объявившей эмбарго

на поставки оружия, и отсутствия должного контроля за её выполнением. Неподчинение отдельных субъектов межгосударственной системы согласованной воле государств и несовершенство механизма, контролирующего реализацию властных решений, приводят к тому, что бумеранг экономической (точнее, коммерческой) целесообразности, брошенный оружейным бизнесом в международную законность, возвращается, ударяя убытками, наносимыми пиратской деятельностью.

Самым эффективным средством воздействия на пиратов, отмечают авторы, считается насилие. Это так или иначе признают на многих деловых встречах, затрагивающих проблему, причём в последние годы особое внимание уделяется социальскому вопросу.

Сомали перестало существовать как единое государство в 1991 г. с падением диктатуры Сиада Барре, правившего с конца 1960-х годов. Сегодня в качестве единственной законной власти признаётся центральное правительство, однако оно контролирует лишь центр федерации — город Могадишо. Остальные части страны являются непризнанными государственными образованиями или самоуправляющимися территориями, руководство которых имеет разные, порой противоположные, взгляды по вопросу воссоединения под конституционным началом.

Сомали глубоко затронули взаимосвязанные пороки общества и государства, вызвавшие криминализацию населения не только здесь, но и в некоторых других странах африканского континента (с. 110, 146–149). Слабость государственной власти и тяжелейшее положение в экономике, голод и отсутствие социальной стабильности, — в этих условиях пиратство стало «работой» многих сомалийцев. Поэтому борьба с пиратской преступностью включает и экономическую помощь федеральному правительству, в том числе гуманитарную продовольственную.

Международное право не устанавливает мер наказания пиратам, не предписывает, как поступать с пиратским судном и находящимся на нём грузом, предоставляя возможность решать эти вопросы законодательству задержавшего судно государства. Но задержание и осуждение лиц, совершивших пиратство, обязывают к сложным, дорогостоящим процедурам выдачи, а из-за возникающих при этом на международном и государственном уровнях уголовно-процессуальных затруднений многие государства отказываются судить пиратов. Устранение недостатков правового регулирования уголовного преследования пиратства ныне заменено легализацией и настойчивостью коллективного применения силы с це-

лю оперативного пресечения преступного деяния на одном из этапов его совершения.

Защита от пиратских нападений у побережья Сомали проводится в рамках предпринимаемой с 2008 г. военно-морской экспедиции ЕС “Аталанта” и операции НАТО “Ocean Shield”, которая начата в 2009 г. Эти долгосрочные вооружённые акции санкционированы прецедентом, созданным с помощью административного органа, признаваемого за пределами страны её высшей государственной властью: в соответствии с резолюцией 1816 Совета Безопасности ООН от 2 июня 2008 г., учитывая просьбу сомалийского переходного правительства, морские и воздушные военные суда иностранных государств, которые сотрудничали с Могадишо в борьбе с пиратством и вооружённым разбоем на море, могли в течение шести месяцев входить с такой целью в территориальные воды Сомали и использовать все необходимые средства для пресечения указанных преступлений<sup>1</sup>.

В монографии с некой долей осторожности признаются эффективными те действия против пиратов, которые, начиная с 2008 г., в рамках Устава ООН и постановлений Совбеза при руководящей роли морских держав ведутся у берегов Сомали (с. 13). По мнению авторов, патрулирование кораблями военно-морских сил “антипиратской коалиции” акватории “пиратоопасного” района должно привести к уменьшению числа посягательств на торговые суда, а тем самым — к сокращению экономических потерь и нематериального вреда, причиняемого преступниками. Немаловажно, оговариваются при этом эксперты, отдавая должное основным принципам современного международного права и ООН, чтобы само государство, чьё суверенное пространство затронуто, добровольно обращалось к помощи международного сообщества.

Участие России в силовом ответе на “пиратский” вопрос должно быть продолжено действиями её военно-морского флота, достойными великой морской державы. Позицию авторов в большой мере формирует патриотическое стремление возратить стране этот былой образ, не вполне подкреплённое, впрочем, реальными возможностями национальной экономики. Тем не менее, отмечается в монографии, российские моряки подтверждают свою прежнюю репутацию боевыми примерами при патрулировании вод Аденского залива (с. 126–128). Широко известно, как в мае 2010 г. оперативные действия экипажа большого противолодочного корабля “Маршал Шапошников” в ответ на попытку пиратского нападения на танкер “Московский университет”

позволили команде судна избежать пиратского плена.

Авторы поддерживают тезис профессора В.С. Котляра о необходимости энергичнее продвигать российскую инициативу по активизации деятельности Военно-штабного комитета при Совете Безопасности ООН. Профессор прав: иначе из-за пассивности этого атрофированного международного органа роль координатора военных операций против морского пиратства, вероятнее всего, перейдёт к НАТО, позиционирующей себя в качестве глобальной системы коллективной безопасности. Однако, по мнению известного учёного-международника, для преодоления современной пиратской преступности гораздо важнее большие инвестиции в экономики стран, её порождающих, за счёт международной помощи и внутренних ресурсов [5, с. 178].

Полицейская по сути кампания Европейского союза и Организации Североатлантического договора, ведущаяся против сомалийских пиратов, действительно свидетельствует в пользу коллективного силового реагирования на пиратскую опасность (с. 70–76). Такое решение вопроса о пиратстве представляется великим державам оптимальным, а в современном мире не может быть сколь-нибудь значительной угрозы международной безопасности, вектор противодействия которой был бы задан без определяющего влияния мировых лидеров, объединившихся в страны “большой восьмёрки”, НАТО, ЕС. Приоритет их интересов в борьбе с пиратской преступностью вполне оправдан. Обладая самым большим торговым флотом — главной жертвой морского разбоя, великие державы терпят и наибольший вред от этой преступной деятельности. Следовательно, основным объектом защиты от пиратства — преступления, направленного против имущества, по справедливости и праву становятся экономические интересы именно этих государств. Как ни впечатляюща картина растущих убытков морского транспорта мировых держав и издержек военно-морского обеспечения судоходства в Аденском заливе, расходы на использование ограниченного числа кораблей и вертолётот, ведущих патрулирование и поиск по вызову, предпочтительней, нежели бремя затрат и рисков развития немогущей экономики и люмпенизированного общества. Поэтому проблема сомалийского пиратства сегодня решается преимущественно традиционным силовым методом.

Выбор правильной соразмерности силы, применяемой для пресечения морского пиратства, и права, защищающего гуманитарные ценности, весьма актуален. Соотношение силовой величины, отмеренной с участием классического геополитического учения Мэхэна, и международного

<sup>1</sup> Резолюцией 1846 (2008) от 2 декабря 2008 г. СБ ООН этот срок был продлён ещё на 12 месяцев.

права, сдерживающего её в рамках человечности, требует проверки неэффективной правовой регламентации репрессивного реагирования на пиратскую преступность [9].

Необходимо ответить на вопрос: какое внутреннее противоречие в действующем праве заставляет критически оценивать существующее регулирование предмета, в данном случае — пресечения и наказания пиратской деятельности? Изложение материала, продиктованное научной интуицией одного из авторов монографии, известного работами по межнациональной тематике, подводит читателей к пониманию существа скрытого конфликта. Обычные карательные приёмы обращения с пиратами не соответствуют современным гуманитарным стандартам, то есть изменившимся требованиям общественного правосознания, которое отражает закономерность мирового развития: рост влияния прав человека на связи между государствами, или гуманитаризацию международных отношений<sup>2</sup>. Вместе с тем апробированные стандартные процедуры уголовного преследования в применении к лицам, совершившим пиратство, оказываются слишком сложны и затратны, а потому трудновыполнимы. Это явно нарушает баланс юридических гарантий между правопослушным большинством, представленным правоохранителями, и преступными индивидами в пользу последних.

Прочитанная книга побуждает, пользуясь понятиями, согласными упомянутой классической доктрине<sup>3</sup> и её сравнительно недавней интерпретации [10, р. 38–41], коснуться вопроса о выборе дальнейшего пути решения пиратской проблемы в целом.

Этот вид преступности не исчезает, а, как и иная криминальная деятельность, затихает или активизируется там и тогда, где и когда самим обществом создаются вызывающие её условия. Сегодня правительства и международные организа-

ции должны подавлять очередное проявление пиратства и принимать необходимые меры по предупреждению этого рецидивного социального зла в условиях, отличных от тех, которые складывались в периоды истории, показанные авторами в ретроспективном обзоре. В современном мире условиями данного преступления следует считать, в частности, деятельность террористических организаций, региональные конфликты, распространение оружия массового поражения, наркоторговлю, незаконную миграцию, торговлю людьми, акции, в том числе киберпространственные, неподконтрольных государству неформальных объединений. Такого рода “асимметричные” угрозы могут быть либо прямо связаны с пиратством, либо являться его опосредованным катализатором. Для того чтобы не допустить увеличения масштабов вновь заявившего о себе преступления, сферу борьбы с ним требуется расширить этими и им подобными провоцирующими его новыми предметами внимания и воздействия.

Причинный фактор, без которого преступная деятельность в данное время и в данном месте происходить не могла, является её необходимым условием — *conditio sine qua non*. В силу особого значения он и должен предопределять стратегию борьбы с новой формой пиратства: превалирующий характер вектора противодействия, а также военную, социальную и иные векторные проекции. Как указывает международный арбитр ООН по морскому праву доктор юридических наук, профессор В.С. Котляр, “в Сомали пиратство расцвело потому, что в этой стране, истерзанной 20-летним безвластием в отсутствие центрального правительства, способного контролировать всю территорию страны, с нищенствующим населением, с очень слабым сельским хозяйством и промышленностью, люди хватаются за любую возможность прокормиться, чем пользуются главари бандитов, под властью которых находится значительная часть страны. Около 3.5 млн. сомалийцев (примерно 40% населения страны) существуют за счёт продовольственной помощи ООН и ряда других международных организаций...” [5, с. 179].

*Sublata causa, tollitur morbus* — с устранением причины устраняется болезнь. Исходя из этого, преобладающим должно быть экономическое воздействие на ситуацию, а наибольшей, соответственно, — социально-экономическая составляющая международного сотрудничества по борьбе с пиратством.

Основанное на мэхэновской “морской силе” (*sea power*) репрессивное пресечение пиратства в акватории Аденского залива затягивается, и напоминание о времени, когда началась вялотекущая война на мировой океанской коммуникации,

<sup>2</sup> 5 мая 2010 г., в 350 милях от берега после ожесточённого сопротивления девять пиратов, разоружённых и задержанных на борту российского танкера “Московский университет”, в соответствии со старинным морским обычаем были высажены в лодку с запасом пищи и воды (туда же было положено тело убитого при задержании соучастника) и предоставлены правосудию Всевышнего. По имеющейся информации, они безвестно исчезли. Сомали выразило протест против действий российской стороны, которые оно квалифицировало как бесчеловечные, отметив, что Россия всегда отличалась гуманным подходом к бедствующему населению Африки.

<sup>3</sup> Доктрина имела большое влияние и в СССР. Её убеждённым последователем был лично И.В. Сталин, который развернул не соответствовавший опыту двух мировых войн кораблестроительный план “5-25-250”. Позднейшей реминисценцией можно назвать и отразивший военно-политические взгляды советского руководства программный труд [11].

и проблемах, которые она вызвала и ещё сулит, настойчиво возвращает к вопросу о правильности “симптоматического лечения” сомалийской “морской болезни”. Не ориентировать ли России и заинтересованным странам своё внимание ближе к берегу, к причине — социально-экономическому положению внутри страны и неспособности правительства, то есть сместить центр тяжести работы по ликвидации пиратской преступности в сторону предупреждения?

Сомнения увеличивает и юридический прогноз. Дальнейшее утверждение примата прав человека в жизни мирового сообщества ведёт к тому, что, расширяя своё участие в выборе варианта преодоления рецидива “романтического злодейства”, они будут всё жёстче препятствовать применению обычаев борьбы с пиратством и в целом снижать эффективность её традиционного — силового — метода. Беспокоит также то, что Россию, очевидно, ожидают серьёзные внешнеполитические осложнения, под влиянием которых может потребоваться пересмотр её антипиратской стратегии. Так можно ли сегодня решить проблему с помощью выбранной “проекции морской силы”? Не слишком ли “сильный” акцент у современного противодействия древнему преступлению?

*С.Н. ТИХОМИРОВ,*  
кандидат юридических наук,  
ИМЭМО РАН  
tikhomirov@imemo.ru

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Мартенс Ф.Ф.* Современное международное право цивилизованных народов. Т. I. М.: Изд-во МГУ “Юридический колледж”, 1996.
2. *Мировая экономика: глобальные тенденции за 100 лет* / Под ред. чл.-корр. РАН Королёва И.С. М.: Юрист, 2003.
3. *Могилёвкин И.М.* Глобальная инфраструктура: механизм движения в будущее. М.: Магистр, 2010.
4. Актуальные проблемы морского права и международного судоходства. Материалы 7 общего собрания 1978 г. / Научн. ред. Колодкин А.Л. М., 1980.
5. *Котляр В.С.* Пиратство в XXI веке // *Международная жизнь*. 2009. № 2—3.
6. *Международное право в избранных документах* / Отв. ред. Дурденевский В.Н. Т. III. М.: Изд-во ИМО, 1957.
7. *The Law of the Sea. Official Text of the United Nations Convention on the Law of the Sea with Annexes and Index.* N.Y.: United Nations, 1983.
8. *The SS. Lotus Case.* P.C.I.J. Ser. A. No.10. P. 4 (1927) at p. 70.
9. *Mahan A.T.* The Influence of Sea Power Upon History, 1660—1783. N.Y.: Dover Publications, 1987.
10. *Missions of the U.S. Navy* // U.S. Naval Institute Proceedings. 1974. Dec.
11. *Горшков Г.С.* Морская мощь государства. М.: Воениздат, 1979.

## ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОТДЕЛ

### ЮБИЛЕИ

#### АКАДЕМИКУ В.В. АЛЕКСЕЕВУ – 80 ЛЕТ



Вениамин Васильевич АЛЕКСЕЕВ – крупный учёный в области российской истории, основатель ведущей научной школы по изучению опыта российских модернизаций XVIII–XX вв., автор более 500 научных публикаций, в том числе серии книг на русском и иностранных языках. Им внесён значительный вклад

в разработку ключевых проблем истории индустриального и социально-политического развития восточных регионов России. Фундаментальную разработку в трудах учёного получили такие научные проблемы, как факторы и динамика индустриального освоения Сибири в XX в.; формирование Западносибирского нефтегазового комплекса; влияние “нефтяного фактора” на динамику развития СССР; исторический опыт развития уральской металлургии и индустриальное наследие Урала в контексте мировых индустриально-технологических процессов; влияние азиатских владений России на её геополитическое само-

определение и цивилизационный облик в XVI–XX вв.; роль регионализма и федерализма в истории России; генезис, развитие и крушение советской модели социализма в XX в.; гибель царской семьи Романовых в 1918 г. Важнейшим вкладом В.В. Алексеева в методологию исторической науки стало его применение в исследовании закономерностей отечественной истории категории “исторический опыт” – разработка парадигмы исторического исследования, позволяющая рассматривать историю России через последовательность сменяющих друг друга волн модернизации.

В.В. Алексеев – советник РАН, основатель и в течение 25 лет директор Института истории и археологии УрО РАН, заместитель председателя Президиума УрО РАН, первый (в 1990–1997 гг.) национальный представитель России в Международном комитете по сохранению индустриального наследия, член редколлегий ряда научных журналов. Среди его учеников 50 докторов и кандидатов наук.

В.В. Алексеев – лауреат Демидовской премии, награждён орденами Дружбы и Почёта, золотой медалью им. С.В. Вонсовского УрО РАН.

#### АКАДЕМИКУ Б.Г. МИХАЙЛЕНКО – 70 ЛЕТ



Борис Григорьевич МИХАЙЛЕНКО – выдающийся учёный в области прикладной математики, автор и соавтор более 200 научных публикаций, в том числе 4 монографий. Им внесён значительный вклад в развитие математических методов в геофизике.

Учёным разработан численно-аналитический метод решения задач геофизики, позволивший проводить расчёты нестационарных волновых полей на большие расстояния с контролируемой точностью; метод позволил решить ряд проблем при интерпретации геофизических данных, создать эффективную методику распознавания ядерных

взрывов, стал основой открытия, зарегистрированного в Государственном реестре за № 402 о “нелучевых” поперечных сейсмических волнах, наличие которых впоследствии было экспериментально подтверждено отечественными и зарубежными геофизиками. Эти результаты и методы расчёта сейсмических полей вошли в отечественные и зарубежные справочники и учебники по физике, а Б.Г. Михайленко был награждён медалью им. С.П. Капицы “Автору открытия”.

Борис Григорьевич разработал метод, использующий преобразование Лагерра по времени, с целью проведения численного моделирования волновых полей для сложных моделей сред – анизотропных, трещиноватых, пористых, магнитоупругих, а также для моделирования акустогравитационных волн для неоднородной модели “Земля–Атмосфера”.

Б.Г. Михайленко — директор Института вычислительной математики и математической геофизики СО РАН, председатель двух его диссертационных советов, заведующий кафедрой математического факультета Новосибирского государственного университета, член бюро Отделения математики РАН, председатель Совета по супервычислениям при Президиуме СО РАН, главный редактор журна-

лов “Сибирский журнал вычислительной математики” и “Numerical Analysis and Applications”, член редколлегий ряда научных журналов. Среди его учеников 6 докторов и 12 кандидатов наук.

Б.Г. Михайленко награждён медалью ордена “За заслуги перед Отечеством” II степени, рядом премий СО РАН по наукам о Земле и физико-математическим наукам.

#### АКАДЕМИКУ М.Л. ТИТАРЕНКО — 80 ЛЕТ



Михаил Леонтьевич ТИТАРЕНКО — выдающийся учёный-востоковед, автор около 400 научных публикаций, в том числе 12 монографий; ряд работ переведён на иностранные языки и издан в Китае, Японии, США, Республике Корея, Германии, Вьетнаме, Индии и других странах. М.Л. Титаренко проанализировал и

разработал многие проблемы международных отношений в Азии и Евразии, развития связей России с её дальневосточными соседями, адаптации России к процессам экономической глобализации в целях развития Сибири и Дальнего Востока, интеграции в мировые хозяйственные связи в Азиатско-Тихоокеанском регионе. Он внёс весомый вклад в расширение диалога Востока и Запада, в разработку методологии концепции нового евразийства и экологической этики, в выявление в восточноазиатской цивилизации потенциала гуманизации и демократизации международных отношений.

Для развития китаеведения большое значение имеет изданная под редакцией Михаила Леонтьевича 6-томная энциклопедия “Духовная культура Китая”.

М.Л. Титаренко — около 30 лет директор Института Дальнего Востока РАН, профессор, председатель Научного совета РАН по проблемам

комплексного изучения современного Китая, член бюро Научного совета по вопросам регионального развития при Президиуме РАН, член президиума Российского национального комитета по Тихоокеанскому экономическому сотрудничеству, председатель Общества российско-китайской дружбы, один из руководителей комитетов дружбы и сотрудничества с Китаем и ассоциаций дружбы и культурного сотрудничества с Республикой Корея и КНДР, член ряда научных экспертных советов при Совете безопасности РФ, при председателе Совета Федерации и министре иностранных дел РФ, советник Международной конфуцианской ассоциации, член ряда международных научных обществ и советов, редколлегий ряда научных журналов России, ФРГ, Индии, Вьетнама, США. Среди его учеников 7 докторов и более 15 кандидатов наук.

М.Л. Титаренко — заслуженный деятель науки РФ, лауреат Государственной премии РФ, премии им. Е.В. Тарле РАН, награждён орденом “За заслуги перед Отечеством” IV степени, двумя орденами “Знак Почёта”, орденом Почёта, Дружбы, Почётной грамотой РАН, орденом РПЦ Святого Благоверного князя Даниила Московского II степени, орденом Республики Корея “За заслуги в дипломатической службе (медаль Хункван)”, юбилейной медалью Китайской Народной Республики в честь 60-летия установления дипломатических отношений между СССР/РФ и КНР, почётным знаком Социалистической Республики Вьетнам “За вклад в общественные науки”.



## ЧЛЕНУ-КОРРЕСПОНДЕНТУ РАН М.И. ВЫСОЦКОМУ – 60 ЛЕТ



поправкам в Стандартной модели, совместные с

Михаил Иосифович ВЫСОЦКИЙ — выдающийся физик-теоретик, автор более 120 научных публикаций, в том числе 1 монографии. Им выполнены пионерские работы по вкладу тяжёлого  $t$ -кварка в осцилляции К-, D- и В-мезонов, работы по сильным поправкам к слабым распадам мезонов, по радиационным

Я.Б. Зельдовичем и А.Д. Долговым исследования по концентрации слабовзаимодействующих частиц в ранней Вселенной, а с Л.Б. Окунем и М.Б. Волошиным — по электродинамике нейтрино и проблеме солнечных нейтрино. Исследовано поведение атомных уровней в сверхсильных магнитных полях.

М.И. Высоцкий — начальник лаборатории теории элементарных частиц Института теоретической и экспериментальной физики им. А.И. Алиханова РАН. Среди его учеников 3 кандидата наук.

## ЧЛЕНУ-КОРРЕСПОНДЕНТУ РАН А.Ю. ЕГОРОВУ – 50 ЛЕТ



Антон Юрьевич ЕГОРОВ — известный учёный-физик, специалист в области физики и технологии полупроводниковых наногетероструктур, автор более 220 научных публикаций, в том числе 1 монографии. Им внесён значительный вклад в развитие метода молекулярно-пучковой эпитаксии — современной технологии синтеза полупроводниковых наногетероструктур; с помощью этого метода разработана технология получения новых полупроводниковых материалов и наногетероструктур; созданы новые полупроводниковые приборы для опто- и микроэлектроники. Работы оказали большое влияние на развитие нового научного направления физики полупроводников — полупроводниковые наногетероструктуры с квантовыми точками и инжекционные лазеры на их основе. Учёным создано и другое научное направление — светоизлучающие азотсодержащие полупроводниковые гетероструктуры твёрдых растворов  $A_3B_5N$  и лазеры на их основе.

Под руководством Антона Юрьевича ведутся научно-исследовательские и опытно-конструк-

торские работы по созданию базовых промышленных технологий полупроводниковых наногетероструктур для сверхвысокочастотных монолитных интегральных схем, созданы их новые типы для усилительных схем.

А.Ю. Егоров — заведующий лабораторией нанoeлектроники и профессор кафедры физики и технологии наногетероструктур Санкт-Петербургского академического университета — Научно-образовательного центра нанотехнологий РАН, профессор Учебно-исследовательского центра “Академия молекулярно-пучковой эпитаксии Алфёров–Рибера”, член учёного и диссертационного советов университета и учёного совета Физико-технического института им. А.Ф. Иоффе РАН, член Международного программного комитета международного симпозиума “Наноструктуры: физика и технология”, член российской секции при Научно-техническом координационном совете по реализации научно-технической программы Союзного государства “Перспективные полупроводниковые гетероструктуры и приборы на их основе” (“Прамень”).

А.Ю. Егоров — лауреат премии МАИК “Наука/Интерпериодика” 2000 г., премий ежегодных конкурсов научных работ ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН 2003 и 2008 гг.

## ЧЛЕНУ-КОРРЕСПОНДЕНТУ РАН М.И. КАРПОВУ – 70 ЛЕТ



Михаил Иванович КАРПОВ — известный учёный-материаловед, специалист в области исследований и разработки наноструктурных металлических материалов, технологии их получения и промышленного освоения, автор более 170 научных публикаций. Им выполнены фундаментальные исследования в области

формирования структуры и свойств тугоплавких металлов и сплавов, многослойных композиционных материалов.

Учёным разработаны новые технологические процессы, основанные на использовании классических металлургических приёмов и позволяющих получать наноструктурные металлические многослойные композиты в виде лент, состоящих из десятков тысяч слоёв различных металлов и сплавов, в том числе интерметаллидов. Этот но-

вый класс материалов обладает рядом уникальных свойств, в том числе уникальными механическими свойствами. На основе этих разработок созданы новые сверхпроводники с наноразмерной структурой и технологии их производства; заложены научные основы для разработки новых жаропрочных материалов для газотурбинных двигателей.

М.И. Карпов — заведующий лабораторией материаловедения Института физики твёрдого тела РАН, председатель секции “Наноматериалы и нанотехнологии” Научного совета РАН по физике конденсированных сред, профессор Тольяттинского государственного университета, заместитель главного редактора журнала “Деформация и разрушение материалов”, член редколлегии журнала “International Journal of Refractory Metals & Hard Materials”. Среди его учеников 6 кандидатов наук.

М.И. Карпов — лауреат Государственной премии СССР.

## ЧЛЕНУ-КОРРЕСПОНДЕНТУ РАН О.Л. КУСКОВУ – 70 ЛЕТ



Олег Львович КУСКОВ — известный учёный в области геохимии, космохимии, термодинамики и математического моделирования природных процессов, автор более 300 научных публикаций, в том числе 7 монографий. Им внесён значительный вклад в изучение процессов физико-химического происхождения, со-

става и строения планет и спутников Солнечной системы, внутреннего строения Земли, Луны, Марса.

Учёным создано новое научное направление — геохимия глубинных процессов и внутреннее строение планетарных тел Солнечной системы. Основой исследований служит физико-химическое моделирование эволюции вещества от момента формирования в протопланетной туманности до его современного состояния в недрах планет и спутников. Разработаны новые методы определения химического состава, минерального строения и теплового режима планетарных тел, базирующиеся на комплексе геохимических, геофизических и петрологических данных. Проведена реконструкция химического состава мантий-

ных оболочек планет. Дана геохимическая интерпретация природы геофизических границ в мантии Земли, Луны и Марса. Впервые показано, что в результате химического взаимодействия вещества ядра и мантии Земли происходит дифференциация вещества с образованием железо-никелевого расплава, содержащего кислород и кремний и формирующего внешнее ядро Земли. Предложена новая концепция химического состава и минерального строения Луны, согласно которой силикатные оболочки Земли и Луны отличаются по составу основных петрогенных элементов. Создан новый класс моделей теплового режима и внутреннего строения ледяных спутников планет-гигантов Юпитера и Сатурна — Европы, Ганимеда, Каллисто и Титана, определены размеры их ядер, мощность водно-ледяных оболочек и количество воды в спутниках.

О.Л. Кусков — заведующий лабораторией Института геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, член Научного совета РАН по проблемам геохимии и Научного совета РАН по химической термодинамике и термохимии, член редколлегии журнала “Геохимия”. Среди его учеников 4 доктора и 5 кандидатов наук.

О.Л. Кусков — лауреат премии им. А.П. Виноградова РАН.

## ЧЛЕНУ-КОРРЕСПОНДЕНТУ РАН В.Ф. ОБРАЗЦОВУ — 60 ЛЕТ



Владимир Фёдорович ОБРАЗЦОВ — известный учёный в области физики высоких энергий и физики частиц, автор более 600 научных публикаций. На 70 ГэВ протонном синхротроне Института физики высоких энергий им открыт и исследован ряд редких электромагнитных распадов лёгких мезонов, обнаружены новые векторные и тензорные мезоны.

Учёный на протяжении многих лет проводил исследования на установке DELPHI на электрон-позитронном коллайдере LEP Европейской организации ядерных исследований. При активном участии Владимира Фёдоровича созданы и запущены в эксплуатацию адронный калориметр, мюонный годоскоп и детектор светимости установки DELPHI. Учёный возглавлял группу физиков, которая провела поиск бозона Хиггса в широком диапазоне масс 0–115 ГэВ/c<sup>2</sup>.

В начале 2000-х годов В.Ф. Образцов начал цикл исследований распадов К-мезонов на установке ИСТРА+, которая была создана при его непосредственном участии группой физиков Института физики высоких энергий и Института ядерных исследований РАН. Получены самые точные в мире данные по полуплеptonным распа-

дам К-мезонов; открыт новый редкий распад К-мезона; проведён поиск сголдстино и тяжёлого стерильного нейтрино.

В последние годы под руководством В.Ф. Образцова в ИФВЭ РАН построена новая установка ОКА для исследования редких распадов каонов на специально созданном канале сепарированных каонов. На установке набрана рекордная статистика каонных распадов, ведётся обработка данных.

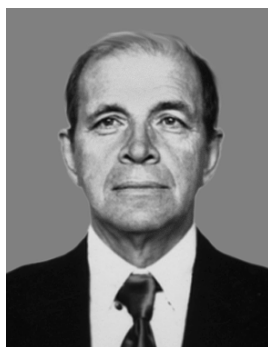
Учёный активно участвует в международных экспериментах ЦЕРН: возглавляет группу ИФВЭ РАН в эксперименте LHCb на Большом адронном коллайдере; является руководителем группы российских физиков в эксперименте NA-62, задачей которого является изучение ультраредкого распада заряженного К-мезона на  $\pi$ -мезон и пару нейтрино–антинейтрино.

В.Ф. Образцов — заведующий лабораторией электрослабых процессов Института физики высоких энергий РАН, член учёного и диссертационного советов института, профессор кафедры физики атомного ядра и квантовой теории столкновений физического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова. Среди его учеников 3 доктора и 2 кандидата наук.

В.Ф. Образцов — лауреат премии им. академика М.А. Маркова Института ядерных исследований РАН, награждён медалью ордена “За заслуги перед Отечеством” II степени.

## НАГРАДЫ И ПРЕМИИ

## ЗОЛОТАЯ МЕДАЛЬ ИМЕНИ П.Л. КАПИЦЫ 2014 ГОДА — С.М. СТИШОВУ



Президиум Российской академии наук присудил золотую медаль им. П.Л. Капицы 2014 г. академику Сергею Михайловичу Стишову за цикл экспериментальных исследований в области физики высоких давлений.

Сергей Михайлович Стишов — специалист мирового уровня в области физики и техники высоких давлений.

Он получил и исследовал новую сверхплотную модификацию кремнезёма, названную впоследствии “стишовитом”. При исследовании уравнений состояния и плавления простых веществ

С.М. Стишов установил универсальное поведение термодинамических величин при плавлении.

Учёный создал в нашей стране экспериментальную технику статических давлений мегабарного диапазона с использованием камер с алмазными наковальнями. При этом им впервые было изучено уравнение состояния дейтерия до 300 кбар и открыто явление “химического вырождения” в условиях мегабарных давлений. Впоследствии он провёл пионерские экспериментальные исследования изотопических квантовых эффектов в сжатом веществе.

В последние годы С.М. Стишов изучает квантовые фазовые переходы. Им обнаружен и исследован квантовый фазовый переход 1-го рода в ферромагнитном полуметалле CoS<sub>2</sub>; прецизион-

ные измерения физических свойств геликоидального магнетика MnSi позволили установить характер фазовых переходов в этом соединении. Особого внимания заслуживают его работы по синтезу и анализу сверхпроводящего алмаза. Большинство созданных С.М. Стишовым установок высоко-

го давления до сих пор не имеют аналогов в мире. Его работы получили широкое международное признание и отмечены в 2005 г. золотой медалью Международного общества высоких давлений им. П. Бриджмена — главной международной наградой в области физики высоких давлений.

#### ПРЕМИЯ ИМЕНИ Е.Н. ПАВЛОВСКОГО 2014 ГОДА — В.В. ГЛУПОВУ



Президиум Российской академии наук присудил премию им. Е.Н. Павловского 2014 г. доктору биологических наук Виктору Вячеславовичу Глупову (Институт систематики и экологии животных СО РАН) за серию работ по сравнительной иммунологии беспозвоночных животных.

В удостоенных премии работах представлены итоги многолетних планомерных исследований в области сравнительной иммунологии беспозвоночных животных. Впервые описаны гемолизины у насекомых, зарегистрированы полухиноновые радикалы в биологических системах, на высоком методическом уровне изучена динамика генерации свободных радикалов у насекомых при паразитозах, выявлена межклеточная кооперация при инфекционном процессе,

показаны ключевые механизмы устойчивости к энтомопатогенным грибам. Получены данные по влиянию на иммунную систему насекомых латентных вирусных и вялотекущих бактериальных инфекций. Впервые показано использование метатеркариями трематод механизма антигенной маскировки, благодаря которой они становятся нераспознаваемыми для иммунной системы хозяина; установлена избирательность при супрессии иммунной системы моллюсков при заражении их трематодами. Широкая проблематика, глубина теоретических обобщений, владение разнообразными методами сделали В.В. Глупова признанным мировым авторитетом в области паразитологии и сравнительной иммунологии. Его исследования послужили научной основой для разработки принципиально новых, основанных на использовании экологически безопасных биопестицидов методов борьбы с насекомыми-вредителями сельскохозяйственных культур и лесных насаждений.

Сдано в набор 19.05.2014 г.  
Офсетная печать

Подписано к печати 19.06.2014 г.  
Усл. печ. л. 12.0  
Тираж 2053 экз.

Дата выхода в свет 23 ежем.  
Усл. кр.-отт. 25.8 тыс.  
Зак. 211  
Цена свободная

Формат 60 × 88<sup>1</sup>/<sub>8</sub>  
Бум. л. 6.0

Свидетельство о регистрации № 0110150 от 04.02.93 г. в Министерстве печати и информации Российской Федерации  
Учредители: Российская академия наук, Президиум РАН

Издатель: Российская академия наук. Издательство “Наука”, 117997 Москва, Профсоюзная ул., 90  
Оригинал-макет подготовлен МАИК “Наука/Интерпериодика”  
Отпечатано в ППП «Типография “Наука”», 121099 Москва, Шубинский пер., 6