

СОДЕРЖАНИЕ

Том 89, номер 6, 2019

Периодической таблице химических элементов 150 лет	561
--	-----

**Доклады лауреатов Большой золотой медали имени М.В. Ломоносова
Российской академии наук 2017 года**

<i>Ю.Ц. Оганесян</i> Сверхтяжёлые элементы	563
---	-----

<i>Б. Йонсен</i> Экзотические ядра	571
---------------------------------------	-----

Наука и общество

<i>В.Б. Бетелин</i> Проблемы и перспективы образования в постиндустриальном информационном обществе	582
--	-----

Обозрение

<i>В.Я. Шевченко, О.А. Шилова, Т.А. Кочина, Л.Д. Баринова, О.В. Белый</i> Экологически безопасные защитные покрытия для транспорта	593
---	-----

Проблемы экологии

<i>Н.И. Коронкевич, Е.А. Барабанова, А.Г. Георгиади, С.В. Долгов, И.С. Зайцева, Е.А. Кашутина</i> Оценка антропогенных воздействий на водные ресурсы России	603
--	-----

Былое

<i>Г.И. Смагина</i> Академический гравёр А.Я. Колпашников	615
--	-----

Этюды об учёных

<i>З.А. Бессуднова, Г.И. Любина</i> Главная дама отечественной палеонтологии. К 165-летию со дня рождения почётного академика М.В. Павловой	621
---	-----

<i>Р.Н. Щербаков</i> "Неброский, но усердный гений". К 150-летию со дня рождения Чарльза Вильсона	629
--	-----

Размышления над новой книгой

<i>М.Б. Конашев</i> Лысенко вблизи, но издали, или Взгляд на лысенкоизм из XXI века	637
--	-----

В мире книг

Рецензируются: В.Б. Кувалдин "Глобальный мир. Политика. Экономика. Социальные отношения"; "Сибирская язва: актуальные проблемы разработки и внедрения медицинских средств защиты"	646
---	-----

Официальный отдел

Президиум РАН решил. Награды и премии	653
---------------------------------------	-----

CONTENTS

Vol. 89, No. 6, 2019

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

150'th anniversary of Periodic table of chemical elements 561

Reports by laureates of Big Gold Medal named after M.V. Lomonosov of Russian Academy of Sciences 2017

Yu.Ts. Oganessian

Superheavy Elements 563

B. Jonson

Exotic Nuclei 571

Science and Society

V.B. Betelin

Problems and prospects of education in the post-industrial information society 582

Review

V.Ya. Shevchenko, O.A. Shilova, T.A. Kochina, L.D. Barinova, O.V. Belyi

Ecologically safe protective coatings for transport 593

Problems of Ecology

N.I. Koronkevich, E.A. Barabanova, A.G. Georgiadi, S.V. Dolgov, I.S. Zaitseva, E.A. Kashutina

Assessment of anthropogenic impacts on water resources of Russia 603

Bygon Times

G.I. Smagina

A.Ya. Kolpashnikov, an academic engraver 615

Profiles

Z.A. Bessudnova, G.I. Lyubina

Main lady of Russian paleontology. *To the 165th anniversary of the birth of the honorary academician Maria V. Pavlova* 621

R.N. Shcherbakov

"The imperceptible, but zealous genius". *To the 150th anniversary of the birth of Charls Vilson* 629

Reflections on a New Book

M.B. Konashev

Lysenko up close, but from afar, or look at lysenkoism from the XXI century 637

In the book world

Reviewed: V.B. Kuvaldin's "The Global World, an exploration of global politics, economics, and social relations"; "Anthrax: actual problems of elaboration and introduction in practice of medical defense means" 646

Official Section

Decisions of the RAS Presidium. Awards and prizes 653

ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ТАБЛИЦЕ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ 150 ЛЕТ

Ключевые слова: Международный год Периодической таблицы химических элементов, Д.И. Менделеев, 150-летие периодического закона, открытие новых химических элементов.

DOI: <https://doi.org/10.31857/S0869-5873896561-562>



Организация Объединённых Наций провозгласила 2019 год Международным годом Периодической таблицы химических элементов, приурочив это событие к 150-летию периодического закона, открытого в 1869 г. великим русским учёным-энциклопедистом Дмитрием Ивановичем Менделеевым (1834—1907).

К слову, идея масштабно отметить этот юбилей под эгидой ЮНЕСКО принадлежала Российской академии наук, Министерству образования и науки РФ и Русскому химическому обществу им. Д.И. Менделеева. Её поддержали несколько ведущих профессиональных организаций учёных всего мира: Международный союз теоретической и прикладной химии (IUPAC), Международный союз теоретической и прикладной физики (IUPAP), Международный астрономический союз (IAU), Международный союз истории и философии науки и технологии (IUNPS), Европейская ассоциация химических и молекулярных наук (EuCheMS), а также более 80 национальных академий и научных организаций. Инициативу одобрила Генеральная Ассамблея ООН, посчитав, что Международный год Периодической таблицы химических элементов повысит осведомлённость мировой общественности о фундаментальных науках, а также будет способствовать научным достижениям в этой области.

Церемония открытия года прошла в январе 2019 г. в Париже, в штаб-квартире ЮНЕСКО, с участием министра науки и высшего образования РФ М.М. Котюкова, президента РАН академика А.М. Сергеева, руководителей других

международных научных организаций из более чем 80 стран. Как отметила генеральный директор ЮНЕСКО Одри Азуле, "Периодическая таблица — это иллюстрация извечного стремления к знаниям, которое продолжается по сегодняшний день. В результате этого стремления мы пришли к 118 элементам. Дмитрий Менделеев намеренно оставил пробелы, чтобы будущие поколения продолжили его работу".

В рамках Международного года в Париже прошли выступления ведущих российских учёных и специалистов из других стран. В частности, лауреат Нобелевской премии по химии 2016 г. Бен Феринга (Нидерланды) прочитал лекцию о роли Периодической таблицы в развитии общества. Вице-президент Лондонского Королевского общества, автор серии "Видео о Периодической таблице", сэр Мартин Полякофф представил доклад на тему "Менделеев — подарок для образования", отметив роль Периодической таблицы в популяризации науки и образования. Научный руководитель Лаборатории ядерных реакций им. Г.Н. Флёрова Объединённого института ядерных исследований (Дубна, Россия) академик РАН Ю.Ц. Оганесян рассказал о недавно открытых элементах, замыкающих VII период Таблицы Д.И. Менделеева. Примечательно, что последний из этого ряда, 118-й элемент, назван в честь его первооткрывателя оганесонем. Юрий Цолакович — второй учёный после Гленна Сиборга, прижизненно "прописавшийся" в Периодической системе химических элементов (правила IUPAC этого не запрещают).

В России год открылся 6 февраля в главном здании Российской академии наук. Для участия в церемонии в столицу съехались более 2 тыс. учёных из разных регионов России, ближнего и дальнего зарубежья. На торжественном мероприятии выступил председатель Правительства РФ Д.А. Медведев. "150 лет назад Дмитрий Иванович Менделеев совершил открытие, которое буквально перевернуло науку, — сказал он в приветственной речи. — Праздновать этот юбилей будут во многих странах мира. Для России год Периодической таблицы — это не только повод воздать по заслугам нашему гениальному соотечественнику, но и возможность рассказать о важнейших достижениях учёных нашего времени, о перспективных разработках". Д.А. Медведев упомянул весомый вклад специалистов Объединённого института ядерных исследований в расширение границ Периодической системы химических элементов. "Неслучайно, — заметил он, — Периодическую таблицу в последние годы дополнили сверхтяжёлые элементы, которые непосредственно связаны с нашей страной, и это нам очень приятно. Их названия говорят сами за себя. Можно с уверенностью сказать, что и новые свершения не заставят себя ждать. Мы только что говорили об этом с нашими ведущими учёными. В Дубне создана первая в мире Фабрика сверхтяжёлых элементов. Спроектирован и уже запущен новый циклотрон, аналогов которого в мире нет. Российские учёные готовятся синтезировать новые элементы — 119-й и 120-й, они займут места в новом, VIII периоде таблицы".

Президент РАН академик А.М. Сергеев выступил перед участниками церемонии с интереснейшей лекцией "Периодическая таблица элементов: универсальный язык науки от космоса до новых материалов", рассказав о развитии представлений о строении вещества, первых попытках систематизации химических элементов и хронологии их открытия — от античности до нашего времени. Презентацию достижений Д.И. Менделеева в науке и образовании сделал сэр Мартин Полякофф. "Человек с давних времён стремился упорядочить окружающий его хаос, но получилось это только у одного — у российского химика Дмитрия Ивановича Менделеева", — сказал он, оценивая гениальность нашего соотечественника. Разумеется, речь в его выступлении зашла и о современной российской науке, которая внесла неоценимый вклад в открытие новых элементов таблицы, в частности, об успехах Объединённого института ядерных исследований. В знак признания заслуг учёных этого института названы не только упомянутый 118-й элемент (оганесон), но и открытые в разные годы элементы под номерами 105 (дубний), 114 (флеровий) и 115 (московий).

В холлах здания президиума РАН действовала международная выставка, посвящённая химии и её развитию в наши дни, где в увлекательной форме были продемонстрированы не только достижения ведущих российских научно-исследовательских групп в области химии и материаловедения, но и интерактивная Периодическая таблица химических элементов. Эта же экспозиция была представлена в штаб-квартире ЮНЕСКО на открытии Международного года в Париже.

150TH ANNIVERSARY OF PERIODIC TABLE OF CHEMICAL ELEMENTS

Keywords: International year of Periodic Table of Chemical Elements, D.I. Mendeleev, 150th Anniversary of Periodic law, disclosure of new chemical elements.

ДОКЛАДЫ ЛАУРЕАТОВ БОЛЬШОЙ ЗОЛОТОЙ МЕДАЛИ
ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК 2017 ГОДА

СВЕРХТЯЖЁЛЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

© 2019 г. Ю.Ц. Оганесян

Объединённый институт ядерных исследований, Дубна, Россия

E-mail: oganessian@jinr.ru

Поступил в редакцию 12.02.2019 г.
Поступил после доработки 12.02.2019 г.
Принят к публикации 04.03.2019 г.

Доклад посвящён синтезу сверхтяжёлых элементов, предсказанных микроскопической теорией ядра¹. Тяжелейшие элементы с $Z = 114–118$ были синтезированы в Лаборатории ядерных реакций Объединённого института ядерных исследований в Дубне в реакциях слияния ядер актиноидов с ядрами ^{48}Ca , полученными на ускорительном комплексе У-400. Эксперименты проводились в сотрудничестве с физиками и химиками национальных лабораторий США в Ливерморе, Ок-Ридже и Университета Вандербильта в Нашвилле. Открытие этих элементов позволило завершить VII период Периодической системы химических элементов. Фундаментальные предсказания микроскопической теории ядра о возможном существовании сверхтяжёлых элементов получили экспериментальное подтверждение. Для проведения дальнейших исследований в области сверхтяжёлых ядер в ЛЯР ОИЯИ создана специальная лаборатория "Фабрика сверхтяжёлых элементов".

Ключевые слова: сверхтяжёлые элементы, "остров" стабильности, микроскопическая теория атомного ядра, реакции синтеза.

DOI: <https://doi.org/10.31857/S0869-5873896563-570>

ОСНОВЫ МИРОЗДАНИЯ

В течение 22 веков — от Демокрита (ок. 460—370 до н.э.) до Дальтона (1766—1844) — считалось, что окружающий нас материальный мир состоит из мельчайших неделимых частиц — атомов, строительных кирпичей мироздания. Всего 36 химических элементов — разновидностей атомов, известных Дальтону, легли в основу картины мира, став своего рода алфавитом его сотворения. Периодическая система химических элементов, открытая в 1869 г. русским учёным Д.И. Менделеевым, демонстрирующая закономерность химического поведения известных к тому времени уже 63 элементов, показала,

что атом (элемент) имеет внутреннюю структуру, лежащую в основе этой закономерности. Действительно, через 26 лет, в 1897 г., Дж.Дж. Томсон обнаружил в атоме мельчайшие отрицательно заряженные частицы — электроны. Спустя 14 лет Э. Резерфорд предложил свою планетарную модель атома в виде плотного ядра, несущего практически всю массу и весь положительный заряд атома, и электронов,двигающихся вокруг ядра на большом расстоянии. В первой теоретической модели (Г.А. Гамов, 1928) атомное ядро рассматривалось как сферическая, равномерно заряженная капля, которая состоит из особой материи, напоминающей жидкость. Модель оказалась весьма продуктивной. На её основе Гамов построил теорию альфа-распада (1928), автор известной формулы К. Ф. фон Вайцзеккер рассчитал энергию связи протонов и нейтронов в ядрах (1935), а Н. Бор и Дж.А. Уилер создали капельную теорию ядерного деления (1939).



ОГАНЕСЯН Юрий Цолакович — академик РАН, научный руководитель Лаборатории ядерных реакций им. Г.Н. Флёрова ОИЯИ.

¹ Доклад Ю.Ц. Оганесяна на английском языке опубликован в журнале "Nuclear Physics News". 2019. V. 29. № 1. P. 5—10. <https://doi.org/10.1080/10619127.2019.1571799>

СТРУКТУРА И СТАБИЛЬНОСТЬ ТЯЖЕЛЕЙШИХ ЯДЕР

Согласно теории Бора и Уилера, тяжёлое ядро предохраняет от разделения на два осколка потенциальный барьер. Высота барьера деления для ядра ^{238}U равна 6 МэВ. Парциальный период спонтанного деления ядра ^{238}U составляет $T_{\text{сд}} = 10^{16}$ лет (Г.Н. Флёрв, К.А. Петржак, 1940). Для ядер тяжелее урана повышение заряда ядра приводит к понижению барьера деления и сильному уменьшению $T_{\text{сд}}$. С исчезновением барьера ($B_f \approx 0$) ядро разделится на два осколка за кратчайшее время: $T_{\text{сд}} = 10^{-19}$ с. В модели жидкой капли этот предел наступает уже для ядер с $Z \geq 100$. Предел же существования элементов (атомов) начинается чуть раньше, так как при $T_{\text{сд}} \leq 10^{-14}$ с ядро распадается, прежде чем вокруг него возникнут орбитальные электроны.

Прикладная значимость ядерного деления — нового источника энергии — стала быстро возрастать, однако далеко не все данные, полученные в исследованиях этого процесса, описывались капельной моделью деления. Открытие спонтанно делящихся изомеров (1962) в 33 изотопах от U до Cf прямо противоречило модели жидкой капли. Изомерия ядерных форм, наличие у ядер двух (иногда трёх) состояний, из которых происходит спонтанное деление, не совместима с представлением о ядре как о бесструктурной, аморфной материи. В теории, описывающей свойства тяжёлых ядер, надо было строить новый дом. Он создавался поэтапно многими теоретиками мира, причём весьма быстро и увлечённо. Я с удовольствием перечислил бы все имена замечательных учёных, внёсших вклад в строительство здания микроскопической теории ядра, но ограниченный объём статьи не позволяет развернуться в полной мере. Более интересное представление о развитии этой науки читатель может получить из главы, написанной профессором А. Собичевским в нашей совместной публикации в журнале "Physica

Scripta" [1]. Скажу только, что к концу 1989 г. о физике тяжёлых ядер уже говорили как о значительном событии в построении микроскопической теории атомного ядра.

Одним из фундаментальных следствий новой теории стало предсказание о возможном существовании гипотетических сверхтяжёлых элементов. В тяжёлом ядре движение его нуклонов на пути к делению связано с коллективными степенями свободы всей системы. Наиболее ярко влияние этой связи проявляется в делении тяжелейших ядер, которые могут существовать только благодаря особой внутренней структуре ядра — эффекту так называемых замкнутых оболочек, возникающих при определённых числах протонов и нейтронов: 2, 8, 20, 28, 50, 82 и 126. С этой точки зрения синтез и изучение свойств распада сверхтяжёлых ядер является прямой проверкой базисных положений микроскопической теории ядра.

На карте нуклидов сверхтяжёлые ядра очерчивают границы предельных ядерных масс. Сверхтяжёлые атомы определяют также предел Периодической таблицы химических элементов. Исследования по поиску сверхтяжёлых элементов в природе открывают новые пути проверки различных сценариев нуклеосинтеза.

Сегодня в литературе сверхтяжёлыми элементами часто именуются ядра с $Z > 100$. На самом деле это расплывчатое обобщение не отражает сути дела. Существование ядер второй сотни ожидается там, где будут возникать новые замкнутые оболочки. В области трансактиноидов (элементов с $Z > 103$), по предсказаниям макро-микроскопической модели ядра, оболочки ожидалось для деформированных ядер с числом протонов $Z = 108$ и числом нейтронов $N = 162$. Ещё более сильный эффект предсказывался для сферических — сверхтяжёлых ядер с $Z = 114$ и $N = 184$, подобных по форме и внутренней структуре дважды "магическому" ядру ^{208}Pb ($Z = 82$, $N = 126$) [2–4]. По мере удаления от "магических" чисел, эффект оболочек быстро уменьшается, что приводит к резкому падению стабильности ядер. Поэтому области существования сверхтяжёлых элементов (СТЭ) имеют вид "островов" с крутыми склонами, погружённых в глубокое "море нестабильности", где в отсутствие эффекта ядерных оболочек элементы существовать не могут (рис.1).

ПОИСК ГИПОТЕТИЧЕСКИХ СВЕРХТЯЖЁЛЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

После первых впечатляющих публикаций оценочных расчётов периодов полураспада ядерных тяжеловесов, находящихся в вершинах "острова", сравнимых в некоторых случаях с возрастом

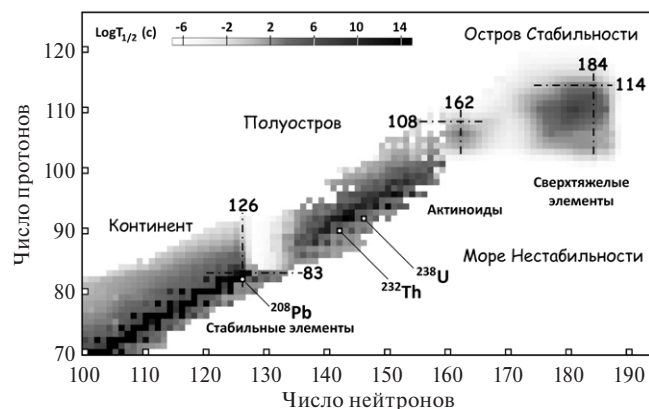


Рис. 1. Карта тяжёлых нуклидов

Солнечной системы, начался экспериментальный штурм гипотетических СТЭ. В то время, в конце 1960-х годов, в Национальной лаборатории им. Э. Лоуренса в Беркли (США) и Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ в Дубне шли трудные, но уже обнадёживавшие эксперименты по синтезу 105-го элемента. Неудивительно, что синтез 115-го элемента казался тогда почти несбыточной мечтой.

Перед каждой лабораторией стояла задача найти способ обнаружения/получения сверхтяжёлых элементов. СТЭ искали в природе: в земных и лунных образцах, в космических лучах. Были сделаны попытки их искусственного синтеза с использованием высокопоточных ядерных реакторов, мощных ускорителей тяжёлых ионов и даже ядерных взрывов, созданы уникальные установки и методики с рекордной чувствительностью для сепарации и регистрации редчайших событий образования и распада сверхтяжёлых нуклидов. К сожалению, все усилия по синтезу сверхтяжёлых элементов, предпринятые в различных лабораториях в 1970–1985 гг., не дали результата. Это породило некий пессимизм. В статьях и выступлениях часто встречались суждения, что красивая теоретическая гипотеза о СТЭ, может быть, и имеет право на жизнь, но доказать её справедливость практически невозможно.

Здесь надо сделать важное отступление. В 1974 г. в двух лабораториях с разницей в несколько месяцев были получены первые результаты по синтезу нового 106-го элемента (Sg): в Беркли — в реакции слияния $^{249}\text{Cf} + ^{18}\text{O} \rightarrow ^{263}\text{Sg} + 4n$ [5], в Дубне — в реакции $^{208}\text{Pb} + ^{54}\text{Cr} \rightarrow ^{261,260}\text{Sg} + 1n, 2n$ [6]. Сечение образования изотопов Sg в них примерно одинаково. Но есть существенное различие в способе его получения. В слиянии с "магическим" ядром ^{208}Pb энергия возбуждения компаунд-ядра $^{262}\text{Sg}^*$ на кулоновском барьере реакции примерно втрое меньше, чем в реакции $^{249}\text{Cf} + ^{18}\text{O}$. Происходит своего рода холодное слияние, что способствует выживанию компаунд-ядра в процессе его охлаждения эмиссией нейтронов [7]. Если в первом случае Cf является наиболее тяжёлым мишенным материалом, нарабатываемым в достаточном количестве в ядерном реакторе, то в реакциях холодного слияния с мишенями из ^{208}Pb или ^{209}Bi можно наращивать массу и заряд бомбардирующего иона, получая при этом слабо нагретое компаунд-ядро. Синтез элементов можно вести до тех пор, пока чувствительность эксперимента позволяет наблюдать продукты реакции ядерного слияния. Именно по этому сценарию развивались события последующих 38 лет. Основные работы по синтезу элементов тяжелее Sg проводились в Институте тяжёлых

ионов (Gesellschaft für Schwerionenforschung — GSI, Дармштадт, Германия) с участием физиков и химиков Европы и стран других континентов. Описание экспериментов по синтезу и исследованию свойств распада шести тяжелейших в то время элементов с $Z = 107–112$ читатель может найти в оригинальных работах и замечательных обзорах П. Армбрустера, Г. Мюнценберга и З. Хофмана [8–10]. Там же приводятся результаты интересных исследований механизма взаимодействия массивных ядер вплоть до реакций под действием пучка ионов ^{238}U с мишенями из ^{238}U и ^{248}Cm . Наконец, значительно позже, уже в новом столетии, проявив определённую смелость и терпение, в Институте физико-химических исследований (Rikagaku Kenkyūsho — RIKEN, Токио, Япония) в реакции $^{209}\text{Bi} + ^{70}\text{Zn}$ был синтезирован 113-й элемент (Nh) [11].

В реакциях холодного слияния дважды "магическое" деформированное ядро ^{270}Hs не удалось синтезировать (его получили позже в реакциях под действием пучка ионов ^{48}Ca). Однако сам факт существования ядер с $Z = 106–112$, расположенных вокруг замкнутых оболочек $Z = 108, N = 162$, и характер их последовательных альфа-распадов оказались весьма близкими к расчётам макромикроскопической модели ядра. В связи с этим стали убедительнее выглядеть предположения о существовании обширного "острова" более тяжёлых (сверхтяжёлых) и более стабильных ядер, который возникает вследствие эффекта следующих — сферических — оболочек $Z = 114$ и $N = 184$. Но по-прежнему все трудности их получения и исследования были связаны с реакциями синтеза СТЭ, так как ни один из каналов взаимодействия ядер стабильных изотопов (пучки радиоактивных ионов исключались по причине их крайне низкой интенсивности) не мог создать столь массивное ядро, содержащее более 60% нейтронов.

РЕАКЦИИ СИНТЕЗА

Иллюстрацией к сказанному может служить популярный рисунок 2, где карта нуклидов показана вместе с кораблями (реакциями), призванными совершить путешествие к берегам мистического острова. Все они когда-то приводили исследователей к заветным целям. Но теперь эти корабли не в состоянии совершить столь длительное плавание. Действительно, (n,γ)-реакции даже в огромных потоках нейтронов ядерных взрывов не позволяют удалиться от U-Pu-берега более чем на 20 массовых единиц; реакции под действием лёгких ионов дают возможность пройти лишь полпути до острова; реакции холодного слияния ядер ^{208}Pb , ^{209}Bi с массивными ионами с массой $A \geq 70$ а.е.м. ведут мимо острова. Не хватает ней-

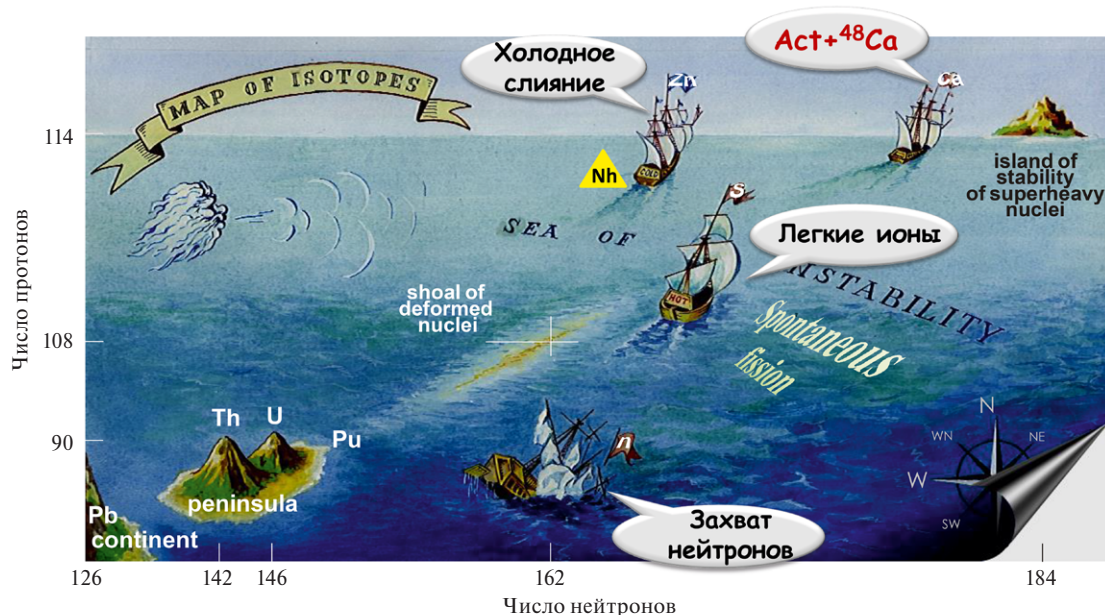


Рис. 2. Карта изотопов — символическое изображение "окраин" Таблицы Д.И. Менделеева: учёные стремятся достичь "острова" стабильных элементов, преодолев "море нестабильности"

тронов в сталкивающихся ядрах — это, пожалуй, принципиальное ограничение реакций данного типа.

В подобной ситуации остаётся единственная возможность — наращивать число нейтронов в сливающихся ядрах. Но этот путь, как выяснится дальше, сильно усложнил эксперимент [12]. Для синтеза 114-го элемента была выбрана реакция горячего слияния $^{244}\text{Pu} + ^{48}\text{Ca} \rightarrow ^{292}\text{Fl}^*$, где ядром-мишенью является долгоживущий изотоп ^{244}Pu ($8 \cdot 10^7$ лет), а бомбардирующим ядром — стабильный, но редкий и очень дорогостоящий изотоп ^{48}Ca . Компаунд-ядро $^{292}\text{Fl}^*$, содержащее 114 протонов и 178 нейтронов, всё ещё удалено от

дважды "магического" ядра ^{298}Fl ($Z = 114$, $N = 184$) на 6 нейтронов. Но здесь теорией предсказывался заметный рост барьера деления сверхтяжёлого компаунд-ядра, что должно было существенно увеличить его выживаемость в процессе охлаждения эмиссией нейтронов. Ожидания оправдались: сечение образования ^{288}Fl в реакции $^{244}\text{Pu} + ^{48}\text{Ca}$ оказалось примерно в 500 раз выше сечения образования более лёгкого ядра ^{278}Nh ($Z = 113$), полученного позднее в реакции холодного слияния $^{209}\text{Bi} + ^{70}\text{Zn}$.

Результаты первых экспериментов с ^{244}Pu , $^{248}\text{Cm} + ^{48}\text{Ca}$, проведённых в 2000 г., несмотря на малое число событий, показали много общего с предсказаниями теории (рис. 3). Сценарии распада и свойства ядер в цепочках последовательных альфа-распадов изотопов 114-го и 116-го элементов находились в хорошем согласии с упомянутыми выше расчётами макро-микроскопической модели. Наиболее показательны периоды полураспада новых ядер. Самые тяжёлые изотопы 110-го и 112-го элементов, полученные в реакциях холодного слияния, в реакциях с ^{48}Ca имеют дополнительно 8 нейтронов. В результате их периоды полураспада возрастают примерно в 10^5 раз! Подобный эффект свидетельствует о том, что нейтронно-избыточные изотопы этих элементов уже вошли в область действия нейтронной оболочки $N = 184$. Отметим, что приведённые на рисунке 3 тяжёлые изотопы 114-го и 116-го элементов всё ещё удалены от оболочки $N = 184$ на 9 и 7 нейтронов соответственно.

Дальнейшие события развивались достаточно быстро. Используя в качестве мишеней доступ-

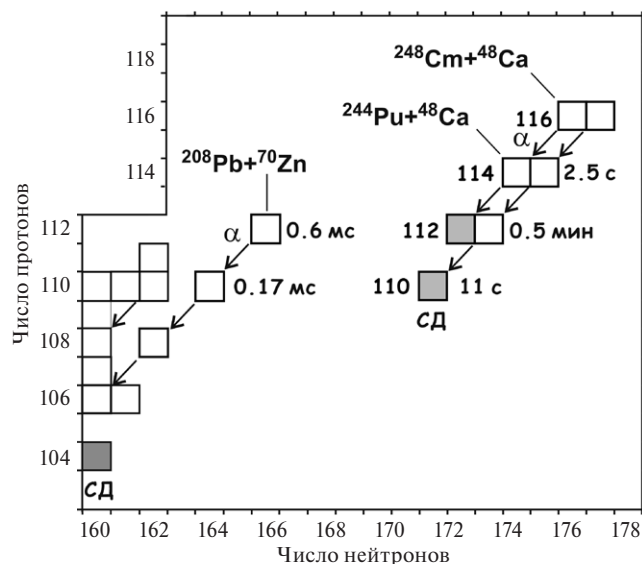


Рис. 3. Результаты экспериментов ^{244}Pu , $^{248}\text{Cm} + ^{48}\text{Ca}$

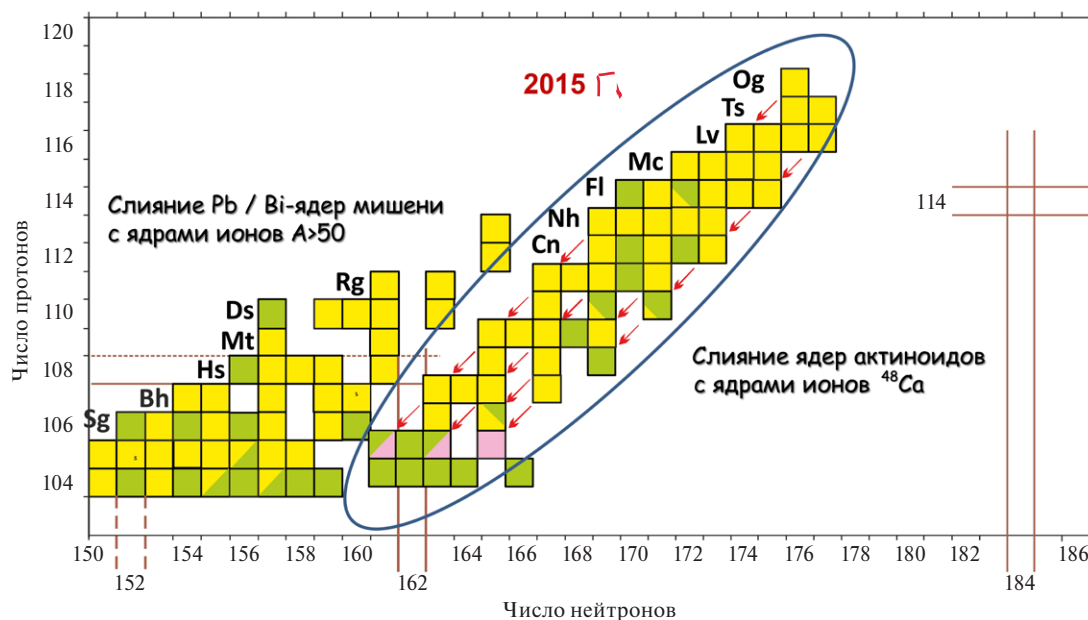


Рис. 4. Карта нуклидов тяжёлых и сверхтяжёлых элементов. В овале — 55 нейтронно-обогащённых нуклидов с $Z = 104–118$, синтезированных в реакциях под действием ^{48}Ca

ные и относительно долгоживущие изотопы Ra, U, Pu, Cm и Cf в ядерных реакциях с ^{48}Ca , были синтезированы различные изотопы Z -чётных элементов от 108-го до 118-го [13–18]. Практически все синтезированные ядра испытывают один или несколько альфа-распадов, которые заканчиваются спонтанным делением. Вследствие сильных запретов на спонтанное деление у ядер с нечётным числом нейтронов цепочки длиннее, чем у чётно-чётных изотопов. Энергии альфа-переходов для всех 19 нуклидов, берущих начало от материнских ядер с чётным числом протонов, согласуются с предсказаниями различных моделей в пределах 5–7%. В распаде дважды "магического" ядра ^{270}Hs ($Z = 108$, $N = 162$) спонтанное деление не наблюдалось ($T_{\text{сд}} \geq 10$ с). Однако с ростом числа нейтронов в области $N > 162$ парциальный период спонтанного деления быстро уменьшается: у изотопа ^{277}Hs ($N = 169$) $T_{\text{сд}} \approx 3$ мс. Следует отметить, что не только ядро ^{277}Hs , но и изотопы других элементов с $Z = 110$, 112 и 114 в области $N = 169–170$ испытывают спонтанное деление с периодом полураспада несколько миллисекунд. Эта своего рода яма находится между замкнутыми нейтронными оболочками $N = 162$ и $N = 184$ — там, где эффект оболочек минимален. Действительно, при $N > 171$ парциальный период $T_{\text{сд}}$ снова быстро возрастает с увеличением числа нейтронов (вступает эффект нейтронной оболочки $N = 184$), и все ядра с $N \geq 172$ вновь преимущественно испытывают альфа-распад. Такая зависимость $T_{\text{сд}}(N)$ наглядно демонстрирует, что стабильность сверхтяжёлых ядер относительно спонтанного деления определяется эффектом ядерных оболочек.

Описанную картину образования и распада сверхтяжёлых ядер дополнили 29 Z -нечётных изотопов, полученных позднее в реакциях с ^{237}Np , ^{243}Am и $^{249}\text{Bk} + ^{48}\text{Ca}$. В силу больших запретов на спонтанное деление ядер с нечётным числом протонов и нейтронов цепочки последовательных альфа-переходов в ядрах 113-го, 115-го и 117-го элементов тянутся вплоть до изотопов 105-го элемента (Db). В длинных цепочках распада можно наблюдать изменения стабилизирующего эффекта сферической оболочки $N = 184$ в сверхтяжёлых ядрах Mc/Ts, его падение в дочерних ядрах и усиление вновь в четвёртом-пятом поколении при подходе к деформированной оболочке $N = 162$ в конечных ядрах Db. Для последних наблюдается спонтанное деление с периодами полураспада от 0,2 до 30 ч. Весьма вероятно, что спонтанное деление изотопов ^{268}Db и ^{270}Db относится к продуктам их электронного захвата: чётно-чётным ядрам ^{268}Rf ($N = 164$) и ^{270}Rf ($N = 166$). В процессе деформации ядер Rf на пути к точке разрыва эффект нейтронной оболочки $N = 82$ в осколках деления приведёт к почти строго симметричному делению с $Q_{\text{f}} \sim 280$ МэВ.

СВЕРХТЯЖЁЛЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ НА КАРТЕ НУКЛИДОВ

В целом синтез новых элементов в реакциях холодного и горячего слияния с ядрами ^{48}Ca существенно обогатил область, сосредоточенную в конце карты нуклидов (рис. 4). В этих реакциях были синтезированы 12 новых химических эле-

ментов с атомными номерами 107–118, которые заполнили VII период Периодической системы химических элементов. В овале рисунка 4 находятся 55 нейтронно-обогащённых нуклидов с $Z = 104–118$, синтезированных в реакциях под действием ^{48}Ca . Теперь самое тяжёлое ядро, полученное когда-либо в лаборатории, имеет массу 294. Оно наблюдалось нами в виде двух изобар в реакциях сначала с мишенью из ^{249}Cf как чётно-чётное ядро с $Z = 118$, $N = 176$, испытывающее альфа-распад с $T_{1/2} \approx 0,5$ мс, а потом – с мишенью из ^{249}Bk как нечётно-нечётное ядро с $Z = 117$, $N = 177$ и $T_{1/2} \approx 50$ мс. Отсюда следует, что могут существовать ядра с массой $A > 300$ а.е.м. и элементы с $Z > 118$.

Главный вывод из экспериментальных исследований, проводившихся на протяжении последних 40 лет, заключается в том, что при движении от Pb/Bi – последних стабильных элементов – в область более тяжёлых нуклидов наблюдается удивительная живучесть атомных ядер. Вследствие внутренней (оболочечной) структуры ядерного вещества понижается энергия основного состояния тяжёлого ядра, возникает барьер деления, что делает возможным существование сверхтяжёлых элементов. *Фундаментальные предсказания микроскопической теории ядра о возможном существовании сверхтяжёлых элементов получили прямое экспериментальное подтверждение.*

Вместе с тем открытие сверхтяжёлых элементов породило много вопросов. Могут ли существовать элементы тяжелее, чем синтезированные СТЭ, новые ядерные оболочки и более далёкие "острова"? Могут ли СТЭ образоваться во Вселенной в различных астрофизических сценариях нуклеосинтеза? Где располагаются СТЭ в Периодической системе химических элементов, похожи ли они на свои лёгкие гомологи? Конечно, возникают и другие вопросы. Но мы лишь кратко остановимся на проблеме, связанной со строением сверхтяжёлых атомов и химическим поведением сверхтяжёлых элементов.

НОВЫЕ "ПОСЕЛЕНЦЫ" В ТАБЛИЦЕ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Во многих современных расчётах, проведённых в квантовой электродинамике, было показано, что периодический закон работает для всех элементов от $Z = 1$ до $Z = 172$ [19]. Однако при движении в область всё более тяжёлых элементов с увеличением заряда ядра растёт, приближаясь к скорости света, скорость электронов. Согласно теории относительности, это увеличивает полную энергию электрона (эффект роста массы электрона), вследствие чего уменьшается размер тяжёлого атома. "Релятивистское сжатие" ведёт к изменению квантовых характеристик и энергии связи

последнего электрона, ответственного за химическое поведение элемента. Поэтому, двигаясь вдоль VII периода Таблицы Д.И. Менделеева от элементов с $Z = 104$ к $Z = 118$, мы должны увидеть влияние "релятивистского эффекта" в виде всё возрастающего различия в химическом поведении СТЭ относительно своих лёгких гомологов.

Сначала исследовалась пара конца 12-й группы Периодической системы химических элементов Sn/Hg на предмет образования их соединений с золотом [20]. Несмотря на малое число атомов Sn ($Z = 112$) в этом эксперименте, их адсорбция на Au-поверхности при различных температурах указывала на более высокую летучесть и меньшую химическую активность 112-го элемента по сравнению с Hg. По количественным оценкам температура кипения 112-го элемента ($84 \pm 110^\circ\text{C}$) оказалась заметно меньше, чем у Hg ($356,8^\circ\text{C}$). Но это малая разница. Элемент с $Z = 112$ – благородный металл, типичный представитель 12-й группы элементов. Высокую летучесть повторяет элемент 113 в атомарном состоянии или в виде гидроксида. Ситуация, однако, сильно изменилась при переходе к паре 14-й группы элементов Fl/Pb. Согласно последним данным лабораторий Дубны и Дармштадта, различие в этой паре значительно возрастает по сравнению с Sn/Hg. Элемент 114 – скорее всего, газообразный благородный металл (новая субстанция!), в то время как Pb закипает при 1750°C .

Сейчас внимание приковано к самому тяжёлому элементу с $Z = 118$. В нерелятивистском варианте он находится в 18-й группе и является благородным газом, гомологом Rn ($Z = 86$). Теперь, более чем 100 лет спустя после открытия благородных газов В. Рамзаем (Нобелевская премия 1904 г.), мы ищем ответ на вопрос, будет ли 118-й элемент благородным газом? И, судя по последним теоретическим публикациям [21, 22], всё чаще получаем отрицательный ответ: скорее всего, нет! По современным релятивистским расчётам, Таблица Д.И. Менделеева не дотягивает до $Z = 172$. Периодический закон химического поведения элементов с ростом их атомного номера ещё работает (с некими оговорками для самых тяжёлых элементов) при заполнении VII периода, вплоть до $Z = 118$. Критическим будет переход от 118-го к 119-му элементу. Есть основания считать, что уже в области $Z = 121–123$ различие между группами заметно ослабнет, "размажется". С дальнейшим ростом атомного номера периодичность химических свойств элементов с $Z > 122$ будет быстро ослабевать. Это и есть предел Таблицы, которая с учётом "релятивистского эффекта" и других поправок сократится примерно так, как показано на рисунке 5. И вновь экстраординарные прогнозы теории нуждаются в экспериментальной проверке.

Рис. 5. Предел Периодической системы химических элементов, согласно прогнозам теории

ВЕСТНИК РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК том 89 № 6 2019

7. Oganessian Yu. Ts., Iljinov A. S., Demin A. G., Tretyakova S. P. Experiments on the production of fermium neutron-deficient isotopes and new possibilities of synthesizing elements with $Z > 100$ // Nucl. Phys. 1975. V. 239. № 2. P. 353–364.
8. Armbruster P. On the Production of Heavy Elements by Cold Fusion: The Elements 106 to 109 // Annu. Rev. Nucl. Part. Sci. 1985. V. 35. P. 135–194.
9. Münzenberg G. Recent advances in the discovery of transuranium elements // Rep. Prog. Phys. 1988. V. 51. № 1. P. 57–104.
10. Hofmann S. New elements – approaching $Z=114$ // Rep. Prog. Phys. 1998. V. 61. P. 639–689.
11. Morita K., Morimoto K., Kaji D. et al. New Result in the Production and Decay of an Isotope, $^{278}113$, of the 113th Element // J. Phys. Soc. Jpn. 2012. V. 81. № 10. P. 103201–103204.
12. Oganessian Yu. Ts., Utyonkov V. K., Lobanov Yu. V. et al. Synthesis of superheavy nuclei in the $^{48}\text{Ca}+^{244}\text{Pu}$ reaction: $^{288}114$ // Phys. Rev. C. 2000. V. 62. № 4. P. 041604.
13. Oganessian Yu. Ts. Heaviest nuclei from ^{48}Ca -induced reactions // J. Phys. G: Nucl. Part. Phys. 2007. V. 34. P. 165–242.
14. Oganessian Yu. Ts., Utyonkov V. K., Abdullin F. Sh. et al. Synthesis and study of decay properties of the doubly magic nucleus ^{270}Hs in the $^{226}\text{Ra} + ^{48}\text{Ca}$ reaction // Phys. Rev. C. 2013. V. 87. P. 034605.
15. Düllmann C. E., Schädel M., Yakushev A. et al. Production and Decay of Element 114: High Cross Sections and the New Nucleus ^{277}Hs // Phys. Rev. Lett. 2010. V. 104. № 25. P. 252701.
16. Ellison P. A., Gregorich K. E., Berryman J. S. et al. New Superheavy Element Isotopes: $^{242}\text{Pu} (^{48}\text{Ca}, 5n)^{285}114$ // Phys. Rev. Lett. 2010. V. 105. № 18. P. 182701.
17. Gates J. M., Düllmann Ch. E., Schädel M. et al. First superheavy element experiments at the GSI recoil separator TASCA: The production and decay of element 114 in the $^{244}\text{Pu} (^{48}\text{Ca}, 3-4n)$ reaction // Phys. Rev. C. 2011. V. 83. P. 054618.
18. Hofmann S., Heinz S., Mann R. et al. The reaction $^{48}\text{Ca} + ^{248}\text{Cm} \rightarrow ^{296}116^*$ studied at the GSI-SHIP // Eur. Phys. J. A. 2012. V. 48. P. 62.
19. Fricke B., Greiner W. J., Waber T. The continuation of the periodic table up to $Z = 172$. The chemistry of superheavy elements // Theor. Chim. Acta. 1971. V. 21. № 3. P. 235–260.
20. Eichler R., Aksenov N. V., Belozarov A. V. et al. Chemical characterization of element 112 // Nature. 2007. V. 447. P. 72–75.
21. Jerabek P., Schuettrumpf B., Schwerdtfeger P., Nazarewicz W. Electron and Nucleon Localization Functions in Superheavy Elements // Phys. Rev. Lett. 2018. V. 120. P. 053001.
22. Nazarewicz W. The limits of nuclear mass and charge // Nature Phys. 2018. V. 14. P. 537–541.

SUPERHEAVY ELEMENTS

© 2019 Yu. Ts. Oganessian

Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, Moscow Oblast, Russia

E-mail: oganessian@jinr.ru

Received 12.02.2019

Revised version received 12.02.2019

Accepted 04.03.2019

Synthesis of superheavy elements predicted by microscopic nuclear theory is investigated. The heaviest elements with $Z = 114–118$ were synthesized by fusion reactions of actinide nuclei with ^{48}Ca ions accelerated using the U-400 complex at the Flerov Laboratory of Nuclear Reactions (FLNR), one of seven laboratories that comprise the Joint Institute for Nuclear Research (JINR) located in Dubna, Russia. The experiments were carried out in collaboration with physicists and chemists working at the Livermore and Oak Ridge national laboratories in located in California and Tennessee, respectively. Discovery of these elements allowed completion of the seventh period of the periodic table. The microscopic nuclear theory's fundamental predictions about the possible existence of superheavy elements received the experimental confirmation. A new laboratory, i.e., the "STE Factory" associated with the JINR FLNR, has been established to research superheavy nuclei.

Keywords: superheavy elements, island of stability, nuclear microscopic theory, reactions of synthesis.

ДОКЛАДЫ ЛАУРЕАТОВ БОЛЬШОЙ ЗОЛОТОЙ МЕДАЛИ
ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК 2017 ГОДА

ЭКЗОТИЧЕСКИЕ ЯДРА

© 2019 г. Б. Йонсен

Технический университет Чалмерса, Гётеборг, Швеция

E-mail: bjorn.jonson@chalmers.se

Поступил в редакцию 12.02.2019 г.

Поступил после доработки 12.02.2019 г.

Принят к публикации 18.03.2019 г.

В докладе речь идёт об одной из интереснейших и бурно развивающихся областей ядерной физики — получении и исследовании экзотических ядер на границах нуклонной стабильности. Излагается история развития этой области. Приводятся методы получения таких ядер на ускорителях ведущих научных центров мира — Европейской организации по ядерным исследованиям (ЦЕРН) в Швейцарии и Центре по изучению тяжёлых ионов им. Гельмгольца (GSI) в Германии. Излагаются данные о структуре ядер, которые сильно меняются при подходе к границам нейтронной или протонной стабильности, а также результаты экспериментальных исследований нейтронно- и протонно-избыточных ядер, механизма образования нейтронного гало у изотопов гелия, лития, бериллия, бора, сильно обогащённых нейтронами. Представлена информация по использованию пучков радиоактивных ядер для медицинских приложений.

Ключевые слова: радиоактивный пучок, граница ядерной стабильности, экзотические ядра, проект ISOLDE, ускоритель тяжёлых ионов, фрагмент-сепаратор, бета-задержанный протонный распад, ядерное гало, нейтронно- и протонно-избыточные ядра, проект FAIR, бороминовское ядро, проект CERN-MEDICIS.

DOI: <https://doi.org/10.31857/S0869-5873896571-581>

Тема, которую я выбрал для доклада на Общем собрании членов Российской академии наук, — "Экзотические ядра" — была лейтмотивом моей научной деятельности последних 50 лет [1–5]. Что такое экзотические ядра? На рисунке 1 изображена карта изотопов, в которую сведены все атомные ядра; каждая её ячейка соответствует нуклиду с индивидуальным числом протонов (Z) и нейтронов (N). В природе встречаются только 280 стабильных нуклидов, обозначенных на рисунке чёрными клетками и образующих линию, простирающуюся от лёгких до тяжёлых элемен-

тов. По обеим сторонам от неё находятся радиоактивные ядра. Лишь ничтожная их часть может быть найдена в природе, основная же была синтезирована и исследована в лабораторных экспериментах. По обе стороны от линии стабильности до границ стабильности простираются области радиоактивных ядер. За границами стабильности добавление нуклона к ядру не ведёт к образованию радиоактивного нуклида. Ядра вблизи этой границы называют экзотическими. Их отличает малое (от минут до микросекунд) время полураспада и значительное отклонение соотношения между числом нейтронов и протонов от значения, свойственного стабильным ядрам [1, 3, 5].

На заре развития ядерной физики информацию о структуре ядер получали из экспериментальных исследований радиоактивных распадов. Изучение естественной радиоактивности в немногочисленных цепочках распада отдельных тяжёлых элементов было явно недостаточным. Поэтому учёные начали синтезировать новые изотопы в ядерных реакциях взаимодействия ускоренных протонов и более тяжёлых изотопов с различными материалами. Вначале нуклиды выделяли методом химического синтеза, а позднее стали "очищать" с по-



ЙОНСЕН Бьорн — профессор
Технического университета
Чалмерса.

мощью электромагнитных сепараторов, получая чистый образец одного-единственного изотопа. Данный метод имел существенный недостаток: на процедуру "очищения" ещё до начала измерения приходилось тратить много времени. Даже при максимальной скорости её проведения доступными для изучения оказывались только изотопы со временем полураспада более минуты.

В 1951 г. в Копенгагенском университете (ныне — Институт Нильса Бора, Дания) впервые были сделаны попытки изучить более короткоживущие экзотические ядра. О. Кофед-Хансен, проверяя гипотезу В. Паули о существовании нейтрино, исследовал ядерные бета-распады. Для увеличения числа изотопов в эксперименте он и его коллега К.-О. Нильсен предложили использовать в качестве источника радиоактивных ионов продукты деления ядер урана, которые были получены из оксида урана при его облучении нейтронами, образованными, в свою очередь, в результате взаимодействия ускоренных дейтронов с бериллиевой мишенью. Чтобы задействовать все короткоживущие нуклиды, мишень напрямую присоединили к ионному источнику изотопного сепаратора посредством длинной

трубы. Поддерживая низкую температуру с одной стороны ионного источника, им удалось создать градиент давления между источником и мишенью так, что газообразные продукты деления начали транспортироваться в ионный источник и затем сепарироваться. Благодаря этой методике для изучения стали доступны изотопы благородных газов со временем полураспада в секундном диапазоне.

Вскоре копенгагенский эксперимент закончился. Однако идея Кофед-Хансена не была забыта! Она заронила в умах представителей европейского ядерно-физического сообщества зерно, которое дало всходы и выросло в проект ISOLDE (Isotope Separation On Line-Detector — разделение изотопов в режиме онлайн). По сути, это серия экспериментов по синтезу и изучению короткоживущих нуклидов, проводившихся международной группой учёных на синхроциклотроне (SC), генерирующем пучки протонов с энергией 600 МэВ, который расположен в лаборатории Европейской организации по ядерным исследованиям (ЦЕРН) в Женеве. Для установки было построено новое подземное помещение.

Первый эксперимент состоялся 16 октября 1967 г. Это событие можно рассматривать как от-

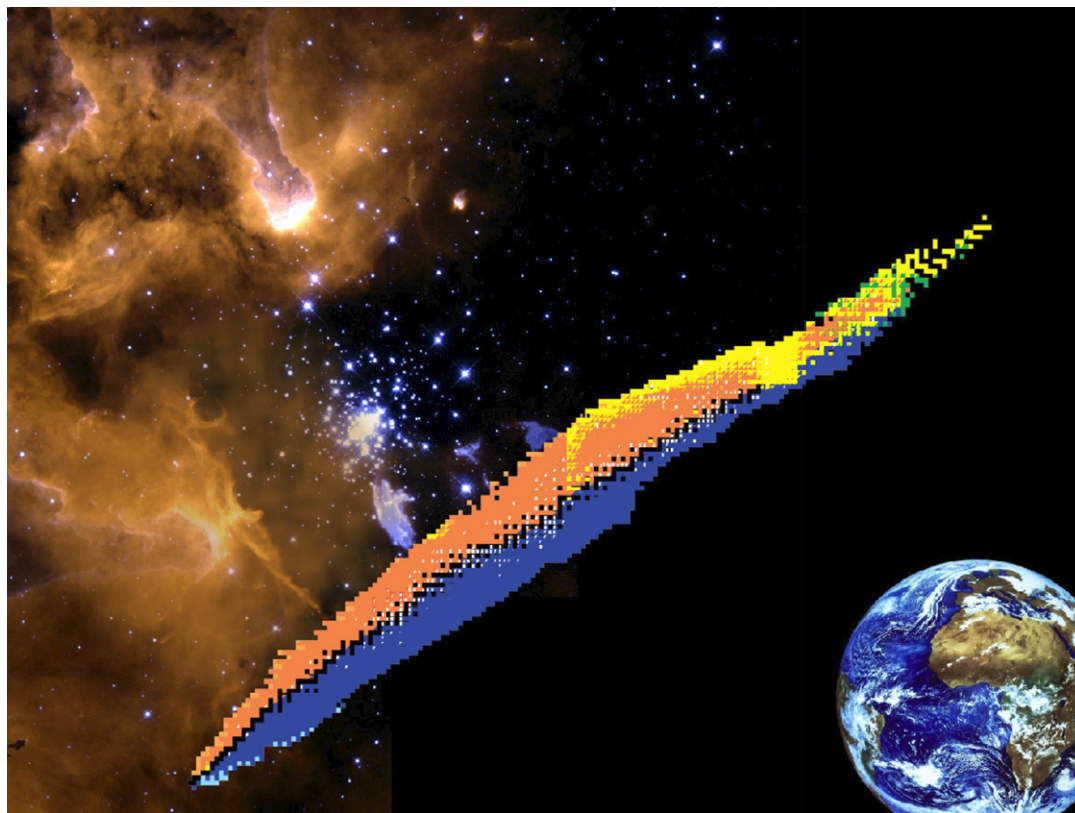


Рис. 1. В центре коллажа располагается таблица известных на сегодняшний день изотопов. Каждый её элемент (квадрат) соответствует определённому изотопу, притом по вертикали откладывается число протонов, а по горизонтали — число нейтронов. Таблица представляет собой своеобразную визуализацию спектра изотопов, доступных для экспериментов с радиоактивными пучками, которые направлены в первую очередь на изучение наиболее экзотических ядер

крытие новой эры в исследовании ранее недоступных радиоактивных ядер. С вводом в строй нового сепаратора появилась возможность получения интенсивных пучков изотопов со временем полураспада вплоть до миллисекунд. Так, при использовании первичных пучков протонов с энергией 600 МэВ на SC удалось значительно повысить выход экзотических ядер по всей области карты нуклидов.

В начале 1970-х годов, когда я работал над диссертацией, мне предложили поехать на два года с семьёй в ЦЕРН для проведения исследований в рамках проекта ISOLDE. Моё пребывание там заметно затянулось: я вернулся в Швецию только в середине 1985 г., заняв в Техническом университете Чалмерса должность заведующего кафедрой физики.

Ещё в ЦЕРНе я начал работать с П.Г. Хансеном. Наши первые совместные эксперименты того времени касались изучения экзотических процессов с так называемой бета-задержанной протонной эмиссией. Это процессы распада высоковозбуждённых состояний ядер, сопровождающие бета-распад. Опыты оказались довольно успешными: мы получили экспериментальное подтверждение существования моды бета-задержанного протонного распада в ранее неизвестных изотопах элементов Ag, Xe и Hg. Новые

данные можно было интерпретировать в рамках статистической модели. Похожие работы шли в то же время в Объединённом институте ядерных исследований (ОИЯИ) в Дубне, где группа В.А. Карнаухова добилась сравнимых результатов в изучении бета-задержанной протонной эмиссии в изотопах Ba и Cs.

В 1971 г. меня пригласили в Дубну на конференцию по физике тяжёлых ионов, где я представил данные, полученные нами в ЦЕРНе. Так я получил возможность встретиться и обсудить результаты с В.А. Карнауховым. Именно на этой конференции я впервые встретил профессора Г.Н. Флёрова. За несколько лет мне удалось ближе познакомиться с ним. Последний раз я видел Г.Н. Флёрова в 1985 г. в Гётеборге во время его приезда в Технический университет Чалмерса с приглашённым докладом. Мы с женой и шведскими коллегами были удостоены чести принять его в моём доме в Гётеборге.

Эксперименты 1970–1980-х годов в ЦЕРНе оказались весьма успешными. Помимо заполнения белых пятен на карте изотопов, были сделаны и некоторые другие впечатляющие экспериментальные открытия [2]. На базе проекта ISOLDE вскоре сформировался Международный научный центр по исследованию свойств изотопов, который и сегодня остаётся на мировом уровне.



Участники Международной конференции по тяжёлым ионам, состоявшейся 11–17 февраля 1971 г. в Дубне. На вставке — пригласительный билет на имя Б. Йонсена

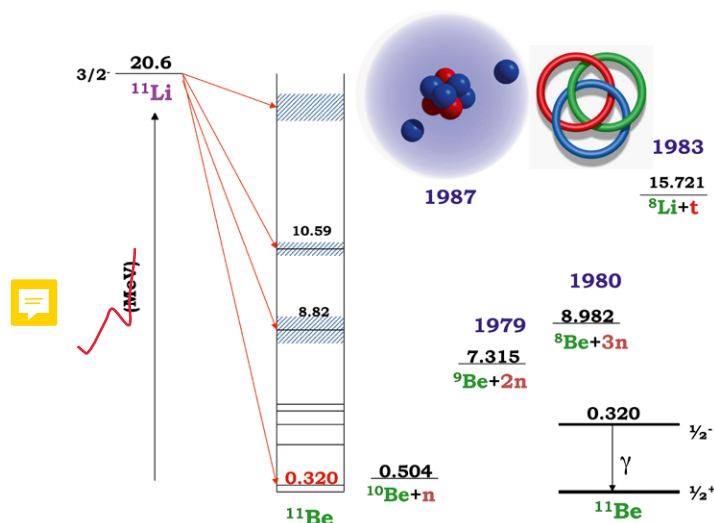


Рис. 2. Схема распада двухнейтронного гало-ядра ^{11}Li . Энергии бета-задержанных распадов ($\beta, 2n$), ($\beta, 3n$) и (β, t), впервые наблюдавшихся в ^{11}Li , приведены вместе с датами их открытия. Бета-задержанная эмиссия дейтронов также наблюдалась в ядре ^{11}Li , однако впервые её обнаружили в распаде ядра ^8He . Дочернее ядро ^{11}Be , образующееся в результате бета-распада ядра ^{11}Li , является однеитронным гало-ядром, энергия связи нейтрона в нём 0,504 МэВ. В 1987 г. было сделано предположение о гало-структуре ядра ^{11}Li . В верхней части рисунка (по центру) изображена пространственная структура ^{11}Li вместе с боровскими кольцами

Тщательное развитие новых оригинальных систем "мишень—ион—источник", которые позволяют осваивать всё большие территории на карте изотопов, было и остаётся залогом успеха ISOLDE. Одним из элементов развития, или стартовой точкой в новой эре изучения экзотических ядер, явилось создание мишенной системы (матрицы) на карбиде урана — UC, которая весьма перспективна для синтеза и изучения изотопов различных элементов в реакциях скалывания, деления и фрагментации. В частности, нам удалось наблюдать большие выходы всех изотопов Li вплоть до самого тяжёлого — ^{11}Li . Это ядро с большим значением энергии бета-распада и малым значением энергии связи для разных мод бета-задержанного распада открывало хорошие перспективы для экспериментов с использованием новой техники (рис. 2). То, что среди распадов ^{11}Li наблюдается бета-задержанный нейтронный распад, было уже известно. В проекте ISOLDE основной акцент делался на поиске более экзотических мод распада — таких, как бета-задержанная двух-, трёхнейтронная эмиссия и бета-задержанная эмиссия тритона.

В 1986 г. я и П. Г. Хансен участвовали в создании обзора "Бета-задержанная эмиссия частиц из лёгких нейтроно-избыточных ядер", который, как мы понимали, был актуальным с точки зрения наблюдения новых бета-задержанных мод распада

лёгких ядер, в частности ^{11}Li . Во время написания обзора мы обратили внимание на интересную статью И. Танихаты и его группы об экспериментах в Национальной лаборатории им. Э. Лоуренса (LBL) в Беркли (США). При изучении материальных радиусов ядер путём измерения сечений взаимодействия быстрых радиоактивных пучков изотопов He и Li они наблюдали потрясающий эффект для ^{11}Li : плавное изменение радиуса в согласии с зависимостью $A^{1/3}$ для более лёгких изотопов Li неожиданно сменялось резким скачком на 30% для ^{11}Li . Последовали дискуссии на тему сильной деформации ^{11}Li , однако никакого серьёзного теоретического объяснения этому феномену не нашлось. Мы попытались вникнуть в эту проблему и обнаружили интересные факты — ключевые для понимания феномена большого радиуса: ^{11}Li — последний связанный изотоп лития, а его более лёгкий сосед, ^{10}Li , не связан. Кроме того, энергия связи двух нейтронов была мала, что означало слабую связь нейтронной пары с ядром ^9Li (см. рис. 2). Проведя расчёты в модели, где два последних нейтрона рассматривались как ди-нейтрон, мы показали, что наблюдаемое значение радиуса объясняется малой энергией связи двух нейтронов. Таким образом, ^{11}Li можно представить в виде кора ^9Li , окружённого облаком нейтронной материи [4]. Эта новая необычная структура, названная нами "гало", привлекла внимание мировой научной общественности — и теоретиков, и экспериментаторов. Открытие вызвало беспрецедентный интерес не только к ядерным гало, но и ко всем экзотическим ядрам вблизи и за пределами границ стабильности. Возникло ощущение, что мы стоим на пороге события, которого никто не ожидал и которое представляет собой новую парадигму ядерной физики, или субатомной физики, как я её называю. В наших руках оказалось нечто необыкновенное, и дело было в том, чтобы направить его на благо науки.

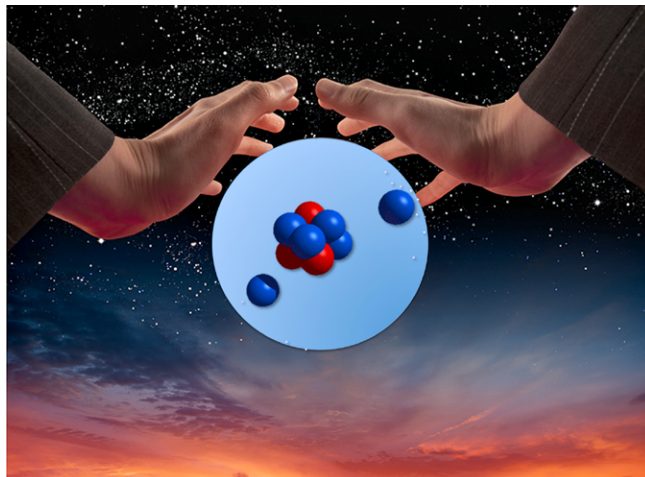
Эксперимент И. Танихаты оказался важным не только как обоснование существования гало-структуры — нового феномена в ядерной физике. Это был действительно первый эксперимент по применению быстрых радиоактивных пучков для изучения ядерных реакций. Более того, это стало важной вехой на пути развития LBL в Беркли в конце 1970-х — начале 1980-х годов, когда было показано, что релятивистские тяжёлые ионы можно эффективно использовать для производства экзотических ядер. Согласно предложенной методике, первичный пучок быстрых тяжёлых ионов попадает на тонкую мишень, где ионы фрагментируются, или делятся. Продукты реакции после их "очищения" во фрагмент-сепараторе для получения пучка изотопов с определённой массой, зарядом и импульсом на-

правляются на вторичную мишень. Сегодня уже по всему миру существуют специализированные установки, работающие с внешними пучками радиоактивных ионов, полученными из ускорителей тяжёлых ионов.

Кроме того, после открытия гало как знаменательное совпадение следует рассматривать старт программы по физике высоких энергий на ускорительном комплексе в Институте тяжёлых ионов (Gesellschaft für Schwerionenforschung – GSI) в Дармштадте (Германия), которая открыла возможность для проведения первых экспериментов по направленному изучению лёгких нейтронно-избыточных ядер. Оказалось, что в экспериментах с радиоактивными пучками при релятивистских энергиях возникает ряд проблем, но есть и свои преимущества: кинематическая фокусировка позволяет регистрировать фрагменты из реакции в удобный телесный угол. Более того, остальные тяжёлые фрагменты покидают зону реакции примерно с теми же скоростями, что и входящий пучок, и это даёт возможность проводить дальнейшую идентификацию характеристик фрагментов. В 1992 г. моя группа в Гётеборге организовала весьма плодотворное сотрудничество с учёными GSI, вместе мы смогли продолжить ключевые эксперименты, уточняющие наше понимание ядерного гало [1].

Сегодня, спустя четверть века, мы можем вспомнить эксперименты, проведённые в GSI для всех областей карты нуклидов, и сказать, что именно уникальность радиоактивных пучков была ключом к успеху. Кроме того, именно эти эксперименты дали вдохновение и опыт для разработки будущего международного проекта FAIR (Facility for Antiproton and Ion Research – Центр по исследованию ионов и антипротонов) в GSI, нацеленного на изучение фундаментальных свойств и структуры материи [6].

Итак, первые эксперименты по изучению гало-ядер в Институте тяжёлых ионов начались в 1992 г. с исследования реакции срыва нейтронов из ^{11}Li на ядрах-мишенях C, Al и Pb при энергии 340 МэВ/нуклон. Измерялись продольные и поперечные импульсные распределения фрагмента ^9Li . Как ожидалось, наблюдаемые импульсные распределения оказались узкими, что говорило о широком пространственном распределении срывааемых нейтронов [4]. Тут необходимо отметить, что значительный успех этого эксперимента был связан с использованием инверсной кинематики. Вместо облучения образца с радиоактивными изотопами пучком стабильных ядер использовались пучки радиоактивных изотопов, бомбардирующие стабильные мишени. При этом центр масс изотопа ^{11}Li , время полураспада



Будущее в наших руках

которого составляет 8,75 мс, анализировался, как если бы он был радиоактивной мишенью, но не исчезал бы мгновенно.

^{11}Li – последний из ядерно-связанных изотопов лития. Его более лёгкий сосед – ^{10}Li – не связан по отношению к эмиссии нейтрона. И всё же, с научной точки зрения, ему можно приписать определённые квантовые свойства. Наиболее точные данные, полученные из выбивания нейтронов из ^{11}Li , свидетельствуют о s-волновом виртуальном состоянии, отвечающем основному состоянию с длиной рассеяния $a_s = -22,4$ Фм, и о возбуждённом p-волновом резонансе при энергии 0,566 МэВ с шириной $\Gamma = 0,548$ МэВ.

Как показали эксперименты по изучению реакций $^1\text{H}(^{14}\text{Be}, 2\text{p})^{12}\text{Li}$ и $^1\text{H}(^{14}\text{Be}, 2\text{p})^{13}\text{Li}$ в жидкой водородной мишени при энергии пучка ^{14}Be 304 МэВ/нуклон, экстремально экзотические ядерные системы ^{12}Li и ^{13}Li могут быть отнесены к несвязанным ядрам. Эксперименты этого типа позволили пересечь границу стабильности и начать изучение несвязанных ядерных систем за её пределами [3] (рис. 3).

Связанную трёхчастичную ядерную систему, в которой ни одна из бинарных подсистем не связана, называют бороминовским ядром¹ [4]. В качестве примера можно привести ядро ^6He , которое имеет простую трёхчастичную структуру $\alpha + n + n$. Его исследовали в ряде экспериментов. В ходе одного из них изучался срыв нейтронов из ядер ^6He в углеродной и свинцовой мишенях

¹ В математике бороминовские кольца состоят из трёх топологических окружностей, объединённых таким образом, что никакие два кольца не сцеплены между собой, но все три соединены, как показано на рисунке 2. Такие кольца называют бороминовскими (borromean rings) из-за сходства их архитектуры с гербом жившего в XV в. на севере Италии аристократического семейства Борromeо.

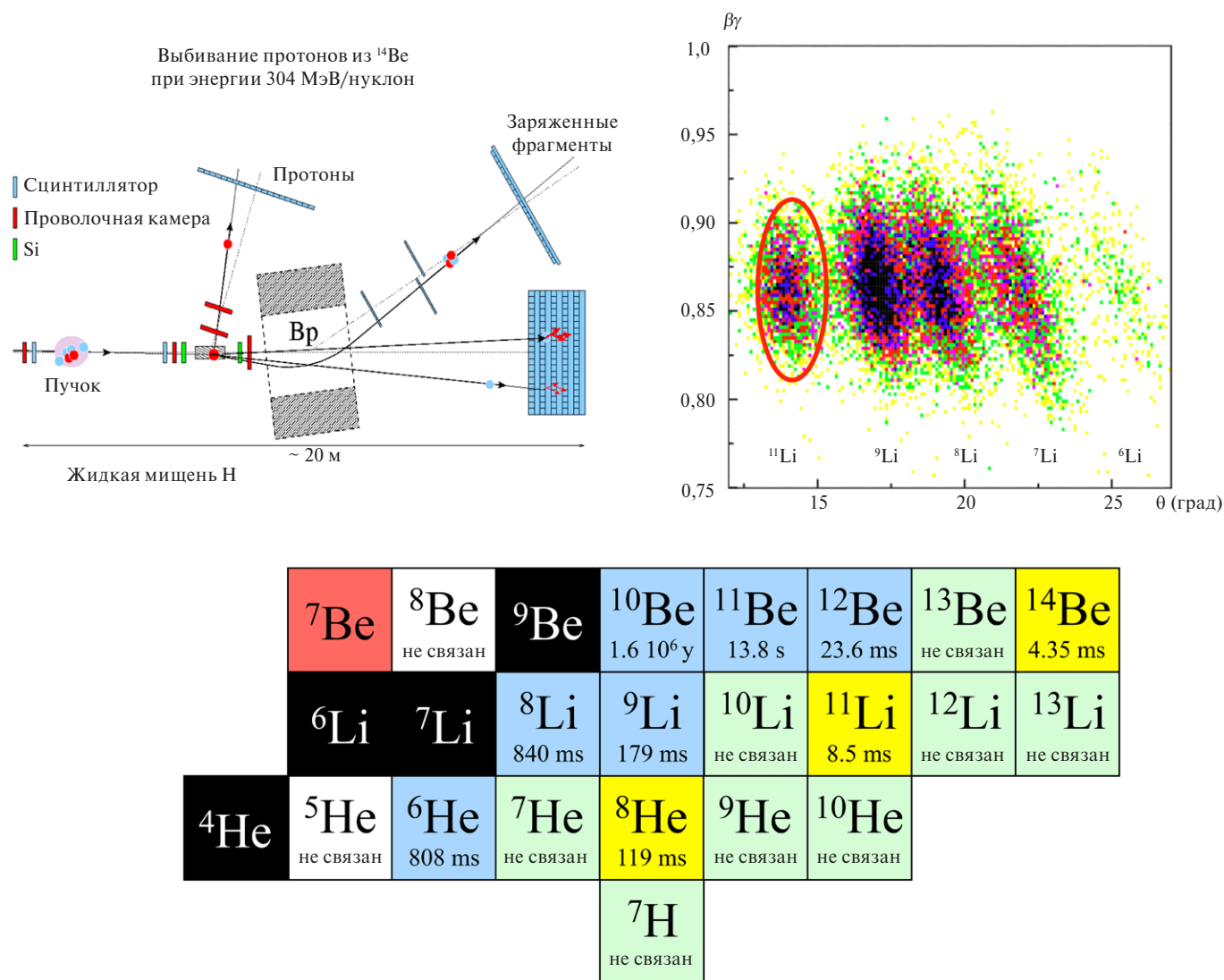


Рис. 3. Схема эксперимента по идентификации двух несвязанных изотопов лития — ^{12}Li и ^{13}Li (верхняя часть рисунка). Пучок ядер ^{14}Be , обладающих гало из двух нейтронов, падает на жидкую водородную мишень. Регистрируются рассеянные протоны, заряженные фрагменты и нейтроны. В правой верхней части рисунка — график с детектируемыми изотопами лития. ^{11}Li — чрезвычайно слабо связанный изотоп, выживает и может быть зарегистрирован на совпадении с одним или двумя нейтронами, указывая на существование изотопов ^{12}Li и ^{13}Li . На фрагменте таблицы изотопов (нижняя часть рисунка) показаны три боровских ядра: ^8Be , ^{11}Li и ^{14}Be . Пучки этих ядер использовались для получения и детального изучения несвязанных ядерных систем

при энергии пучка 240 МэВ/нуклон. В результате удалось получить спектр электромагнитного возбуждения, а также обнаружить, что величина силы $E1$ -перехода исчерпывает как энергетически взвешенное кластерное правило сумм, так и невзвешенное правило сумм при интегрировании силы до энергий возбуждения до 10 МэВ. Из этих данных можно извлечь среднеквадратичное расстояние между кором α и двумя валентными нейтронами $r_{\alpha-2n} = 3,2$ Фм. В Дубне на экспериментальном комплексе для пучков радиоактивных ядер (DRIBS-1), включающем фрагмент-сепаратор ACCULINNA, изучалось упругое рассеяние $^6\text{He} + ^4\text{He}$ при энергии пучка ^6He 151 МэВ. Стоял

вопрос: как пространственно распределены два нейтрона — находятся ли они близко друг к другу, образуя динейтронную конфигурацию, или максимально удалены, создавая сигарообразную конфигурацию? Из сопоставления данных по рассеянию с теоретическими расчётами было сделано заключение о доминирующей динейтронной конфигурации (рис. 4).

Ещё в 1960 г. В. И. Гольданский предсказал существование протонной и двухпротонной радиоактивности в протонно-избыточных изотопах лёгких ядер. Доказать существование протонной радиоактивности не составляло большого труда, в то время как открытия более

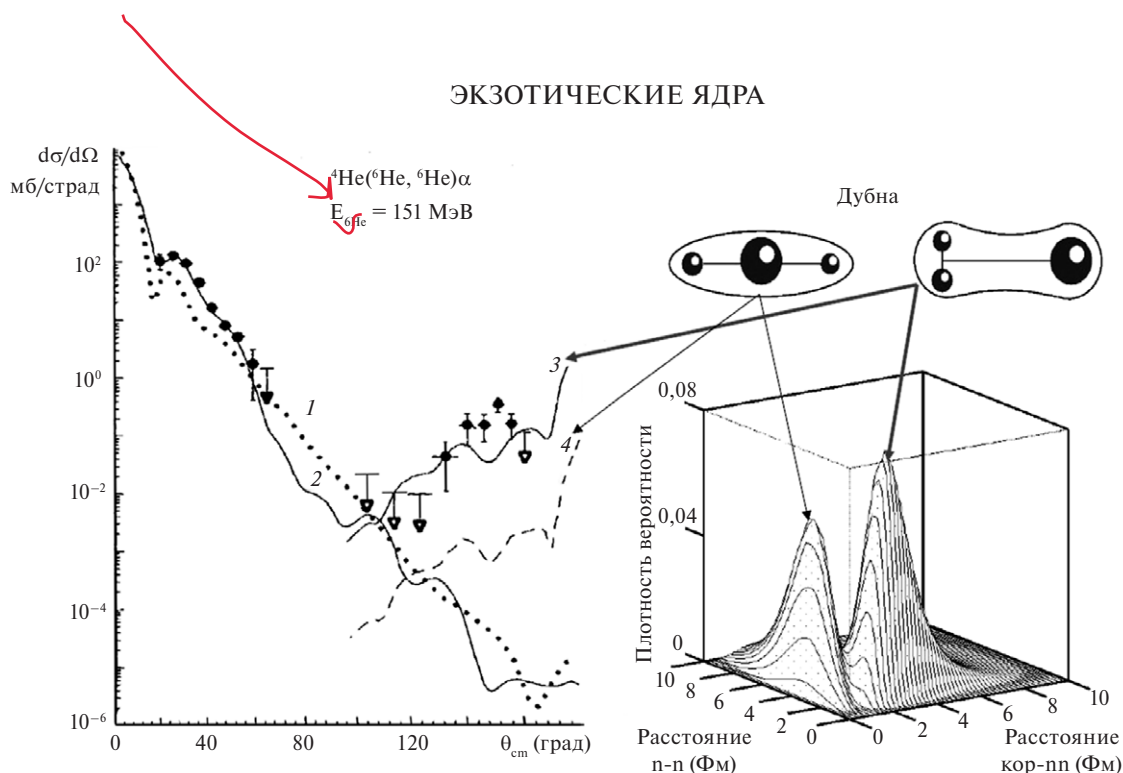


Рис. 4. Дифференциальное сечение рассеяния ${}^6\text{He}$ при энергии 151 МэВ на гелиевой газообразной мишени. Чёрными точками показаны экспериментальные данные. Справа приводятся рассчитанные корреляционные плотности распределения нейтронов, которые позволяют предсказать поведение сечения в случае динейтронной (кривая 3) и сигарообразной (кривая 4) конфигурации двухвалентных нейтронов. Из сравнения с экспериментальными данными видно, что доминирует динейтронная конфигурация

редкого двухпротонного распада пришлось ждать до 2003 г. Это произошло примерно в одно и то же время в экспериментах на установках FRS в GSI и SISSI-LISE3 в GANIL (Grand Accélérateur National d'Ions Lourds – Ускорительный комплекс тяжёлых ионов, Франция) в ядре с исключительным дефицитом нейтронов ${}^{45}\text{Fe}$. Тогда же проводилось и теоретическое исследование этой моды распада в модели core+p+p, в ходе которого были

рассчитаны и проанализированы время полураспада и импульсные корреляции протонов. Теоретические предсказания потрясающим образом подтвердились в 2007 г., когда ядро ${}^{45}\text{Fe}$ изучалось в эксперименте в Мичиганском государственном университете (MSU, США) с применением оригинальной техники, использующей газовый детектор, в котором ведётся цифровая съёмка треков излучаемых протонов (рис. 5).

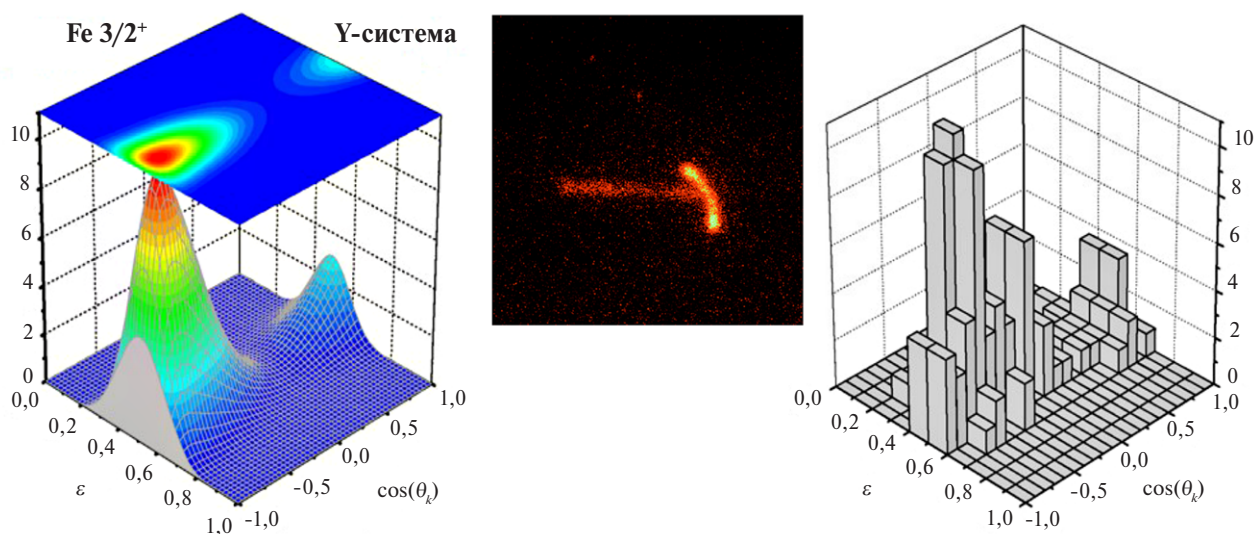


Рис. 5. Корреляционная диаграмма, рассчитанная для двухпротонных радиоактивных ядер ${}^{45}\text{Fe}$ в Y-системе в якобиевских координатах (слева), и та же корреляционная картина, экспериментально полученная с использованием время-проекционной камеры (справа). В центре – фото двухпротонного распада ${}^{45}\text{Fe}$, записанного с помощью ПЗС-камеры, где видны горизонтальный трек ядра ${}^{45}\text{Fe}$ (слева) и два интенсивных трека испущенных им протонов

Быстрый прогресс в понимании наиболее экзотических ядерных систем в значительной степени обусловлен непрерывным развитием оригинальных методов производства пучков. Не менее важная роль отводится модернизации детектирующих систем. Эти обстоятельства стимулировали выдвижение новых идей для создания усовершенствованных экспериментальных установок. Смеем заметить, что в истории ядерной физики никогда ранее не наблюдалось такого стремительного развития новых и модернизированных экспериментальных установок, какое мы видим сегодня [5, 7]. Приведу только три примера, иллюстрирующие этот тезис.

Первый пример. В Дармштадте, в Центре по изучению тяжёлых ионов им. Гельмгольца (до 2008 г. — Институт тяжёлых ионов, GSI), на базе существующей установки создаётся усовершенствованный ускорительный комплекс тяжёлых ионов FAIR. Среди важнейших программ будущего проекта — изучение реакций и свойств экзотических ядер. Один из основных экспериментов — NuSTAR (Nuclear Structure, Astrophysics and Reactions — ядерная структура, астрофизика и реакции), выполняемых в рамках широкого сотрудничества, — пройдёт на установке R³B

(Reactions with Relativistic Radioactive Beams — реакции с релятивистскими радиоактивными пучками), созданной на базе нейтронного времяпролётного детектора ALADIN-LAND, размещённого на фрагмент-сепараторе FRS. R³B будет расположена на конце линии пучка Super-FRS. Имея исключительно широкую зону детектирования вторичных продуктов реакции, эта установка станет своего рода комплексом внутри FAIR (рис. 6).

Второй пример. В Объединённом институте ядерных исследований недавно прошла модернизация фрагмент-сепаратора ACCULINNA [8]. Новый фрагмент-сепаратор ACCULINNA-2, работающий по методу In-Flight (сепарация ионов "в пучке"), связан с циклотроном U-400M и обеспечивает высокую интенсивность радиоактивных пучков ядер от водорода ($Z = 1$) до криптона ($Z = 36$) в области низких энергий (10–50 МэВ/нуклон), достижимых для такого типа установок. Более того, ACCULINNA-2 станет основой для первой ступени нового мощного проекта электрон-ионного коллайдера DERICA (Dubna Electron-Relativistic Ion Collider Facility), который совместит в себе технологию In-Flight-сепарации для производства радиоактивных пучков во фрагментации (первичные

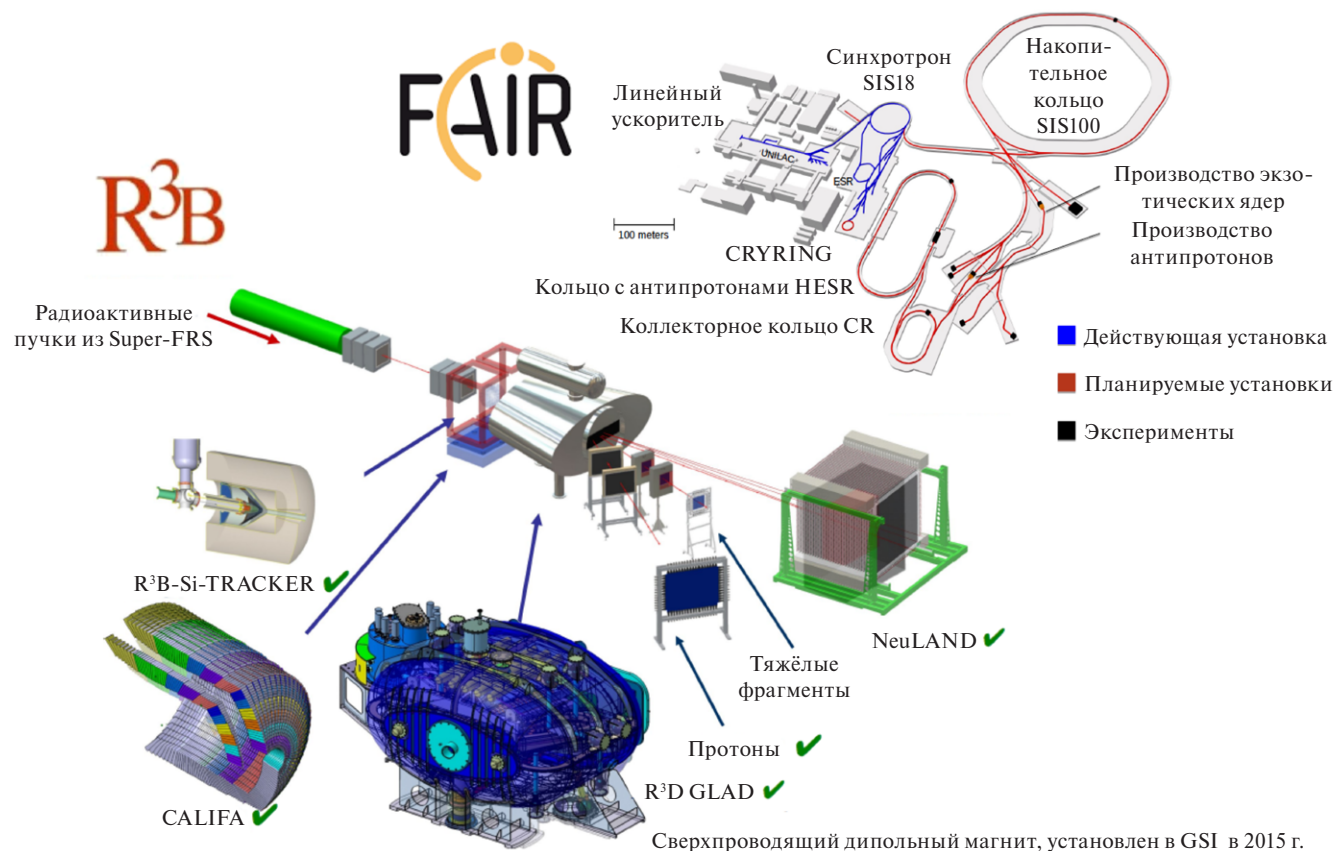


Рис. 6. Схематическое изображение установки R³B, которая строится в Центре по исследованию ионов и антипротонов (FAIR) в Дармштадте совместными усилиями европейских лабораторий, и схематическое изображение ускорительного комплекса FAIR

пучки урана при энергии ~ 100 МэВ/нуклон для $A/Z = 3$) с остановкой радиоактивных ионов в газовой ячейке и их последующим доускорением в комбинированной системе LINAC+синхротрон. Это позволит использовать доускоренные радиоактивные пучки для изучения реакций в накопительном кольце. DERICA открывает возможность проведения широкого ряда современных экспериментов в ядерной физике, например, связанных с производством новых изотопов, измерением их масс, времени жизни и распада, включая ядерные реакции и ядерную спектроскопию. Тем не менее основной акцент будет сделан на исследованиях с использованием накопительных колец, цель которых — изучать рассеяние электронов на радиоактивных ионах в коллайдерных экспериментах. Предполагается, что новая установка будет построена на территории ОИЯИ рядом с корпусом Лаборатории ядерных реакций им. Г.Н. Флёрва (рис. 7). Здесь необходимо подчеркнуть, что проект DERICA при реализации всех его компонентов (имеется в виду фрагментация ускоренных ионов на мишени и сепарация экзотических ядерных пучков, использование техники газовой ячейки с последующим доускорением радиоактивных пучков в комбинированной системе LINAC+синхротрон и их выводом в накопительное кольцо, наконец, рассеяние электронов на радиоактивных пучках) приобретёт мировой масштаб.

Третий пример. Заметный подъём научной активности в рамках программы ISOLDE произошёл в ЦЕРНе, когда стало доступным до-

ускорение широкого спектра получаемых радиоактивных пучков. Ускоритель REX-ISOLDE, предшественник новой установки, давший первые пучки для экспериментов в 2001 г., изначально планировался для ускорения лёгких изотопов с массами не выше $A = 50$. Однако оказалось, что его возможности существенно шире: уже через несколько лет в исследованиях ядерных реакций он обеспечивал доускорение ионов от ${}^6\text{He}$ до ${}^{224}\text{Ra}$. За 15 лет работы с помощью REX-ISOLDE было произведено свыше 100 различных изотопов более 30 химических элементов.

Со временем стало очевидно, что глобальная модернизация установки, подразумевающая увеличение энергии, интенсивности и качества пучка, способна открыть новую эру в изучении высокоэнергетических частиц. В сентябре 2009 г. был утверждён проект HIE-ISOLDE, который предусматривал многоступенчатую модернизацию ныне существующей установки ISOLDE с целью повышения энергии ускорителя REX до 5,5–10 МэВ/нуклон и совершенствования его резонаторов. Качество пучков предполагалось повысить благодаря установке нового радиочастотного квадрупольного кулера (RFQ), а интенсивность пучка — усилить благодаря двум независимым факторам инжекторов. Первый фактор: генерация пучков должна линейно возрастать с увеличением интенсивности протонов, поставляемых LINAC-4, второй — сечения фрагментации и скалывания должны увеличиваться с ростом энергии в бустере протонного синхротрона (PS-бустере) до 2 ГэВ.

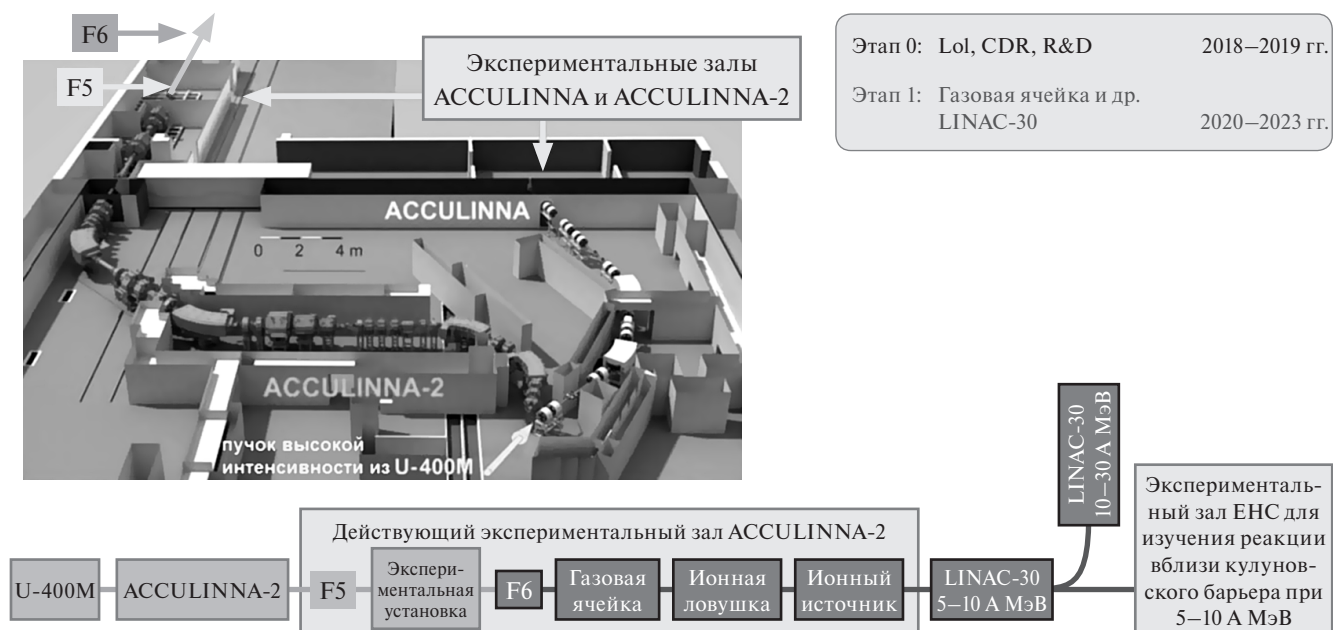


Рис. 7. Экспериментальные залы фрагмент-сепаратора ACCULINNA и ACCULINNA-2. В нижней части рисунка представлено новое предполагаемое расширение экспериментальной зоны для реализации первой фазы проекта DERICA

Первый шаг модернизации, связанный с повышением энергии, уже осуществлён. В октябре—ноябре 2015 г. состоялся тестовый эксперимент, в котором экзотические ионы Zn ускорялись до энергии 4 МэВ/нуклон. Недавно были установлены два дополнительных криогенных модуля, которые вместе с установленными ранее увеличили энергию пучка до 10 МэВ/нуклон (рис. 8).

Использование ускорителей для выработки медицинских радиоизотопов в терапевтических и диагностических целях имеет глубокие традиции. Долгие годы учёные изыскивали возможности производства радиоизотопов на установке ISOLDE. Наконец, в 2012 г. стартовал проект CERN-MEDICIS (MEDical Isotopes Collected from ISOLDE), благодаря которому станет возможным поиск радионуклидов с нужными свойствами для повышения точности диагностики и лечения тяжёлых заболеваний. Если говорить о цифрах, то эксперименты на ISOLDE используют пример-

но половину протонов из PS-бустера. Протонный пучок теряет только 10% своей интенсивности и энергии при взаимодействии со стандартной мишенью ускорителя. Таким образом, протоны, прошедшие через мишень, можно применять вторично. Для проекта CERN-MEDICIS вторичная мишень расположена за мишенью спектрометра высокого разрешения (HRS). Спроектированный для производства определённых изотопов автоматический конвейер транспортирует эту облучённую мишень в сепаратор, который располагается в отдельном строении CERN-MEDICIS, пристроенном к лаборатории класса А. После нагревания нужный изотоп сепарируется и аккумулируется. Таким образом, многолетний опыт и знания, накопленные на ISOLDE, будут максимально использованы в инновационных медицинских приложениях. Работы по возведению нового строения, начатые в 2013 г., завершились в 2016 г. Первые облучения вторичной мишени состоялись в 2017 г.

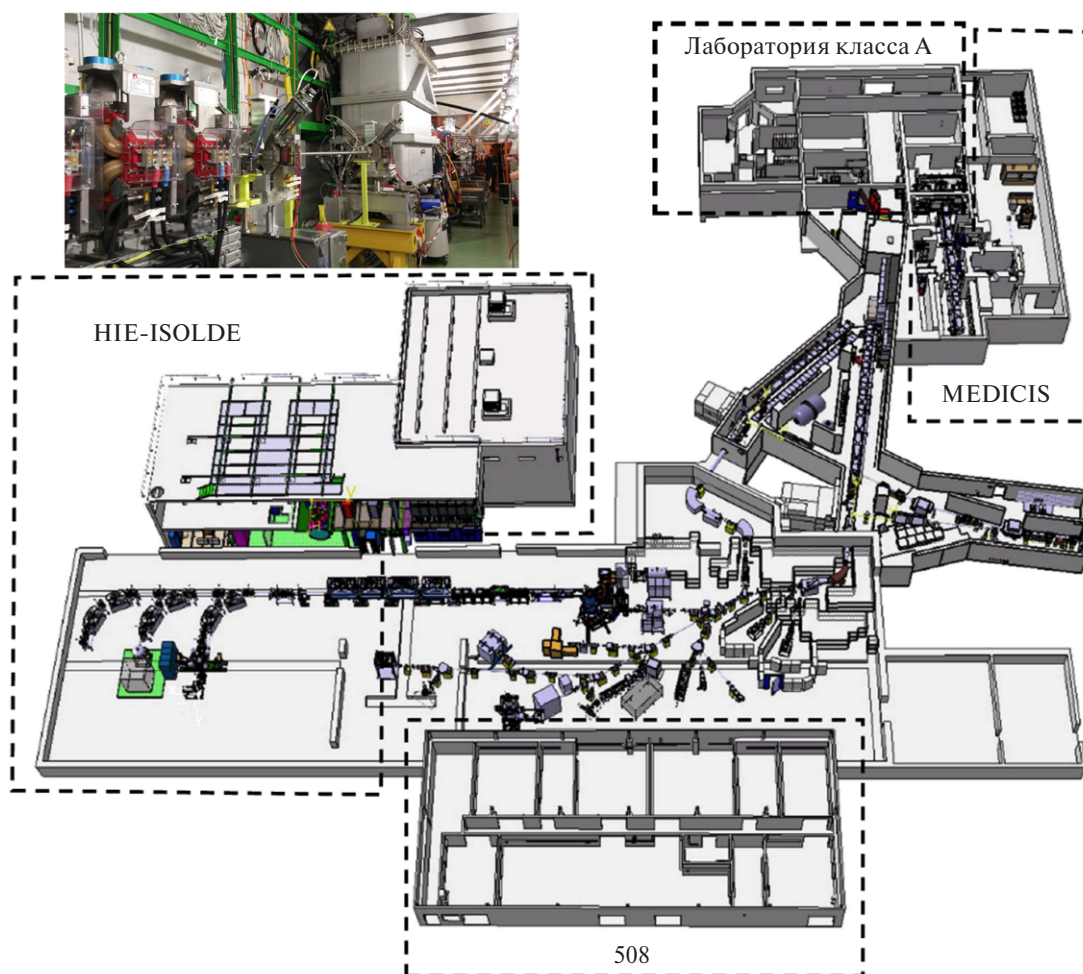


Рис. 8. Комплекс для работы с радиоактивными пучками ISOLDE и его пристройки. Изотопный сепаратор HIE-ISOLDE с дополнительными криогенными модулями (верхняя левая часть рисунка) производит радиоактивные пучки с энергиями до 10 МэВ/нуклон. Лаборатория класса А для безопасного обращения с радиоактивными мишенями и строение MEDICIS (верхняя правая часть рисунка)

Итак, в этом докладе я рассказал о науке, в рамках которой мы пытаемся понять основные законы природы на микроскопическом уровне.



*Ty detta är det herrliga hos menskan
att hon kan fatta tingens inre väsen
ej hvad de synas, men hvad de betuda;
och verkligheten, hvart vårt öga ser,
den är symbolen endast af ett högre.*

Эсайас Тегнер. Эпилог на праздновании присвоения ему степени магистра в Лундском университете (Швеция).

Всё, что мы узнали о природе на ядерном уровне, базируется на экспериментах, в которых мы идентифицируем сигналы от сложнейших детекторов, пытаемся соотнести экспериментальные результаты с теоретическими расчётами и на этой основе вывести фундаментальные законы природы. С каждым шагом на пути изучения экзотических ядер нам открывались всё новые секреты природы. Суммируя их с уже имеющимися знаниями, мы делаем шаг к большему, но всё ещё не полному пониманию мира, в котором живём.

Подводя черту, хотелось бы с благодарностью вспомнить моего соотечественника Эсайаса Тегнера (1782–1846) — поэта и артиста, профессора греческого языка в Лундском университете, графа из города Ваксхё, а также члена Шведской королевской академии наук. В 1820 г. на праздновании в Лундском университете по случаю присвоения

Тегнеру звания магистра науки он написал замечательный длинный эпилог, из которого пять строчек могут быть адресованы нашей области науки:

*Чудесная способность человека:
Увидеть внутреннюю сущность феномена,
Не глазом созерцая, но сознанием,
...А та реальность, видимая глазу,
Всего лишь символ нам чего-то свыше.*

ЛИТЕРАТУРА

1. Hansen P.G., Jensen A.S., Jonson B. Nuclear Halos // Annu. Rev. Nucl. Part. Sci. 1995. V. 45. № 1. P. 591–634.
2. Jonson B. Light Dripline Nuclei // Physics Reports. 2004. V. 389. № 1. P. 1–59.
3. Chulkov L.V., Jonson B., Zhukov M.V. Light Nuclei in the Vicinity of the Dripline and Beyond // Eur. Phys. J. A. 2015. V. 51. № 8. P. 97–120.
4. Zhukov M.V., Danilin B.V., Fedorov D.V. et al. Bound state properties of Borromean halo nuclei ^6He and ^{11}Li // Physics Reports. 1993. V. 231. № 4. P. 151–199.
5. Pfützner M., Karny M., Grigorenko L.V., Riisager K. Radioactive decays at limits of nuclear stability // Rev. Mod. Phys. 2012. V. 84. № 2. P. 567–619.
6. Durante M., Indelicato P., Jonson B. et al. All the Fun of the FAIR: Fundamental physics at the Facility for Antiproton and Ion Research // Phys. Scr. In press.
7. Borge M.J. G., Jonson B. ISOLDE past, present and future // J. Phys. G. Nucl. Part. Phys. 2017. V. 44. № 4. P. 044011.
8. Fomichev A.S., Grigorenko L.V., Krupko S.A. et al. The ACCULINA-2 project: The physics case and technical challenges // Eur. Phys. J. A. 2018. V. 54. № 6. P. 97–118.

EXOTIC NUCLEI

© 2019 B. Jonson

Chalmers University of Technology, Gothenburg, Sweden

E-mail: bjorn.jonson@chalmers.se

Received 12.02.2019

Revised version received 12.02.2019

Accepted 18.03.2019

One of the most interesting and intensively examined research directions in nuclear physics, i.e., the production and investigation of exotic nuclei in the vicinity of drip-lines is investigated. An historical overview of the development of research area is provided. Methods to produce such nuclei realized at the foremost research facilities in the world, e.g., CERN in Switzerland and GSI in Germany, are described. The critical change of the nuclear structure on approaching proton and neutron drip-lines, as well as the results of experimental studies of neutron- and proton-rich nuclei, the mechanism of neutron halo formation in neutron-rich isotopes of helium, lithium, beryllium, and boron, are discussed. In addition, medical applications of radioactive beams are discussed briefly.

Keywords: radioactive beam, nuclear drip-line, exotic nuclei, ISOLDE facility, heavy ion accelerator, fragment separator, beta-delayed proton emission, nuclear halo, neutron- and proton-rich nuclei, FAIR project, Borromean nucleus, CERN-MEDICIS project.

НАУКА
И ОБЩЕСТВО

**ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ОБРАЗОВАНИЯ
В ПОСТИНДУСТРИАЛЬНОМ ИНФОРМАЦИОННОМ ОБЩЕСТВЕ**

© 2019 г. В.Б. Бетелин

*Федеральный научный центр Научно-исследовательский институт системных исследований РАН,
Москва, Россия*

E-mail: betelin@niisi.msk.ru

Поступила в редакцию 06.11.2018 г.

Поступила после доработки 06.11.2018 г.

Принята к публикации 13.11.2018 г.

В статье кратко рассматриваются особенности системы образования в СССР, которая опиралась на концепцию массовой естественно-научной подготовки кадров, способных создавать новые фундаментальные и прикладные знания, технологии для развития стратегических отраслей промышленности. Либеральные рыночные реформы 1990—1992 гг. переориентировали систему образования в России на подготовку пользователей, потребителей технологий и продуктов, уже существующих на глобальных мировых рынках. Её модернизация в новом тысячелетии, по сути, завершает решение обозначенных в 1990-е годы задач. Реформы последних лет в образовательной сфере ведут к окончательному отказу от экономики промышленного производства сложных технических систем в пользу экономики услуг, которая не создаёт материальные богатства. Очевидное следствие такого отказа — полное разрушение системы образования, унаследованной от СССР, и утрата каких-либо надежд на восстановление экономически и социально значимых высокотехнологичных промышленных производств.

Ключевые слова: образование, система образования, информационное общество, либеральная рыночная экономика, “тракторная” система образования, экономика услуг, цифровизация, импортозависимость, экономический и технологический суверенитет.

DOI: <https://doi.org/10.31857/S0869-5873896582-592>

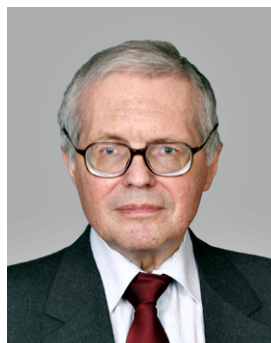
**ОСНОВНЫЕ КРИТЕРИИ ПОДГОТОВКИ
КАДРОВ В СССР**

Основным требованием и критерием успеха национальной системы образования в СССР была подготовка специалистов, способных создавать новые фундаментальные и прикладные знания, технологии для развития стратегических отрас-

лей промышленности (радиоэлектронной, микроэлектронной, военной, авиационно-космической, тяжёлого энергетического и транспортного машиностроения, судостроения) и обеспечения серийного производства промышленных изделий, а также надёжной, долговечной бытовой техники.

Так, в 1990 г. в СССР в эксплуатации находилось более 70 млн бытовых холодильников. Обеспеченность ими городского населения достигла 101% на 100 семей, сельского — 82% [1]. В 1990 г. на предприятиях Советского Союза было изготовлено свыше 3,7 млн бытовых холодильников, около 5,5 млн стиральных машин и более 10 млн телевизоров [2, 3]. По объёму производства телевизоров наша страна занимала четвёртое место в мире. К 1991 г. предприятия радиоэлектронной промышленности выпустили примерно 1 млн персональных компьютеров, в том числе свыше 500 тыс. учебных и более 160 тыс. бытовых [4].

В образовательной системе СССР школьная и вузовская ступени были неразрывно связаны



БЕТЕЛИН Владимир Борисович — академик РАН, научный руководитель ФНЦ НИИСИ РАН.

и нацелены в первую очередь на фундаментальное освоение естественно-научных дисциплин — математики, физики, химии, механики, электротехники, сопротивления материалов. В советской средней школе большая часть учебных часов отводилась на изучение математики и физики, причём по углублённой программе. В частности, во всех средних школах геометрию осваивали дедуктивно, с доказательствами, практически в объёме "Начал" Евклида. Учебные планы предусматривали регулярное выполнение школьниками домашних заданий и контрольных работ, организацию промежуточных и выпускных экзаменов. Вступительные экзамены в технические вузы охватывали всю теоретическую часть школьной программы по математике и физике. Один из знаменитых американских учёных и педагогов профессор С.П. Тимошенко, воспитанник российской инженерной школы конца XIX — начала XX в., посетив в 1959 г. после многих десятилетий работы в США Советский Союз, отметил: "Общая организация школ и методов преподавания очень похожа на ту, что имела место в дореволюционные годы. После хаоса, порождённого революционным экспериментаторством, традиционная система была восстановлена" [5, с. 82].

В технических вузах на первых ступенях обучения студентам читали фундаментальные курсы высшей математики и общей физики, на них опирались базовые и специализированные инженерные курсы. Тем самым достигалось положение, при котором технические вузы страны, независимо от их специализации, выпускали специалистов широкого профиля, способных быстро адаптироваться в любой области. При этом определённая избыточность подготовки инженерных кадров открывала возможность формировать технически грамотный управляющий персонал для предприятий и государственных структур.

Немаловажно, что жизнеспособность системы школьного образования обеспечивалась регулярной работой предметных отделов Министерства просвещения СССР и развитым аппаратом методистов на местах. К концу 1960-х годов важным элементом подготовки научно-технических кадров стала работа с одарёнными детьми через специализированные школы, внеклассные (факультативные) занятия в общеобразовательных школах, систему районных, городских, краевых, республиканских и всесоюзных олимпиад. В те же годы были созданы физико-математическая школа-интернат при Московском государственном университете им. М.В. Ломоносова, а затем и специализированные школы при других крупных вузах, заочная математическая школа при МГУ, физико-математический журнал для школьников "Квант", до 1990 г. выходивший тиражом

250—350 тыс. экземпляров. Систему развития и поддержки способностей одарённых учащихся, которая вносила существенный вклад в формирование научно-технической элиты страны и повышала уровень методической работы в обычных школах, курировало Министерство просвещения СССР.

Подчеркнём, что школьная и вузовская ступени обучения основывались на концепции массовой фундаментальной естественно-научной подготовки кадров, оплачиваемой государством, что гарантировало возможность конкурсного отбора лучших абитуриентов при поступлении в вузы, а затем и отбор лучших выпускников для промышленности, науки и образования. В дальнейшем затраты на специализацию выпускников в конкретной области и переподготовку, связанную с освоением новых научных, технических и технологических достижений, были минимальны. Именно эффективность подготовки кадров в области точных и естественных наук обеспечила в послевоенные годы и в первые годы космической эры быстрый научно-технический прогресс и успехи СССР в создании авиакосмической промышленности, судостроения, атомной и традиционной энергетики, нефтехимической промышленности.

В конечном счёте благодаря отлаженной системе фундаментальной подготовки по математике и физике в образовательных школах и на младших курсах технических вузов [5] удалось выполнить ряд важных задач, к решению которых нынешняя европейская система высшего образования в рамках Болонского процесса только ищет подходы: были стандартизированы базовые курсы в масштабе страны, обеспечена внутридисциплинарная и междисциплинарная мобильность студентов и выпускников, созданы предпосылки для перманентного обучения в течение всей профессиональной карьеры.

ОБРАЗОВАНИЕ В РОССИИ В КОНТЕКСТЕ РЫНОЧНЫХ РЕФОРМ

Суть либеральных рыночных реформ правительства Е.Т. Гайдара состояла в том, чтобы сформировать в промышленном секторе экономику услуг, в основе которой лежит не производство собственной промышленной продукции, а оказание услуг по её продаже и использованию, вне зависимости от того, где и кем эта продукция произведена. В итоге страна лишилась крупных предприятий, где осуществлялось массовое производство бытовой техники и электроники, электронной компонентной базы (ЭКБ). Как следствие, на внутреннем рынке России отечественная продукция была замещена произво-

димой крупнейшими корпорациями мира. Продажу и обслуживание товаров массового спроса и оборудования, а в дальнейшем и его "отвёрточную сборку" обеспечивала аффилированная с зарубежными компаниями-поставщиками сеть малых и средних российских коммерческих фирм, которые в постреформенной России фактически играют ту же роль, что и производители бытовой техники и электроники в СССР, но с одним существенным отличием: они не являлись потребителями отечественной ЭКБ.

В результате десятки тысяч высококвалифицированных специалистов, занятых производством промышленной продукции, в том числе микроэлектроники и радиоэлектроники, были вынуждены эмигрировать из России ввиду стремительного снижения востребованности на внутреннем рынке труда. Так, директор Аналитического центра Института международных исследований МГИМО (У) МИД России А.А. Казанцев и ведущий научный сотрудник Центра постсоветских исследований этого же института К.П. Боришполец оценили ситуацию следующим образом: "В соответствии с официальной версией, по состоянию на начало XXI в. из РФ уехало около 200 тыс. учёных. Оценки российских потерь от интеллектуальной миграции у разных экспертов различаются. Данные Комиссии по образованию Совета Европы указывают на то, что Россия из-за эмиграции учёных, студентов и специалистов теряет в среднем 50–60 млрд долл. в год. Отток профессиональных кадров негативно влияет на темпы роста экономики страны, так как эмигранты не участвуют в создании национального продукта и в развитии страны. Итогом таких действий являются потери каждые 5–7 лет, начиная с 1992 г., одного годового бюджета только за счёт прямых потерь" [6, с. 209]. Информационно-аналитический журнал "Аккредитация в образовании" в обзорной статье утверждал, что "с 1990 по 2006 г. из России эмигрировали 500 тыс. программистов и инженеров. По данным Комиссии по образованию Совета Европы, в сумме по годам из-за эмиграции перспективных специалистов Россия потеряла к 2006 году не менее триллиона долларов" [7]. Приведенные данные показывают, что за первые годы реформ за рубежом было трудоустроено несколько сот тысяч высокообразованных россиян. Этот факт убедительно демонстрирует, что образовательная и научная база, общая культура специалистов, подготовленных в СССР, находились на довольно высоком уровне, вполне достаточном для быстрой трудовой и социальной адаптации в промышленно развитых странах ЕС, США и Канаде. Одновременно в России быстрыми темпами формировался спрос на специалистов по продажам, обслуживанию и использованию бытовой техники и электроники крупных зарубежных компаний. Соответственно, и система образования практически полностью переориентировалась на подготовку таких кадров.

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЩЕСТВО – ПРОЕКТ ЛИДЕРОВ ГЛОБАЛЬНОГО ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО РЫНКА

22 июля 2000 г. главы государств и правительств стран "Группы восьми" приняли Окинавскую хартию глобального информационного общества [8]. Провозглашая информационные технологии (ИТ) одним из наиболее важных факторов, влияющих на формирование общества XXI в., хартия закрепила следующие основные положения:

- все люди повсеместно, без исключения, должны иметь возможность пользоваться преимуществами глобального информационного общества (ст. 3);
- в целях получения социальной и экономической выгоды оказывать содействие развитию конкуренции и открытию рынков для информационных технологий и телекоммуникационной продукции и услуг, включая недискриминационное и основанное на затратах подключение к основным телекоммуникациям (ст. 7);
- содействовать установлению благоприятных рыночных условий, необходимых для предоставления населению услуг в области коммуникаций (ст. 10);
- поощрять использование ИТ в целях предоставления гражданам возможности пожизненного обучения с применением передовых методик (ст. 11);
- для укрепления человеческого потенциала уделять повышенное внимание базовому образованию, а также расширению возможностей пожизненного обучения с упором на развитие навыков использования информационных технологий (ст. 19).

Таким образом, согласно Окинавской хартии, информационное общество квалифицировалось как общество пользователей, освоивших и получивших навыки работы с ИТ через образование и пожизненное обучение. Государства, подписавшие хартию, включая Россию, взяли на себя обязательство обеспечить каждому гражданину возможность приобретения навыков работы с ИТ и создать благоприятные рыночные условия для оказания населению платных услуг в области коммуникаций, в том числе путём открытия внутреннего рынка для информационных технологий, телекоммуникационной продукции и услуг. Называя вещи своими именами, хартия подразумевала обязательство стран, входящих в "Группу восьми", приобретать вычислительную, комму-

никационную технику и программные продукты прежде всего у компаний США, контролирующих большую часть мирового рынка полупроводников, а также прививать "всем людям повсеместно" навыки работы с аппаратурой и программным обеспечением этих корпораций.

На Всемирном саммите по информационному обществу (World Summit on the Information Society), состоявшемся в декабре 2003 г. в Женеве, была принята Декларация принципов построения информационного общества [9]. Перечислим её основные приоритеты:

- органам государственного управления, а также частному сектору, гражданскому обществу, Организации Объединённых Наций и другим международным организациям надлежит сыграть важную роль в развитии информационного общества, взяв на себя за это ответственность [9, с. 3];

- информационная и коммуникационная инфраструктура — необходимый фундамент открытого для всех информационного общества [там же];

- предоставление универсального, повсеместного, справедливого и приемлемого в ценовом отношении доступа к инфраструктуре информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) и услугам на базе ИКТ составляет одну из задач информационного общества [там же];

- государство должно компенсировать, при необходимости, неэффективность рыночных механизмов, поддерживать добросовестную конкуренцию и содействовать развитию инфраструктуры ИКТ и приложений на базе ИКТ [там же, с. 5].

В числе важных документов, принятых на этой встрече, — Декларация Комиссии по всемирной информационной инфраструктуре [10]. Выделим наиболее важные её положения:

- нейтралитет в области технологий должен быть критерием государственной национальной политики;

- государственная политика должна быть направлена на максимальное расширение возможностей рыночных сил;

- конкуренция в сфере ИКТ — это цель, к которой все должны стремиться.

Следует отметить, что Комиссия по всемирной информационной инфраструктуре объединяет высших исполнительных чиновников компаний, работающих в сфере информационных и коммуникационных технологий, которые заинтересованы в многократном увеличении рынков сбыта своей продукции [10–12]. Проще говоря, декларация и другие документы Всемирного саммита по информационному обществу фактически распространили на страны, подписавшие эти документы, обязательство "Группы восьми" приобретать радиоэлектронику и программное обеспечение прежде всего у компаний США, тем самым

гарантировав многократное увеличение объёмов их продукции.

В числе итоговых документов Всемирного саммита — План действий, в котором перечислены задачи построения открытого для всех информационного общества и сроки их исполнения к 2015 г. [10]:

- охват ИКТ и подключение к сети Интернет деревень, университетов, колледжей, средних и начальных школ, научно-исследовательских центров, библиотек, музеев, почтовых отделений, архивов, больниц, государственных учреждений;

- обеспечение доступа к ИКТ в пределах досягаемости более чем для половины населения планеты.

План предусматривал также внесение изменений в программы начальных и средних школ, в том числе включение задачи по массовой подготовке пользователей и потребителей продукции лидеров глобального рынка полупроводников, радиоэлектроники и программного обеспечения.

ОТ ЭКОНОМИКИ МАТЕРИАЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ К ЭКОНОМИКЕ УСЛУГ

На заседании Общественной палаты РФ 21–22 сентября 2007 г. по вопросам развития образования ректор Национального исследовательского университета "Высшая школа экономики" (ВШЭ) Я.И. Кузьминов, возглавлявший Комиссию Общественной палаты РФ по интеллектуальному потенциалу, в пленарном докладе "Образование и общество: готова ли Россия инвестировать в своё будущее?" [13] представил проект образовательной системы постиндустриального информационного общества, цели, задачи и методы которой по существу полностью соответствовали изложенным в Окинавской хартии, Декларации принципов построения информационного общества и в других материалах Всемирного саммита в Женеве. Докладчик подчеркнул, что "образование является фундаментом... экономики постиндустриального информационного общества. Оно... готовит специалистов под конкретные рабочие места" на основе принципа "образование длиною в жизнь" и постоянной модернизации самого образования [там же, с. 5]. И далее констатировал: "Мы — наследники образовательной системы индустриальной эпохи и, не проводя её трансформации для новой экономики и новых общественных процессов, обрекаем себя на цивилизационное отставание" [там же].

Действительно, для новой российской либеральной экономики, главная цель которой — прибыль, и для порождённых этой экономикой новых общественных процессов, в основе которых лежат

не культ знаний, а культ денег и принцип "каждый за себя и против всех", "образование должно в первую очередь решать задачи граждан" [там же, с. 51]. Добавим: но не задачи общества и государства. Между тем цель советских школ, институтов и университетов заключалась в том, чтобы "делать кадры" в интересах государства и общества, а не "делать деньги" на образовательной деятельности в интересах акционеров и клиентов, поэтому, безусловно, «отечественная образовательная система — и в целом, и в её основной "клеточке" (традиционном образовательном учреждении от школы до университета) — никак не настроена на базовые механизмы и ценности, присущие рыночной экономике» [там же, с. 40].

Успешность трансформированной системы образования, утверждалось в докладе, необходимо оценивать не уровнем развития национальной науки и промышленности, а результатами международных сравнительных исследований и позиций в международных рейтингах, поскольку "наша образовательная система должна... добиваться... конкурентных преимуществ в мировом соревновании в сфере образования" [там же, с. 5].

Кроме того, "анализ структуры учебного плана, как и содержания обучения в нашей школе, — декларировал докладчик, — позволяет утверждать, что в них заложены важные причины отставания в формировании ключевых компетенций, способности жить и работать в информационном обществе" [там же, с. 59]. Один из приведённых примеров такого "анализа" касался проблемы здоровья детей: «Российская школа "славится" очень высокой учебной нагрузкой. Давно (когда? — В.Б.) установлена связь (кем? — В.Б.) этого фактора с уровнем заболеваемости учащихся (за последнее пятилетие он поднялся на 21 % среди детского возрастного контингента до 14 лет)» [там же, с. 18]. При этом более вероятные причины роста заболеваемости детей (падение уровня жизни и медицинского обслуживания населения России в результате либеральных реформ) не указывались.

Другой аналитический пример из доклада — обсуждение влияния образования на уровень дохода. "Премия" за высшее образование в России, утверждалось в нём, ниже, чем в других странах. Из этого следовал вывод: "Значительная часть выпускников программ профессионального образования в России не получает компетенций, востребованных на рынке труда" [там же, с. 16]. Однако, во-первых, не уточнялось, на каком именно рынке труда — глобальном или российском — не востребованы компетенции этих выпускников, а во-вторых, не называлась причина этой невостребованности. То ли требования рынка труда ниже, чем уровень компетенций, то ли, наоборот, уровень компетенций ниже требований

рынка труда. Далее следовал такой тезис: «Экономический спад 1990-х годов привёл к резкому падению спроса предприятий на работников со "свежими" квалификациями» [там же, с. 39]. При этом не упоминались причины спада — либеральные экономические реформы, которые привели к стремительной деградации российского реального сектора экономики, что, собственно, и снизило в конце 1990-х — начале 2000-х годов востребованность выпускников инженерных специальностей на внутреннем рынке труда и послужило поводом для эмиграции значительной части выпускников.

Либеральные рыночные реформы 1990-х годов предоставили права и свободы в образовательной сфере, в том числе возможность создания негосударственных образовательных учреждений, и в экономической деятельности. Вместе с тем "бюджетное финансирование образования в начале 1990-х годов оказалось сокращённым в разы. Государство фактически покинуло систему образования" [там же, с. 41]. Как, впрочем, "покинуло" и науку, и промышленность в соответствии с либеральной рыночной парадигмой. Однако "ухудшение ситуации с качеством и доступностью образования" в результате реформ в докладе бездоказательно связывалось с отказом и откатом от этих преобразований в 1998 г. [там же, с. 42]. Хотя очевидно, что унаследованная от СССР система образования основывалась на государственном бюджетном финансировании и при его отсутствии не могла не деградировать.

Следствием падения системы образования и обвального снижения уровня жизни населения в результате либеральных рыночных реформ стали:

- неравенство в доступности школьного образования [там же, с. 8];
- возросшая платность дополнительного образования [там же, с. 9];
- отсутствие в немалой части школ должного качества образования [там же, с. 10];
- участвовавшие случаи коррупции среди учителей и преподавателей [там же, с. 54];
- появление среди зарегистрированных безработных весьма значительной группы людей с "плохими" дипломами [там же, с. 11], то есть тех специалистов, уровень компетентности которых ниже требований внутреннего рынка труда.

Докладчик напомнил, что в 2000 г. неправительственный Центр стратегических разработок во главе с Г.О. Грефом сформулировал план развития страны, названный впоследствии "Программой Грефа". В рамках предложенной автором модернизации были введены единый государственный экзамен (ЕГЭ), профильная старшая школа и двухуровневое высшее образование. И неожиданно (!) "реализация этих реформ сов-

пала... со значительным улучшением бюджетной поддержки образования... На фоне постепенного ресурсного обеспечения правительству удалось приступить к реализации своей программы" [там же, с. 42]. Другими словами, при финансовой поддержке государства уже в 2000 г. начался демонтаж сильно деградировавшей образовательной системы, унаследованной от СССР. Прежде всего это связано с введением ЕГЭ, основная задача которого — формирование у школьников навыков, но не знаний. Развитие непрерывного образования, обеспечивавшего возможность "постоянно повышать качество навыков", было декларировано в 2004 г. [там же, с. 24]. Таким образом, демонтаж начался непосредственно после присоединения России к Окинавской хартии (2000 г.) и женеvской Декларации принципов построения информационного общества (2003 г.), которые, в частности, указывали на необходимость расширения возможностей пожизненного обучения с уклоном на развитие навыков использования информационных технологий. В докладе 2007 г. отмечалось, что "прогресс в этой области неудовлетворителен" [там же].

Одно из ключевых положений цитируемого документа: "образование длиною в жизнь готовит специалистов под конкретные рабочие места" [там же, с. 5], то есть переход к индивидуальной подготовке специалистов-пользователей, владеющих ограниченным набором навыков применения технологий и изделий в конкретной области деятельности. Переход к другой узкой области для такого специалиста, очевидно, связан с прохождением новой образовательной траектории [там же, с. 48]. Чем уже траектория обучения и больше в ней "точек ветвления", тем чаще будут обращаться к рыночной системе предоставления образовательных услуг и, соответственно, тем больше будет её выручка. Свобода выбора таких траекторий самими учащимися или их родителями освобождает рыночную систему образования от ответственности за ошибку, повлекшую прохождение ненужной траектории, но, что самое главное, — увеличивает доходность этой системы. Аналогичные цели, то есть делегирование ответственности за конечный результат на самих учащихся и их родителей, попечительские, наблюдательные и школьные советы при одновременном росте выручки "траекторной" системы образования, преследовала и предложенная в докладе отмена ограничений автономии муниципалитетов, школ и учителей в таких вопросах, как организация, содержание образовательного процесса, обеспечение участия общественности и бизнеса в управлении учебными заведениями и в контроле за качеством образования. Очевидно, что, во-первых, "траекторная" образователь-

ная система более затратна и менее эффективна для общества и государства, чем образовательная система СССР, а во-вторых, эти дополнительные затраты необходимы только для увеличения объёма российского рынка образовательных услуг. Понятно и другое: навязываемая реформой ориентированность национальной образовательной системы на мировой образовательный рынок приведёт к её изоляции от науки и промышленности.

В целом доклад 2007 г. носил декларативный, безальтернативный характер и фактически отражал только одну точку зрения на проблемы образования в России и пути их решения, которая сводилась к тому, что надо готовить не создателей новых технологий и продуктов, а пользователей и потребителей мирового рынка готовых изделий. Между тем в самом докладе, где речь шла об обновлении общего образования, отмечалось: "Преподавание будет вестись на проблемной основе с обсуждением альтернативных решений" [там же, с. 70], а не "на подходе, основанном на навязывании одной точки зрения" [там же, с. 13].

РОССИЙСКАЯ СИСТЕМА ОБРАЗОВАНИЯ ПЕРЕЖИВАЕТ КРИЗИС

В 2009—2012 гг. Министерство образования и науки РФ утвердило федеральные государственные образовательные стандарты начального общего образования (приказ № 373 от 22 декабря 2009 г.), основного общего образования (№ 1897 от 1 февраля 2011 г.) и среднего общего образования (№ 413 от 17 мая 2012 г.), чтобы законодательно обеспечить трансформацию унаследованной от СССР системы начального общего и среднего образования в соответствии с положениями доклада 2007 г.

Действительно, в государственной программе Российской Федерации "Развитие образования" на 2013—2020 годы [14], в частности в подпрограмме 2 "Развитие дошкольного, общего и дополнительного образования детей", "модернизация содержания образования и образовательной среды" названа одной из основных задач [там же, с. 12]. К её целевым индикаторам относится "удельный вес численности российских школьников, достигших базового уровня образовательных достижений в международных сопоставительных исследованиях (PIRLS, TIMSS, PISA), в общей их численности" [там же, с. 13]. На финансирование подпрограммы было выделено с 2013 по 2018 г. более 137 млрд руб.

В июне 2016 г. Минобрнауки России утвердило ведомственную целевую программу "Российская электронная школа" на 2016—2018 годы [15]. В ходе её реализации предполагалось сформировать "инструментарий построения индивидуаль-

ной образовательной траектории, позволяющей выстраивать учебный процесс с учётом особенностей психофизического развития и индивидуальных возможностей обучающихся" [там же, с. 15], а также создать "инструментарий взаимодействия всех участников образовательных отношений — обучающихся, их родителей (законных представителей несовершеннолетних обучающихся), педагогических работников, организаций, осуществляющих образовательную деятельность" [там же, с. 21]. Общий объём финансирования программы — 1,7 млрд руб.

Оказывается, однако, что после 10-летней деятельности по реализации положений доклада Общественной палаты РФ российская система образования переживает кризис. И это замечают не внешние критики, а сам докладчик — ректор ВШЭ Я.И. Кузьминов. С констатации глубины кризиса начинается редакционная часть его интервью "Лекарство от неуспешности", опубликованное в газете "Московский комсомолец" 19 апреля 2018 г. [16]. О кризисе, в частности, свидетельствуют приведённые Я.И. Кузьминовым данные: "Сегодня 28% выпускников школы не осваивают базовых знаний и умений минимум по одному предмету, а 18% — по двум и больше". Это означает, что к 2018 г. в ходе выполнения государственной программы РФ "Развитие образования" на 2013—2020 годы не произошло "обеспечения высокого качества российского образования в соответствии с меняющимися запросами населения и перспективными задачами развития российского общества и экономики" [14, с. 3], что ставит под сомнение достижение целей самой программы. Не состоялось также ожидаемого в итоге "улучшения результатов российских школьников по итогам международных сопоставимых исследований качества общего образования (PIRLS, TIMSS, PISA)" [там же, с. 5].

О кризисе, с точки зрения интервьюируемого, свидетельствует и тот факт, что плохо обеспечиваются равные возможности получения образования детьми, независимо от дохода их семьи и образовательного уровня родителей. Иными словами, к 2018 г. цель подпрограммы 2 — "создание в системе дошкольного, общего и дополнительного образования детей равных возможностей для современного качественного образования" [там же, с. 12] — не достигнута.

В редакционной части, предваряющей интервью, говорится, что Россия занимает 89 место по обеспечению квалифицированными кадрами. А это значит, что поставленная в программе "Развитие образования" на 2013—2020 годы задача — "обеспечение потребностей экономики Российской Федерации в кадрах высокой квалификации по приоритетным направлениям модернизации

и технологического развития" [там же, с. 5] — не решается.

Программой "Развитие образования", основанной на положениях доклада 2007 г., в качестве целей декларировалось "повышение эффективности использования бюджетных средств" [там же]. Однако изложенные в интервью факты говорят об обратном. Цели и ожидаемые результаты не достигнуты, значит, выделенные на реализацию программы средства использовались неэффективно. А это требует, по крайней мере, детального анализа причин. Однако в редакционной части интервью автору ставится вопрос "Как исправить такую ситуацию?", но не "Каковы причины, приведшие к её развитию?" Путь к "исправлению" Я.И. Кузьминов обозначил так: «Надо перейти от политики, когда мы образование просто подерживали по принципу "выживет — и хорошо", к "инвестированию в образование". Инвестиция примерно 4% ВВП в ближайшие 6 лет даст нам возможность получить к 2030 году дополнительно 10% ВВП, а к 2040 году — ещё 20% ВВП».

Напомним, что в докладе 2007 г. ректор ВШЭ уже говорил "о необходимости увеличения доли образования в ВВП на 2,5—3 процентных пункта: с нынешних 3,5 до 5,5—6% ВВП бюджетного вклада и с нынешних 2 до 3,5% ВВП — вклада частных лиц и предприятий" [13, с. 75]. Другими словами, совокупная доля бюджетного вклада и вкладов частных лиц и предприятий в образование в 2007 г. составляла 5,5%; её, как обозначено в докладе (гл. 4. Что делать), предлагалось увеличить за 2008—2010 гг. ещё на 1,3%, то есть довести до 6,8%.

Далее в интервью формулировались принципиальные задачи, которые должно решать образование в России. И первая из них — обеспечить экономический рост, для чего следует повысить качество обучения, особенно на завершающих стадиях, в школе, колледже и вузе. Это значит, что проблема обеспечения качества образования, требуемого для экономического роста, до настоящего времени не решена и не может быть решена в рамках образовательной системы, которая готовит пользователей существующих технологий, а не создателей новых.

Решение второй национальной задачи — совершение технологического прорыва — Я.И. Кузьминов видит не только в развитии исследований и разработок, а и в обучении студентов, "способных отбирать и развивать передовые технологии с глобального рынка". Совершить технологический прорыв, основанный на передовых технологиях, в контексте построения информационного общества, очевидно, означает подготовить пользователей и потребителей продукции лидеров глобальных рынков полупроводников, радио-

электронных изделий и программного обеспечения, в числе которых нет российских компаний, но не означает создать в России подобные производства.

Решение третьей задачи автор интервью связал с обеспечением действительно равных для каждого школьника возможностей получения образования, независимо от родительских доходов. Как констатировал ректор ВШЭ, она российской системой образования выполняется плохо, то есть до настоящего времени не решена. Добавим: и не может быть решена в рамках образовательной системы, настроенной на "базовые механизмы и ценности, присущие рыночной экономике".

Из изложенного следует, что кризис российской системы образования — это совокупный результат кризиса и промышленности, и науки вследствие 25-летнего формирования в нашей стране экономики услуг и соответствующей трансформации унаследованных от СССР науки и образования. Один из катастрофических итогов такого реформирования в области микроэлектроники и радиоэлектроники — критическая зависимость нашей страны от импорта ИТ-оборудования (от 80 до 100% по различным категориям) и программного обеспечения (около 75%). Ещё бóльшая зависимость — от импорта бытовой электроники. Например, сегодня в России, как и в конце 1990-х годов, продаётся от 8 до 10 млн телевизоров, но только под торговыми брендами Samsung, LG, Sony, Philips, Sharp и т. д.

В настоящее время полупроводниковые фабрики страны могут производить ограниченными сериями (не массово!) микроэлектронику с проектной нормой не ниже 90 нм, что соответствует технологическому уровню массовой микроэлектронной продукции компании INTEL 2004 г., то есть 14-летней давности.

СИСТЕМА ОБРАЗОВАНИЯ ЭКОНОМИКИ УСЛУГ

В апреле 2018 г. Центр стратегических разработок и Национальный исследовательский университет "Высшая школа экономики" опубликовали доклад "Двенадцать решений для нового образования" [17]. С докладом "Образование и общество: Готова ли Россия инвестировать в своё будущее?" (2007) его роднит общее ключевое положение — создание новой системы образования России, нацеленной на подготовку кадров для экономики услуг, то есть, согласно Налоговому кодексу РФ, для деятельности, не имеющей материального выражения. Действительно, в докладе 2007 г. речь шла о создании фундамента экономики постиндустриального информационного общества [13, с. 5], в докладе 2018 г. — о создании «"мостика", обеспечивающе-

го не только российской экономике, но и всему обществу переход в цифровую эпоху» [17, с. 23]. По сути, предлагается окончательно отказаться от экономики материального производства сложных технических систем в пользу экономики услуг, связанной с их продажей и использованием. Очевидное следствие такого отказа — радикальная перестройка, а точнее, полное разрушение системы образования, унаследованной от СССР.

Образовательная система новой экономики, конечно, основывается на концепции подготовки пользователей, потребителей технологий и продуктов глобальных мировых рынков, прежде всего рынков полупроводников, радиоэлектроники и программного обеспечения. Потребителей, оказывается, надо учить не технологиям производства этих продуктов, а технологиям их продаж и использования, вне зависимости, где и кем эти продукты произведены — российскими или зарубежными компаниями, поскольку "Россия — часть мировой экономики" [13, с. 60]. Соответственно, и решение ключевой задачи — "поддержание конкурентоспособности России в глобальном соревновании инновационных экономик" [там же, с. 5] — надо понимать не как обеспечение производства, например высокотехнологичного ИТ-оборудования или программных средств, а как оказание услуг по их продаже и использованию.

Аналогичным образом следует трактовать и "конкретные решения для радикального усиления вклада сферы образования в экономический рост, технологическую модернизацию, социальную устойчивость и глобальную позицию России", упомянутые в докладе 2018 г. [17, с. 4]. Например, в нём утверждается, что "образование является растущей отраслью экономики. Растёт масштаб рынка образовательных услуг. Экспорт образования... может составить десятки миллиардов долларов" [там же, с. 5]. И переход к новой модели образования будет "стимулировать формирование в России нового рынка образовательных ресурсов и сервисов, а также обеспечит выход российских компаний на глобальный рынок" [там же, с. 100]. Роль государства в процессе запуска этого рынка — начальные инвестиции в закупки и "доступ частных игроков на рынок образования" [там же, с. 101]. Одним словом, государство, согласно докладу, должно профинансировать и обеспечить правовую поддержку создания частной системы образования, цель которой — получение прибыли "в течение всей жизни" клиента, а не подготовить специалистов для промышленности и науки страны. Идеальным инструментом в деле подготовки таких "вечных" клиентов, обеспечивающим новой системе образования их неиссякаемый поток, служат образовательные траектории — ключевая методическая основа докладов 2007 и 2018 гг.

Образование в докладе "Двенадцать решений..." как фундамент построения постиндустриального информационного общества уже не рассматривается. Однако декларируется, что оно должно соответствовать "глобальному тренду цифровизации, который нельзя остановить и опасно игнорировать" [17, с. 19]. Разумеется, остановить "тренд цифровизации" нельзя, поскольку его локомотив и катализатор — полупроводниковая отрасль США, преследующая многократное увеличение как ёмкости глобального рынка полупроводников и радиоэлектроники, так и формирование новых высокотехнологичных массовых рынков [18]. Этот тренд действительно опасно игнорировать, поскольку Россия выступает исключительно как потребитель устройств и систем, поэтому и цифровизацию образования, и переход в цифровую эпоху российской экономике и всему обществу можно обеспечить только на основе продукции глобальных мировых рынков, иначе говоря, ценой полной импортозависимости от полупроводниковых и радиоэлектронных компаний США и полной утраты своих высокотехнологичных отраслей. Реальность такого перехода России в цифровую эпоху подтверждается итогами построения информационного общества: зависимость эксплуатируемого в стране ИТ-оборудования от импорта составляет от 80 до 100%. Однако в обоих докладах эти проблемы не обсуждаются, поскольку учить надо технологиям продаж и использования высокотехнологичных продуктов, невзирая на то, где и кем они произведены.

НАШЕ БУДУЩЕЕ — "ЖИЗНЬ В НЕОПРЕДЕЛЁННОМ И МЕНЯЮЩЕМСЯ МИРЕ"

Именно с позиций экономики услуг авторы доклада "Двенадцать решений..." обосновывают необходимость создания нового образования, которое "будет готовить людей к жизни в неопределённом и меняющемся мире" и станет "их постоянным спутником и помощником" [17, с. 25]. И такой взгляд на перспективу будет формироваться у представителей нашего общества и поддерживаться при обучении, конечно, на платной основе, в течение всей жизни. С позиций экономики услуг он вполне обоснован, поскольку ни направления, ни возрастающая скорость обновления моделей высокотехнологичных потребительских товаров без понимания технических и экономических проблем их производства не поддаются сколько-нибудь долгосрочному прогнозированию. Именно экономика услуг, а не экономика промышленного производства сложных технических систем идентифици-

руется в докладе 2018 г. как "современная быстро меняющаяся экономика", требующая "непрерывного обновления знаний и навыков населения" [там же, с. 21]. Причём скорость её изменения определяется, согласно "стратегии двойного сокращения", скоростью изменения моделей потребительских высокотехнологичных товаров [18]. Соответственно, требуется "обновление знаний" о происшедших изменениях в потребительских свойствах обновлённых моделей.

В условиях быстро меняющейся экономики услуг, как это и констатируют авторы доклада 2018 г., "принудительной школе приходит конец" [17, с. 24], то есть приходит конец школе, которая была в России основой системы образования экономики материального производства сложных технических систем. И её методическую основу подрывает не цифровая революция XXI в., как утверждается в докладе "Двенадцать решений..." [там же, с. 23], а формируемая более 10 лет система образования экономики услуг с такими элементами, как ЕГЭ, двухуровневое высшее образование [13, с. 42] и образовательные траектории [13, с. 48; 17, с. 24].

С позиции системы образования, основанной на экономике промышленного производства сложных технических систем, трудно согласиться и с рядом других основополагающих тезисов доклада 2018 г. Например, со смелым утверждением, что в результате цифровой революции "на горизонте 5—7 лет искусственный интеллект... попадет в руки каждого школьника, сделает бессмысленным значительную часть действующих школьных регламентов. Учитель не сможет определить, выполнил ученик домашнее задание сам или за него это сделал электронный помощник" [17, с. 24]. Есть два возражения на этот счёт. Во-первых, основная задача учителя "принудительной школы" при проверке домашнего задания заключается не в уличении ученика в списывании, а в том, чтобы определить, усвоил ученик знания и имеет ли навыки, необходимые для их применения при выполнении задания. Во-вторых, нет никаких убедительных доказательств возможности создания ни на горизонте 5—7, ни даже 50—70 лет так называемого искусственного интеллекта, который сделал бы бессмысленным значительную часть регламентов "принудительной школы".

Трудно согласиться также и с тем, что "технологии виртуальной реальности создают возможность использования цифровых тренажёров для освоения буквально любой профессии и профессиональной квалификации... Это в перспективе безгранично расширяет круг изучаемых технологий, создаёт возможность их освоения ещё в школе" [там же, с. 25]. Во-первых, освоение профессий, связанных с созданием и использованием циф-

ровых тренажёров сложных технических систем, например авиалайнера или атомной энергетической установки, невозможно без фундаментальной подготовки в области физики, математики и механики на уровне вуза, но не школы. Во-вторых, даже при наличии положительной оценки работы обучаемого на цифровом тренажёре уровень его профессиональной подготовки оценивается, в конечном счёте, по результатам практического управления авиалайнером или атомной энергетической установкой. В-третьих, время, необходимое для подготовки таких специалистов, исчисляется годами и, следовательно, нет никаких оснований утверждать о перспективах безграничного расширения круга изучаемых технологий даже в вузах, не говоря уже о школе.

Итак, экономика "будущего неопределённого и меняющегося мира", для которого и создаётся новое образование, не может и не будет основываться на промышленном производстве сложных технических систем. Однако для оказания каких-либо услуг этому миру потребуются продукты материального производства, создаваемые в мире с другой экономикой. Допустим, для оказания цифровых услуг потребуются вычислительное и коммуникационное оборудование, производство которого сегодня основано на стратегии "двойного сокращения" [18]. Эта стратегия, в конечном счёте, и является источником неопределённости и быстрой изменчивости мира экономики цифровых услуг.

ИМПОРТОЗАВИСИМОСТЬ КАК УГРОЗА ЭКОНОМИЧЕСКОМУ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ СУВЕРЕНИТЕТУ СТРАНЫ

Необходимо отметить, что идеологическую основу доклада "Двенадцать решений для нового образования" составляет проект "Будущее образования: глобальная повестка", подготовленный Агентством стратегических инициатив, Московской школой управления "Сколково" и Сколковским институтом науки и технологий (Сколтех) [19]. Действительно, в этом 211-страничном документе изложены основные положения построения глобальной образовательной системы как основы нового "нераспакованного" рынка образования на многие миллиарды долларов [там же, с. 12]. Контуры этой системы прорисовываются пока только в США [там же, с. 75]. Её движители — информационные технологии, медицина и финансы, то есть отрасли, в которых лидируют американские компании [там же, с. 5]. А глобальная образовательная система должна готовить потребителей их промышленной продукции.

Образование, по мнению сторонников высказанных в проекте Сколтеха идей — авторов доклада 2018 г., "и само является растущей отраслью экономики", сопоставимой с нефтяной. "Это такой же ресурс, и он должен стать ключевым фактором роста благосостояния страны и каждого человека во второй четверти XXI века" [17, с. 7]. Очевидно, что глобальная образовательная система будет формировать активных носителей идеологии импортозависимости России, прежде всего в области микроэлектроники, радиоэлектроники и цифровых технологий.

За последние 25 лет в нашей стране выросло целое поколение людей, которые и в школе, и в вузе, и в домашнем хозяйстве эксплуатировали радиоэлектронные устройства только зарубежных, но не отечественных производителей. В этом и состоит первопричина импортозависимости государства — она в головах тех, кто более полувека пользуется зарубежной техникой и технологиями. Этот человеческий фактор — не что иное, как реальная угроза утраты экономического и технологического суверенитета России, которая пока не осознана ни обществом, ни государством. В рамках либеральной экономики услуг она не устранима. В этих условиях формирование в стране цифровой экономики услуг и соответствующей системы образования означает полную утрату каких-либо надежд на восстановление экономически и социально значимых высокотехнологичных промышленных производств, в том числе в сфере полупроводниковой радиоэлектроники, то есть, в конечном счёте, утрату экономического и технологического суверенитета страны.

ЛИТЕРАТУРА

1. История холодильников в СССР. История России. <http://statehistory.ru/1299/Istoriya-kholodilnikov-v-SSSR/>
2. *Гражданкин А.И., Кара-Мурза С.Г.* Белая книга: Промышленность и строительство в России: 1950–2014 гг. М.: ООО "ТД-Алгоритм", 2016.
3. 75 лет электронному телевидению в России и первому отечественному телевизору ТК-1. <http://Computer—museum.ru/article/televidenie-i-radioveshchanie/188/>
4. История отечественной вычислительной техники / Под ред. С. В. Хохлова. Изд. 2-е, испр. и доп. М.: Издательский дом "Столичная энциклопедия", 2017.
5. *Велихов Е.П., Бетелин В.Б., Кушниренко А.Г.* Промышленность, инновации, образование и наука в России. М.: Наука, 2010.
6. *Казанцев А.А., Боришполец К.П.* "Утечка мозгов" из России как политико-управленческая проблема // Вестник МГИМО-Университет. 2013. № 6(33). С. 209.

7. Шестая волна российской эмиграции // Аккредитация в образовании. 2012. № 54. http://akvobr.ru/shestaja_volna_emigracii.html
8. Окинавская хартия глобального информационного общества. 21 июля 2000 г. <http://www.kremlin.ru/supplement/3170>
9. Всемирная встреча на высшем уровне по вопросам информационного общества. Женева, 2003 – Тунис, 2005. Декларация принципов построения информационного общества – глобальная задача в новом тысячелетии. http://www.un.org/ru/events/pastevents/pdf/dec_wsis.pdf
10. Всемирный саммит по информационному обществу. <http://www.ifap.ru/library/book193.pdf>
11. Конференции, заседания и мероприятия ООН. Всемирная встреча на высшем уровне по вопросам информационного общества. Женева, 2003 – Тунис, 2005. <http://www.un.org/ru/events/pastevents/wsis.shtml>
12. Всемирная встреча на высшем уровне по вопросам информационного общества. Женева, 2003 – Тунис, 2005. Тунисская программа для информационного общества. http://www.un.org/ru/events/pastevents/pdf/agenda_wsis.pdf
13. Образование и общество: Готова ли Россия инвестировать в своё будущее? Доклад Общественной палаты Российской Федерации. М., 2007. https://www.hse.ru/data/473/686/1235/20071220_report.pdf
14. Государственная программа Российской Федерации "Развитие образования" на 2013–2020 годы. <http://static.government.ru/media/files/0kPx2UXxuWQ.pdf>
15. Ведомственная целевая программа "Российская электронная школа" на 2016–2018 годы. <http://economy.gov.ru/minrec/activity/sections/fcp/20160624>
16. Кузьминов Я.И. Лекарство от неуспешности // Московский комсомолец. 2018. 19 апреля.
17. Двенадцать решений для нового образования. Доклад Центра стратегических разработок и Национального исследовательского университета "Высшая школа экономики". М.: Центр стратегических разработок, 2018. https://www.hse.ru/data/2018/04/06/1164671180/Doklad_obrazovanie_Web.pdf<https://www.hse.ru/twelve/>
18. Betelin V.B. Challenges and Opportunities in Forming a Digital Economy in Russia // Herald of the Russian Academy of Sciences. 2018. № 1. P. 3–9; Бетелин В.Б. Проблемы и перспективы формирования цифровой экономики в России // Вестник РАН. 2018. № 1. С. 3–9.
19. Будущее образование: глобальная повестка. Доклад Агентства стратегических инициатив, Московской школы управления "Сколково" и Сколтех. <http://map.edu2035.org/attachments/7/a52816a4-8139-412c-809f-74ad18ca5292.pdf>

PROBLEMS AND PROSPECTS OF EDUCATION IN THE POST-INDUSTRIAL INFORMATION SOCIETY

© 2019 V.B. Betelin

*Federal scientific center Research Institute of system analysis RAS, Moscow, Russia
E-mail: betelin@niisi.msk.ru*

Received 06.11.2018

Revised version received 06.11.2018

Accepted 13.11.2018

This article briefly discusses the features of the education system in the USSR, which was based on the mass natural-scientific training of personnel capable of creating new knowledge for technological application to the development of strategic industries. The liberal market reforms of 1990–1992 reoriented the education system in Russia to train users to become consumers of technologies and products that already existed in global markets. The education system's modernization during the new millennium completed the tasks outlined in the 1990s. The reforms of recent years in the field of education have led to the final abandonment of the industrial economy based upon complex technical systems, in favor of a service economy which does not create material wealth. The obvious consequence of this failure is the complete destruction of the education system inherited from the USSR, and the loss of any hope for the restoration of economically and socially significant high-tech industrial production.

Keywords: education, education system, information society, liberal market economy, trajectory education system, service economy, digitalization, import dependence, economic and technological sovereignty.

ОБОЗРЕНИЕ

ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ ЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ТРАНСПОРТА

© 2019 г. В.Я. Шевченко^{1*}, О.А. Шилова^{1**}, Т.А. Кочина^{1***},
Л.Д. Баринава^{2****}, О.В. Белый^{2*****}

¹Институт химии силикатов им. И.В. Гребенщикова РАН,
Санкт-Петербург, Россия

²Санкт-Петербургский научный центр РАН, Санкт-Петербург, Россия

*E-mail: shevchenko@isc.nw.ru; **E-mail: olgashilova@bk.ru; ***E-mail: t-kochina@mail.ru;

****E-mail: barinova@spbrc.nw.ru; *****E-mail: belyi@spbrc.nw.ru

Поступила в редакцию 03.05.2018 г.

Поступила после доработки 05.10.2018 г.

Принята к публикации 10.10.2018 г.

На примере разработок Института химии силикатов им. И.В. Гребенщикова РАН анализируются способы защиты различных объектов, в первую очередь транспортных средств и транспортной инфраструктуры, от негативных климатических воздействий, коррозии, обледенения, радиации, морского обрастания и разрушения под влиянием биодеструкторов. Разбираются физико-химические основы технологии получения органосиликатных покрытий, обеспечивающие их высокие эксплуатационные характеристики. Рассмотрены новые методы и подходы, применяемые при разработке экологически безопасных защитных покрытий, в частности, перспективы использования супергидрофобных покрытий.

Ключевые слова: защитные покрытия, транспортные средства, коррозия, морское обрастание, обледенение, биодеструкторы.

DOI: <https://doi.org/10.31857/S0869-5873896593-602>

В Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации проблемам энерго- и ресурсосбережения в целях обеспечения устойчивого развития отводится приоритетное место. Интенсивное развитие металлоёмких отраслей, к которым относится и транспорт (в том числе трубопроводный), ведёт к увеличению потерь от различных видов коррозии. В России из-за коррозии ежегодно теряется до 12% общей массы металлофонда, что соответствует утрате до 30% производства металла. Не менее важно обеспечивать защиту и других видов поверхностей — дерева, камня, бетона, стекла, особенно в условиях экстремальных воздействий — низких и высоких

температур, радиации, биодеструкторов и биообрастателей.

Все наземные металлические конструкции подвержены атмосферной коррозии под воздействием воздушной влаги. Химическая коррозия представляет собой процесс самопроизвольного взаимодействия металла с коррозионной средой с протеканием окислительно-восстановительных реакций. Наиболее распространённый вид химической коррозии — газовая коррозия, которая имеет место и при работе двигателей внутреннего сгорания. Разрушение материалов приводит к износу различных транспортных объектов и становится причиной аварий на транспорте, в частности около четверти всех аварий на газо- и нефтепроводах. По данным американской компании "Corrpro", в течение первых 8 лет эксплуатации трубопроводов происходит примерно 3 аварии, а через 17 лет — уже 94. В России нет объективной оценки ущерба от коррозионных процессов за последние десятилетия.

Многие лаборатории мира ведут интенсивные исследования, направленные на создание экологически безопасных средств и способов защиты

ШЕВЧЕНКО Владимир Ярославович — академик РАН, заведующий лабораторией ИХС РАН. ШИЛОВА Ольга Алексеевна — доктор химических наук, главный научный сотрудник ИХС РАН. КОЧИНА Татьяна Александровна — доктор химических наук, главный научный сотрудник ИХС РАН. БАРИНОВА Людмила Дмитриевна — кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник СПбНЦ РАН. БЕЛЫЙ Олег Викторович — доктор технических наук, директор по науке СПбНЦ РАН.

различных материалов от разрушения. Чаще всего для этих целей используются наносимые на материалы защитные покрытия. Среди применяемых типов покрытий всё более востребованными становятся покрытия на основе силиконов [1].

Для водных видов транспорта, помимо коррозии, характерно обрастание поверхностей водорослями и микроорганизмами. Любые незащищённые объекты, попадающие в природную пресную или морскую воду или находящиеся в контакте с ней, подвергаются биообрастанию и биоповреждению. Один из основных способов защиты от морской коррозии и обрастания — противокоррозионные и противообрастающие лакокрасочные покрытия [2]. При этом наличие обрастаний на днищах судов и подводных сооружениях могут на какое-то время уменьшить процесс общей коррозии, но под слоем обрастателей увеличивается так называемая язвенная коррозия. Продукты коррозии обнаруживаются на поверхности практически всех металлов, в том числе и на низкоуглеродистых и низколегированных сталях, алюминиевых сплавах и латунях.

Морское и пресноводное обрастание — источник серьёзных экономических и экологических проблем. Ежегодно на профилактику морского обрастания тратятся миллиарды долларов, но без защитных мер затраты были бы ещё большими. Имеется целый ряд методов и химических соединений для борьбы с обрастанием. К наиболее эффективным веществам-антиобрастателям относятся такие биоциды, как органические соли олова, меди и никеля, вводимые в композиции для формирования биозащитных покрытий. Однако они являются активными токсикантами для обитателей водной среды, имеют свойство накапливаться в тканях и органах, практически не выводятся из организма и передаются вверх по пищевым цепочкам. Снижение негативного влияния на экосистему деятельности человека, в том числе вследствие развития как самой транспортной системы, так и способов защиты транспортной инфраструктуры без нанесения вреда окружающей среде, — важная проблема современности [3]. Поэтому вопросам разработки и получения новых экологически безопасных защитных материалов придаётся большое значение и в нашей стране, и за рубежом. В 2003 г. Международный комитет по защите окружающей среды (Marine Environment Protection Committee of Maritime Organization) принял решение о запрете использования трибутилолова при изготовлении лакокрасочных композиций для защиты от морского обрастания, а с 2008 г. — об отказе от любых жёстких биоцидов.

Ещё одна приоритетная задача — разработка и применение новых нетоксичных препаратов

и покрытий для борьбы с биодеструкторами. Например, метрополитен — стратегически важный транспортный объект подземного сооружения — подвержен процессам массового развития бактерий и грибов, опасным не только разрушающим воздействием на конструкции из различных материалов, но и общетоксическим действием на организм человека. Нельзя также не упомянуть о необходимости создания эффективных антиобледенительных средств для обработки самолётов перед взлётом, подвижного состава железнодорожного транспорта, подвижных путей, дорог и тротуаров, а также морских судов и других плавсредств.

Таким образом, разработка и совершенствование различных химических веществ, применяемых в транспортном комплексе для обеспечения ресурсосбережения и безопасности, остаётся актуальной задачей, повышая значимость научных исследований в этой области. Институт химии силикатов им. И.В. Гребенщикова РАН (ИХС РАН) на протяжении многих лет занимается проблемами защиты различных материалов от коррозии [4]. Настоящая статья посвящена обзору разработок ИХС РАН в области инновационных экологически безопасных защитных покрытий для различных поверхностей.

АНТИКОРРОЗИОННЫЕ ПОКРЫТИЯ

Органосиликатные покрытия были разработаны в ИХС АН СССР под руководством доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, лауреата Государственной премии СССР Н.П. Харитонova, когда в середине прошлого века институт получил правительственное задание на создание тепло- и атмосферостойких (в условиях влажного тропического климата) электроизоляционных покрытий для герметизации проволочных резисторов. В 1962 г. Н.П. Харитонов предложил термин "органосиликатные материалы", а с введением в действие в 1978 г. новых технических условий эти материалы стали называться *органосиликатными композициями*.

В понятие "органосиликатные" вкладывался особый смысл. От полимерных, керамических, стеклокерамических и стеклокристаллических композитов эти материалы отличала способность сочетать ценные функции составляющих компонентов. В научной литературе термин "органосиликатные" взаимозаменяем с термином "гибридные", который означает, что материалы получены "за счёт взаимодействия химически различных составляющих (компонентов), чаще всего органических и неорганических, формирующих определённую (кристаллическую, пространственную)

структуру, отличающуюся от структур исходных реагентов, но часто наследующую определённые свойства и функции исходных структур" [5, с. 31].

Органосиликатные покрытия не следует смешивать с широко распространёнными защитными покрытиями, получаемыми из лакокрасочных композиций на базе силиконов и полиорганосилоксанов, а также других органических матриц — эпоксидных, эпоксидно-силоксановых, полиуретановых и т. п. [1]. Особенность органосиликатных композиций — наличие в них высокодисперсных наполнителей сложных составов на основе оксидов тугоплавких металлов и гидросиликатов, которые вступают в химическое взаимодействие с плёнкообразующей основой.

В ИХС РАН разработаны органосиликатные композиции для создания атмосферостойких, противокоррозионных термостойких, морозостойких, радиационностойких, антиобледенительных и электроизоляционных покрытий [6, 7]. Особенности структуры и состава органосиликатных материалов обеспечивают покрытия герметикам, клеям, созданным на их основе, комплекс весьма ценных свойств, сохраняющихся в широком диапазоне температур — от -60 до 600°C (табл. 1). В зависимости от состава органосиликатные покрытия выдерживают воздействие масла, бензина, агрессивных сред (кислота, щёлочь), условий тропического и арктического климата, радиации. Уникальной является способность покрытия при температуре $>500^{\circ}\text{C}$ переходить из полимерного органического в стеклокерамическое без нарушения целостности покрытия и адгезии к подложке. Кроме того, органосиликатные материалы демонстрируют высокую силу сцепления (адгезию) с металлическими и неметаллическими поверхностями, что позволяет обеспечивать защиту металлов и их сплавов, дерева, бетона, железобетона в агрессивных атмосферных условиях. Долговечность покрытий из органосиликатных композиций оценивается сроком до 20 и более лет.

Причины высоких физико-механических свойств органосиликатных покрытий кроются во взаимодействии наполнителей и кремнийорганической матрицы. Оно возникает уже на стадии механической обработки в шаровой мельнице: сложные физико-химические процессы приводят

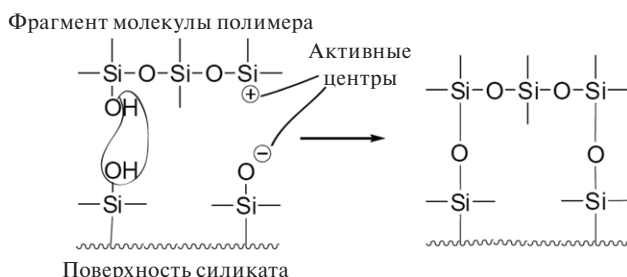


Рис. 1. Схема взаимодействия компонентов органосиликатной композиции

к измельчению силикатов, образованию дефектов их структуры и некоторой аморфизации, возникновению активных центров по местам разрыва связи Si-O в силикатной решётке, механодеструкции полиорганосилоксанов с расщеплением связи Si-O-Si, а также к химической прививке (хемосорбции) молекул полиорганосилоксанов к силикатным частицам (рис. 1). Предпосылками такого взаимодействия являются полярный характер силоксановой связи Si-O, близкие или совпадающие параметры этих связей в кристаллической решётке силикатов и молекулах полиорганосилоксанов (табл. 2), высокая подвижность сегментов молекул полимера, наличие гидроксильных групп OH на поверхности силикатных частиц и в полимере (см. рис. 1).

Ещё одна важная особенность органосиликатных покрытий — их способность отверждаться без термической обработки и даже при низких температурах, вплоть до -20°C . При холодном формировании покрытий применяются сшивающие агенты (отвердители). Отвердители можно разделить на три вида: *каталитические* — отвердитель выполняет роль катализатора; *химические* — между отвердителем и кремнийорганическим по-

Таблица 1. Физико-механические свойства покрытий

Свойство покрытия	Оценка
Адгезия (сталь)	1–2 балла
Твёрдость, по прибору ТМЛ с маятником Персоза	0,31–0,44 усл. ед.
Прочность при ударе	40–50 кг·см
Прочность при изгибе	5–8 мм

Таблица 2. Сопоставление характеристик силоксановых связей в силикатах и полиорганосилоксанах

Параметр связей	Силикаты	Полиорганосилоксаны
Длина, Å	1,60	1,64
Валентные углы Si-O-Si, градусы	130	130
Ионная составляющая, %	~50	~50

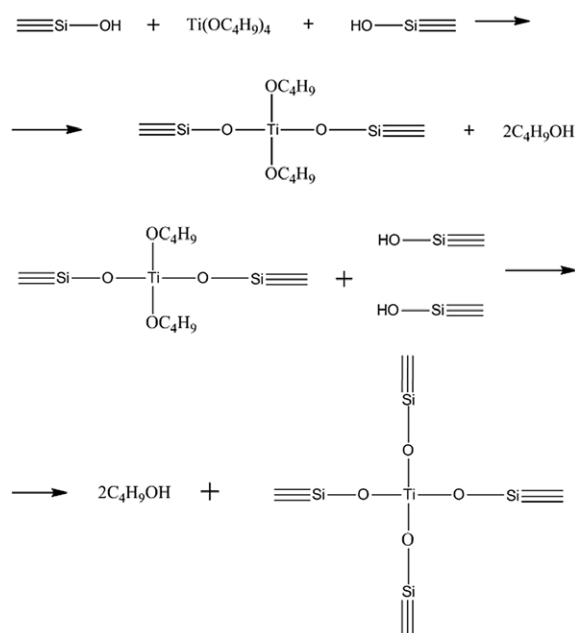


Рис. 2. Химические реакции, обеспечивающие взаимодействие компонентов органосиликатной композиции при холодном отверждении с участием химического отвердителя $\text{Ti}(\text{OBu})_4$

лимером образуется химическая связь (рис. 2); *активирующие* – отвердители, взаимодействуя с другим веществом (например, влагой воздуха), образует катализатор отверждения. Чаще всего используются следующие отвердители: тетрабутоксититан ($\text{C}_4\text{H}_9\text{O})_4\text{Ti}$, полибутоксититанат – $[\text{—OTi}(\text{OC}_4\text{H}_9)_2\text{—}]_n$, гексаметилендиаминотриэтоксисилан – $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_6\text{NHCH}_2\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$, (АГМ-3) и аминопропилтриэтоксисилан – $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_3\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$ (АГМ-9).

Возможность холодного формирования органосиликатных покрытий значительно расширила область их применения. Они, в частности, востребованы для защиты трубопроводов различного назначения, металлоконструкций от атмосферной коррозии, сварных швов и околосварной зоны монтажных соединений. Органосиликатными композициями покрыты железобетонные и металлические конструкции мостов и транспортных тоннелей в Санкт-Петербурге.

Разработаны радиационностойкие органосиликатные покрытия (табл. 3). Они превосходят

штатную эмаль ПФ-218 по коэффициенту дезактивации в 2–4 раза, по коэффициенту активации – в 4–7 раз и по стойкости к отмывающим растворам выдерживают до 5 циклов. Радиационностойкие органосиликатные покрытия рекомендованы для специальной защиты сооружений и оборудования, благодаря высокой радиационной стойкости они используются при окраске контейнеров для транспортировки отработавшего ядерного топлива.

АНТИОБЛЕДЕНИТЕЛЬНЫЕ ПОКРЫТИЯ

Органосиликатные антиобледенительные покрытия. Защита металлических конструкций от коррозии и обледенения, особенно при их эксплуатации в районах со сложными климатическими условиями, в том числе Крайнего Севера, – одна из важнейших задач, которая решается путём нанесения органосиликатных покрытий.

Для металлических конструкций, эксплуатирующихся в районах холодного климата, разработана антиобледенительная органосиликатная композиция ОС-56-11. Для сравнения свойств полученных органосиликатных покрытий с традиционно применяемыми перхлорвиниловыми эмалями были проведены испытания в районе Кольского полуострова. Анализ результатов показал, что органосиликатные покрытия позволяют:

- уменьшить толщину снежного покрова в 1,6–1,8 раза,
- снизить скорость нарастания снежного покрова в 1,6–1,7 раза,
- увеличить скорость схода снежного покрова до полной очистки изделия в 1,9–2 раза,
- снизить адгезию льда к поверхности покрытий в 2–3 раза,
- снизить максимальную толщину снежного покрова на изделиях с 50 до 30 мм.

Полимерная основа органосиликатного материала антиобледенительных покрытий – физическая смесь двух термодинамически несовместимых полисилоксанов разного строения [6]. В результате самопроизвольного разделения связующего образуются два различающихся по функциональному назначению слоя. Противокоррозионные и прочностные свойства обеспечивает

Таблица 3. Сравнительная таблица радиационной стойкости и температуростойчивости органосиликатных и лакокрасочных покрытий

Условия работы	Органосиликатные покрытия	Эпоксидные покрытия
Поток нейтронов, н/см ²	10 ²¹	10 ¹⁴
Температура, °С	150	90
Время работы, ч	20 000	3000

нижний слой (на основе разветвлённого олигомера полидиметилфенилсилоксана). Верхний слой (на основе линейного неполярного олигомера полидиметилсилоксана), обладающий низкой поверхностной энергией, невысоким коэффициентом трения и повышенной гидрофобностью, обуславливает антиобледенительные свойства всего покрытия. Силикатный наполнитель (тальк $Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$) экранирует воздействие внешних факторов, усиливая барьерную защиту покрытия. Оксиды железа, хрома и цинка являются противокоррозионными, оксид циркония, обладая большой плотностью, способствует более качественному разделению полисилоксанов в связующем.

Органосиликатные композиции ОС-56-11, обеспечивающие гладкую поверхность покрытий, внедрены в промышленность. В качестве плёнообразователя для органосиликатной композиции выбрана смесь полиорганосилоксанов, состоящая из разветвлённого кремнийорганического полимера (лак КО-921) и линейного полидиметилсилоксанового каучука СКТН марки А.

Определение гидрофобных свойств полученного покрытия путём измерения критического угла скатывания капли воды с поверхности ~~покрытия~~ показало, что данное покрытие имеет угол скатывания $22-35^\circ$, в то время как лакокрасочные ХВ-518 и ХВ-124 обладают существенно более высоким углом скатывания ($42-70^\circ$ и $45-50^\circ$ соответственно). Это подтверждает высокую гидрофобность и выступает предпосылкой хороших антиобледенительных свойств у органосиликатного покрытия ОС-56-11.

В течение трёх лет в натурных условиях (Крайний Север, морской климат) фиксировалась степень обледенения элементов радиотехнических

устройств с покрытием ОС-56-11 и элементов со штатным покрытием ХВ-518. Наблюдение показало, что в случае применения покрытия ОС-56-11 интенсивность обледенения заметно (в 6 раз) ниже, а образовавшийся слой льда значительно легче удаляется. Другие защитные свойства опытного и штатного покрытий были идентичны.

Органосиликатное покрытие является гидрофобным (краевой угол равен $100-110^\circ$, угол скатывания – $22-35^\circ$). В настоящее время всё более популярными становятся антиобледенительные покрытия с гидрофобной поверхностью [8, 9]. При использовании как лакокрасочных, так и органосиликатных покрытий с супергидрофобной поверхностью основной проблемой остаётся долговременная сохранность супергидрофобных свойств [2, 8, 10].

Антиобледенительные покрытия, получаемые по золь-гель технологии. Для получения супергидрофобных покрытий широко используется золь-гель метод [2, 8]. В золь-гель композиции чаще всего вносится пирогенный коллоидный (нанодисперсный) диоксид кремния (аэросил), поверхность которого может содержать различные функциональные группы и обладать различной степенью гидрофобности/гидрофильности. При этом особенности состояния поверхности аэросила и механизм взаимодействия с полисилоксановой матрицей покрытия оказывают существенное влияние на структуру покрытия и степень его гидрофобности. Проведённые нами исследования показали существенное влияние гидрофобизированного аэросила, в том числе с фторсодержащими группами на его поверхности, на увеличение угла смачивания (табл. 4) [11].

Таблица 4. Показатель гидрофильности/гидрофобности покрытий в зависимости от свойств поверхности аэросила, введённого в плёнообразующий золь

Свойство аэросила	Угол смачивания, градусы
Коммерческий аэросил марки А-300, удельная площадь поверхности $380 \pm 30 \text{ м}^2/\text{г}$	~130
Коммерческий аэросил марки R-972, удельная площадь поверхности $110 \pm 20 \text{ м}^2/\text{г}$, содержание углерода 0,6–1,2 %	~148
Аэросил специального синтеза, полученный в результате модифицирования поверхности аэросила марки А-300 гидроксилсодержащим фторалкоксисиланом $\text{HO}-(\text{CF}_3)_2\text{C}-\text{NH}-(\text{CH}_2)_3-\text{Si}(\text{OEt})_3$ [10, 11]	~128
Аэросил специального синтеза, полученный в результате модифицирования поверхности аэросила марки А-300 фторалкоксисиланом $\text{CF}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{Si}(\text{OCH}_2\text{CF}_3)_3$ без гидроксильных групп [10, 11]	~151
Покрытие без аэросила	~85

Примечание. Покрытия наносили из золь-гель композиций, получаемых смешением золь на основе метилтриэтоксисилана (МТЭОС) с коммерческими аэросилами, а также специально синтезированными аэросилами, поверхность которых была модифицирована фторалкоксисиланами разного состава.

Ещё больший эффект по увеличению степени гидрофобности дало использование смеси коммерческого гидрофобизированного аэросила с фторсодержащими мономерами [12], синтезированными в Институте металлоорганической химии им. Г.А. Разуваева РАН по методике [13]. Так, введение в золи вместе с гидрофобизированным аэросилом R-972 10 масс. % фторполимера — метил-(3,3,3-трифторпропил)-бис-(2,2,2-трифторэтокси)силана $\text{CF}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{SiMe}(\text{OCH}_2\text{CF}_3)_2$ позволило увеличить краевой угол до $156\text{--}158^\circ$, а угол скатывания уменьшить до $5\text{--}15^\circ$ по сравнению с покрытиями, полученными из золь-гелей с аэросилом R-972, но без фторполимера, где краевой угол равнялся 151° , а угол скатывания — 20° [12]. Использование фторсодержащего мономера метил-(2,2,2-трифтор-1-трифторметил-этоксиметил)-бис-(2,2,2-трифтор-1-трифторметил-этоксиметил)-силана $(\text{CF}_3)_2\text{CHONCH}_2\text{SiMe}(\text{OCH}(\text{CF}_3)_2)_2$ с большим количеством фторсодержащих групп позволило увеличить угол смачивания до $163\text{--}165^\circ$ и, что особенно важно, существенно уменьшить угол скатывания — до 2° . Адгезия покрытия к подложке по методу решётчатых надрезов составила 1 балл.

Таким образом, согласно наблюдениям, с увеличением количества фторуглеродных групп в модифицирующем соединении (гидрофобизаторе) улучшаются гидрофобные свойства покрытия и его поверхностная энергия (она становится меньше поверхностной энергии воды). Это означает, что супергидрофобность выступает предпосылкой хороших антиобледенительных свойств. Механизм антиобледенительного действия непосредственно связан с гидрофобностью поверхностного слоя, которая регулируется поверхностной энергией и поверхностной структурой. Супергидрофобная поверхность обеспечивает минимальную площадь контакта капли с поверхностью. В этом случае при замерзании воды не образуется сплошного приконтактного слоя льда, плотно прилегающего к защищаемой поверхности, а формируется дефектный рыхлый слой со структурой, повторяющей форму капель воды. Это ослабляет адгезию льда к поверхности. При механическом воздействии в процессе очистки ледяной покров легче растрескивается, обеспечивая тем самым самоочищение защищаемой поверхности. Это существенно облегчает борьбу с обледенением и его последствиями, в том числе на транспорте (плавсредства, железнодорожный транспорт).

Основная задача, остающаяся до настоящего времени нерешённой, — обеспечение высоких механических свойств супергидрофобных покрытий, полученных по золь-гель технологии, в первую очередь повышение стойкости покры-

тий к истиранию и увеличение длительности сохранения супергидрофобности [2].

Наше исследование, проведённое в условиях Крайнего Севера (г. Якутск) совместно с сотрудниками климатической станции Института физико-технических проблем Севера им. В.П. Ларионова СО РАН, показало, что защитное супергидрофобное покрытие на стекле, полученное из золя на основе метилтриэтоксисилана с добавками гидрофобизатора (аэросила марки R-972) и фторполимера $(\text{CF}_3)_2\text{CHONCH}_2\text{SiMe}(\text{OCH}(\text{CF}_3)_2)_2$, после 9-месячной выдержки на открытом воздухе (при перепадах температуры от -50 до $+40^\circ\text{C}$) сохранило высокую гидрофобность (контактный угол 120° против 165° для исходного покрытия до тестирования) и достаточно высокие адгезионные характеристики (2 балла против 1 до тестирования).

ПРОТИВООБРАСТАЮЩИЕ ПОКРЫТИЯ

В работе [14] предложено использовать в качестве наполнителей для лакокрасочных композиций оксиды переходных металлов (железо, кобальт, марганец, редкоземельные элементы) в нетоксичных для морских организмов концентрациях, что препятствует прикреплению морских обрастателей, но не вызывает их гибели.

Актуальная задача — совершенствование традиционных лакокрасочных технологий, в том числе за счёт применения нанотехнологий. Один из возможных методов — введение в дополнение к высокодисперсным наполнителям наночастиц разного размера и разной пористости. Так, мезопористые сферические частицы кремнезёма, наносферы, можно использовать для контролируемого высвобождения биологически активных веществ из противообрастающих покрытий. Оптимизация соотношения объёмного высвобождения с локальным молекулярным транспортом в рамках мезопор — важный концептуальный и практически значимый шаг в направлении создания контролируемой доставки биологически активных веществ, в данном случае к поверхности покрытий. Поэтому большой интерес представляют контролируемое изменение структуры покрытий, скорости вымывания противообрастательных добавок и сохранение их активности в течение всего срока службы покрытия. Этого можно достичь, формируя с помощью золь-гель технологии агрегационные структуры — золи, в пространственную сетку которых вводятся легирующие и модифицирующие добавки (соли металлов, нанодисперсные порошки и т. п.), благодаря чему получаемые продукты золь-гель синтеза (покрытия, композиционные материалы) приобретают необходимые свойства [15, 16]. Введение наночастиц биоактив-

ных металлов (кобальта, лантана) и солей этих металлов, препятствующих прикреплению биообрастателей, а также вещества, способствующего постепенному саморазмыванию лакокрасочного слоя, уменьшает степень обрастания в 2 раза.

Сейчас проводятся исследования по увеличению гидрофобных свойств противообрастательных покрытий, к настоящему времени удалось получить покрытия с краевым углом смачивания $140\text{--}150^\circ$ [17]. Применение супергидрофобных покрытий для защиты от морского обрастания — новая страница в истории развития данной области. Однако влияние такого фактора, как супергидрофобность, на морское обрастание требует дальнейшего тщательного изучения.

ПОКРЫТИЯ, СТОЙКИЕ ПРОТИВ ПЛЕСЕНИ

Камень широко и успешно используется в транспортной инфраструктуре — при возведении зданий вокзалов, строительстве туннелей и т. п. Поскольку проникновение воды в толщу камня — один из основных разрушающих факторов, в качестве метода защиты широко используется гидрофобизация. В течение нескольких десятков лет её реализуют с помощью кремний-органических соединений. Сегодня важнейшей тенденцией является биоремедиация — борьба с загрязнениями окружающей среды без причинения ей дополнительного вреда [18]. В случае защиты каменных зданий и сооружений биоремедиация предполагает отказ от сильнодействующих ядовитых веществ (жёстких биоцидов), замену ядохимикатов на мягкие методы защиты, оказывающие существенно меньшую нагрузку на окружающую среду. Хорошая альтернатива жёстким биоцидам — фотосенсибилизирующие добавки, которые способны генерировать активные формы кислорода, например, диоксид титана в кристаллической модификации анатаза. Диоксид титана и покрытия, содержащие это вещество, под влиянием ультрафиолетового излучения придают поверхности супергидрофильные свойства и способность к самоочистке.

Ещё одна тенденция последнего времени — бережное отношение к каменным реставрационным материалам и памятникам культуры, которых много, в том числе на станциях метрополитена в Москве и Санкт-Петербурге. Для очистки достаточно часто используются мягкие методы обработки поверхности (лазерная очистка, латексные плёнки и т. п.). Задача состоит в том, чтобы применяемые методы были способны вернуть поверхность камня в состояние "до реставрации".

Помимо долговременных наблюдений за последствиями воздействия окружающей среды

(агрессивной воздушной среды, солей в осадках и почве и т. п.), требуется отслеживать результаты химического воздействия на структуру камня. В частности, необходимо оценивать изменения оригинальной структуры при применении очищающих и защищающих реагентов, степень деградации материала покрытий и консолидирующих (упрочняющих) компонентов, влияния гидрофобизирующих и других реагентов. В данном направлении намечается положительная тенденция к унификации методик исследований и национальных стандартов.

Выпущенный в 2010 г. в серии трудов "Getty Conservation Institute" (США) обзор текущих исследований указывает на шесть тенденций [18]:

- учёт изменения климата,
- действия по принципу "усилия редки, а разрушение постоянно",
- использование волонтеров для консервации памятников культуры,
- использование Интернета для аккумуляции оценок исследований и комментариев,
- разработка новейших материалов с применением лучших характеристик живых организмов (биомиметические поверхности),
- применение нанотехнологий.

Специалисты ИХС РАН совместно с биологами и геологами из Санкт-Петербургского государственного университета более 10 лет занимаются созданием экологически безопасных покрытий для защиты каменных поверхностей от разрушения, прежде всего от биодеструкции [19–21]. Это может быть полезно и для защиты инфраструктуры метрополитена [22].

Для формирования основы покрытий — матриц, в структуре которых равномерно распределены и закреплены мягкие биоциды, использованы эпоксидно-силоксановые и эпоксидно-титанатные золь-гель композиции. В качестве мягких биоцидов успешно апробированы дифталоцианин лютеция, наноалмаз детонационного синтеза, а также выпускаемые промышленностью фотосенс и наноразмерный порошок диоксида титана в форме анатаза [21]. Антимикробное и антифунгицидное действие большинства из перечисленных биоактивных добавок, кроме детонационного наноалмаза, основано на их способности под ультрафиолетовым облучением выделять активные формы кислорода. Эти формы ингибируют развитие плесневых грибов — главных биодеструкторов камня. Механизм работы детонационного наноалмаза менее понятен, поскольку он оказывает антифунгицидное действие на целый ряд микромицетов плесневых грибов даже без участия света. Влияние природы и концентрации биоцидов на жизнеспособность и развитие микромицетов на поверхности нано-

Таблица 5. Биоактивность эпоксидно-силоксановых покрытий в зависимости от концентрации детонационного наноалмаза (ДНА) в золях, баллы

Концентрация ДНА в золях, масс. %	Вид гриба			
	<i>Cladosporium cladosporioides</i>	<i>Cladosporium sphaerospermum</i>	<i>Ulocladium chartarum</i>	<i>Aspergillus niger</i>
0,05	8–9	4–5	7–8	8–9
0,10	7–8	4–5	3–4	5–6
0,15	1–2	3–4	1–2	3–4
0,20	0–1	0–1	0	1–2
0,25	0	0	0	0–1

композиционных покрытий можно проследить по данным, представленным в таблице 5 [19, 20].

Для подтверждения наличия антимикробной активности в синтезированных покрытиях было проведено испытание вариантов с 0,15–0,25%-ным содержанием детонационного наноалмаза в условиях городской среды на скульптуре из каррарского белого мрамора. На различные участки поверхности скульптуры были нанесены эпоксидно-силоксановые покрытия, содержащие детонационный наноалмаз, и оловоорганические покрытия, содержащие разрешённый для защиты объектов культурного наследия жёсткий химический биоцид, а часть поверхности осталась незащищённой [17].

Испытания, проведённые биологами Санкт-Петербургского государственного университета, показали, что эпоксидно-силоксановые покрытия, модифицированные наноалмазами, проявляют ингибирующий эффект в отношении биодеструкторов мрамора [20]. Внешние признаки биологической колонизации на обработанных участках поверхности не обнаружены. Пробы, отобранные через год после обработки неповреждающим методом (отпечаток с поверхности на искусственную питательную среду), в вариантах с детонационным наноалмазом показали лишь слабое развитие нескольких видов микромицетов при низкой численности колониеобразующих единиц. При этом развитие грибов было поверхностным и могло происходить только за счёт осаждения на обработанной поверхности атмосферных загрязнений, служащих источником питания для грибов. Выявленные грибы не изменяли свойства поверхности камня. Наибольший биоцидный эффект был получен в варианте "эпоксидно-силоксановое покрытие, модифицированное 0,20 масс.% детонационного наноалмаза", он сопоставим с результатами применения жёсткого химического биоцида — оловоорганического покрытия. В то же время на необработанных участках камня отмечено активное развитие биодеструкторов (сразу несколь-

ких тёмно- и светлоокрашенных микромицетов). Таким образом, полученные данные подтверждают существование биоцидного эффекта тестируемых покрытий, что делает их перспективным материалом для защиты мрамора, широко применяемого в России в интерьерах метрополитена [22].

В заключение отметим, что научная деятельность, связанная с разработкой защитных покрытий для транспортной системы, сложна и многообразна и требует скоординированных усилий специалистов различных областей знаний. Среди первоочередных задач по обеспечению ресурсосбережения и безопасности на транспорте можно выделить разработку и исследование новых материалов и покрытий для защиты различных поверхностей от загрязнений и биodeградации, мониторинг состояния объектов транспорта и транспортной инфраструктуры, анализ методов и подходов при ремонтных работах, формирование долговременной стратегии их проведения.

В ИХС РАН с использованием основ кремнийорганической химии, золь-гель и лакокрасочной технологий разработаны антиобледенительные, противообрастающие, антикоррозионные и биостойкие покрытия для защиты различных материалов от коррозии, радиации, биodeградации, обледенения и морского обрастания, которые могут быть использованы для защиты транспортных средств и объектов транспортной инфраструктуры. Достоинство созданных продуктов — их соответствие требованиям экологической безопасности благодаря внедрению новых мягких по своему действию биоцидных и фотокаталитических добавок, использованию преимуществ гидрофобных, супергидрофобных и супергидрофильных поверхностей.

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Работа частично финансировалась из средств проекта "Научные основы новых технологий экологически безопасных защитных покрытий от обледенения и биodeградации в ус-

ловиях Арктики" по Программе фундаментальных исследований президиума РАН "Арктика — научные основы новых технологий освоения, сохранения и развития".

ЛИТЕРАТУРА

1. *Eduok U., Faye O., Szpunar J.* Recent developments and applications of protective silicone coatings: A review of PDMS functional materials // *Progress in Organic Coatings*. 2017. V. 111. P. 124–163.
2. *Li L., Li B., Dong J., Zhang J.* Roles of silanes and silicons in forming superhydrophobic and superoleophobic materials // *Journal of Materials Chemistry A*. 2016. № 4. P. 13677–13725.
3. *Белый О.В., Баринова Л.Д., Забалканская Л.Э.* Экологические аспекты устойчивого развития высокоскоростного железнодорожного транспорта. СПб.: Наука, 2018.
4. *Шевченко В.Я.* Институт химии силикатов РАН. Исследования в области наномира и нанотехнологий // *Российские нанотехнологии*. 2008. № 11–12. С. 36–47.
5. *Кудина Е.Ф.* Органосиликатные материалы (обзор) // *Материалы. Технологии. Инструменты*. 2013. № 4. С. 31–42.
6. Патент № 2156786. Композиция для антиобледенительного покрытия / Красильникова Л.Н., Чупина С.В., Кротиков В.А., Шнурков Н.В., Фокина Л.Т. / Заявка № 98124088 от 30.12.1998; опубл.: 27.09.2000. Бюлл. № 27.
7. Патент РФ № 2520481. Органосиликатная композиция / Буслаев Г.С., Кочина Т.А. / Заявка № 2012151419 от 30.11.2012; опубл. 27.06.2014. Бюлл. № 18.
8. *Boynovich L.B., Emelyanenko A.M.* Hydrophobic materials and coatings: principles of design, properties and applications // *Russian Chemical Reviews*. 2008. V. 77. № 7. P. 583–602.
9. *Chu Z., Seeger S.* Superamphiphobic surfaces // *Chem. Soc. Rev.* 2014. V. 43. P. 2784–2798.
10. *Boinovich L.B.* Superhydrophobic coatings as a new class of polyfunctional materials // *Herald of the Russian Academy of Sciences*. 2013. V. 83. № 1. P. 8–18; *Бойнович Л.Б.* Супергидрофобные покрытия — новый класс полифункциональных материалов // *Вестник РАН*. 2013. № 1. С. 10–22.
11. *Khamova T.V., Shilova O.A., Krasilnikova L.N. et al.* Sol-gel synthesis and research of water repellency of the coverings received with use of the modified aerosils // *Glass Physics and Chemistry*. 2016. № 2. P. 194–201.
12. *Шилова О.А., Цветкова И.Н., Красильникова Л.Н. и др.* Синтез и исследование супергидрофобных, антиобледенительных гибридных покрытий // *Транспортные системы и технологии. Сетевой многопредметный научный журнал*. 2015. № 1(1). С. 91–98.
13. *Ladilina E.Yu., Lyubova T.S., Semyonov V.V. et al.* Fluorinated dialkoxysilane. Formation of complexes with aminopropyltriethoxysilane and receiving the clear films // *News of Academy of Sciences. Chem. Ser.* 2009. № 5. P. 990–997.
14. *Раилкин А.И.* Колонизация твёрдых тел бентоносными организмами. СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского ун-та, 2008.
15. *Шилова О.А., Кручинина И.Ю., Раилкин А.И. и др.* Инновационные разработки в области защитных покрытий // *Фундаментальная и прикладная гидрофизика*. 2015. № 4. С. 72–75.
16. Патент РФ № 2606777. Лакокрасочная композиция для защиты подводных поверхностей от обрастателей / Шилова О.А., Раилкин А.И., Ефимова Л.Н., Шевченко В.Я. / Заявка № 2015113420 от 10.04.2015; зарег. 27.10.2016. Бюлл. № 30.
17. Заявка на изобретение № 2016138887 от 03.10.2016. Лакокрасочное супергидрофобное покрытие / Шилова О.А., Ефимова Л.Н., Кручинина И.Ю., Шевченко В.Я. / положительное решение о выдаче патента.
18. *Doehne E.F., Price C.A.* Stone Conservation: An Overview of Current Research. 2nd Ed. 2010. Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 2010.
19. Патент РФ № 2382059. Композиция для получения биологически стойкого покрытия / Шилова О.А., Хамова Т.В., Михальчук В.М., Власов Д.Ю., Долматов В.Ю., Франк-Каменецкая О.В., Маругин А.М. / Заявка № 2008135258/04; заявл. 21.08.2008; опубл. 20.02.2010. Бюлл. № 5.
20. *Хамова Т.В., Шилова О.А., Власов Д.Ю. и др.* Биоактивные покрытия для каменных материалов на основе эпоксисилоксановых зольей, модифицированных наноалмазами // *Неорганические материалы*. 2012. № 7. С. 803–810.
21. Патент РФ № 2518124. Композиция для получения матрицы с фотокаталитической активностью / Шилова О.А., Хамова Т.В., Власов Д.Ю., Маругин А.М., Франк-Каменецкая О.В. / Заявка № 2011135713/04. Приоритет: 22.08.2011; опубл. 10.06.2014. Бюлл. № 16.
22. *Дашко Р.Э., Власов Д.Ю., Шидловская Р.Э.* Геотехника и подземная микробиота. СПб.: Геореконструкция, 2014.

ECOLOGICALLY SAFE PROTECTIVE COATINGS FOR TRANSPORT

© 2019 V.Ya. Shevchenko^{1*}, O.A. Shilova^{1**}, T.A. Kochina^{1***},
L.D. Barinova^{2****}, O.V. Belyi^{2*****}

¹*Institute of Silicate Chemistry of the Russian Academy of Sciences*

²*St. Petersburg Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*

^{*}*E-mail: shevchenko@isc.nw.ru;* ^{**}*E-mail: olgashilova@bk.ru;* ^{***}*E-mail: t-kochina@mail.ru;*

^{****}*E-mail: barinova@spbrc.nw.ru;* ^{*****}*E-mail: belyi@spbrc.nw.ru*

Received 03.05.2018

Revised version received 05.10.2018

Accepted 10.10.2018

Ways to protect vehicles and transport infrastructure from the effects of negative climate impacts, corrosion, icing, radiation, marine fouling, and biodestruction are considered based on scientific developments of Russian Academy of Sciences' Institute of Silicate Chemistry. New methods and approaches to develop environmentally friendly protective coatings are considered.

Keywords: friendly protective coatings, transport, organic-silicate coatings, sol-gel-derived coatings, paint coatings, corrosion-resistant coatings, radiation resistant coatings, anti-icing coating, antifouling coatings, anti-fungal coatings

ПРОБЛЕМЫ
ЭКОЛОГИИ

ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ РОССИИ

© 2019 г. Н.И. Коронкевич*, Е.А. Барабанова**, А.Г. Георгиади***,
С.В. Долгов****, И.С. Зайцева*****, Е.А. Кашутина*****

Институт географии РАН, Москва, Россия

*E-mail: koronkevich@igras.ru; **E-mail: barabanova@igras.ru;

E-mail: georgiadi@igras.ru; *E-mail: dolgov@igras.ru;

*****E-mail: zirinas@mail.ru; *****E-mail: kashutina@igras.ru

Поступила в редакцию 08.10.2018 г.

Поступила после доработки 08.10.2018 г.

Принята к публикации 18.12.2018 г.

На основании результатов исследований, выполненных в Институте географии РАН (АН СССР) с привлечением данных других организаций, оценивается воздействие на водные ресурсы России хозяйственной деятельности и его последствия. Различают воздействие косвенное, через рельеф, почву, биоту (мероприятия неорошаемого земледелия, лесное хозяйство, урбанизированные ландшафты) и прямое (гидротехническое строительство, переброска стока, водозабор, сброс сточных вод). Проведена оценка воздействия комплекса антропогенных факторов на количество и качество водных ресурсов. Сопоставлены показатели использования воды в России и различных регионах мира. Излагаются основные пути решения водных проблем.

Ключевые слова: водные ресурсы, сток, сточные воды, антропогенные и климатические факторы, изменение, загрязнение, последствия, водные проблемы, пути решения.

DOI: <https://doi.org/10.31857/S0869-5873896603-614>

Антропогенная деятельность неизбежно оказывает воздействие на водные ресурсы. В связи с ростом населения и экономики роль водных ресурсов постоянно возрастает. В отличие от нефти, газа и многих других ресурсов вода возобновляется в процессе её круговорота в природе. Но водные ресурсы, основу которых составляет речной сток, крайне неравномерно распределяются по террито-

рии и во времени. Во многих районах мира имеющиеся водные ресурсы не могут удовлетворить потребность в воде, тем более что она часто загрязнена отходами хозяйственной деятельности. Это в полной мере относится и к России. В обобщающей работе Государственного гидрологического института [1] показано, что по величине среднего многолетнего речного стока (4118 км³/год) Россия занимает второе место в мире после Бразилии (плюс ещё 206 км³/год, поступающих с территории соседних государств). Несмотря на общую высокую водообеспеченность, в том числе в расчёте на душу населения (около 30 тыс. м³/чел.), что более чем в 5 раз выше среднемирового показателя и многократно выше показателей таких стран, как США, Великобритания, Германия, Франция, Китай, удельная (на единицу площади в мм слоя) водообеспеченность территории России в 1,4 раза ниже общемировой. Ещё более неблагоприятная ситуация сложилась с устойчивым во времени и не требующим регулирования подземным стоком. По подземному стоку водообеспеченность России меньше среднемирового показателя поч-

КОРОНКЕВИЧ Николай Иванович — доктор географических наук, заведующий лабораторией гидрологии ИГ РАН. БАРАБАНОВА Елена Алексеевна — кандидат географических наук, старший научный сотрудник лаборатории гидрологии ИГ РАН. ГЕОРГИАДИ Александр Георгиевич — кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории гидрологии ИГ РАН. ДОЛГОВ Сергей Владимирович — кандидат географических наук, старший научный сотрудник лаборатории гидрологии ИГ РАН. ЗАЙЦЕВА Ирина Сергеевна — кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории гидрологии ИГ РАН. КАШУТИНА Екатерина Александровна — кандидат географических наук, старший научный сотрудник лаборатории гидрологии ИГ РАН.

ти в 1,8 раза. На большинстве рек нашей страны 60–70% годового стока проходит в сравнительно кратковременное весеннее половодье, в то время как наибольшая потребность в воде приходится на межень, особенно летне-осенний период, когда реки имеют преимущественно подземное питание. К тому же более 2/3 всего речного стока приходится на Азиатскую часть, население которой составляет менее 1/3 общероссийского. В Европейской и Азиатской частях страны южные районы, в которых проживает значительная часть населения, в целом гораздо хуже обеспечены местными водными ресурсами, чем северные. Хотя южные районы Европейской части пересекают такие реки, как Волга, Дон, Урал, Кубань, значительная часть их водных ресурсов требуется для поддержания весьма уязвимых экосистем Каспийского и Азовского морей.

Водопотребление в России сравнительно невелико, однако в результате хозяйственной деятельности загрязнено огромное число рек и водоёмов. В этих условиях чрезвычайно важно правильно оценить имеющиеся водные ресурсы и степень их изменения, обусловленные как климатическими флуктуациями, так и антропогенными факторами, действующими непосредственно и косвенно (через рельеф, почву, биоту), а также определить пути наиболее рационального воздействия на водные ресурсы с целью предотвращения или сведения к минимуму угрозы их количественного и качественного истощения, возникновения негативных социально-экономических последствий.

Антропогенное воздействие на водные ресурсы давно привлекает пристальное внимание гидрологов, гидрогеологов, специалистов водного хозяйства, экологов и представителей других наук. Затронутая тема чрезвычайно обширна, и авторы не претендуют на её исчерпывающее рассмотрение. Приводятся результаты работ, выполненных в основном в Институте географии РАН (АН СССР) с привлечением наиболее интересных, по нашему мнению, данных других организаций. Так, антропогенным изменениям количества водных ресурсов уделено больше внимания, чем качеству вод, хотя очевидно, что именно загрязнение воды представляет наибольшую опасность. Не затронуто воздействие антропогенного изменения климата на водные ресурсы: оно, надо заметить, остаётся дискуссионным.

Исходные материалы и методы исследования. Основным материалом для оценки антропогенных изменений водных ресурсов, в первую очередь речного стока и качества вод, служат ряды наблюдений, полученные на гидрологических постах, метеорологических станциях, данные воднобалансовых станций, изучающих формирование загрязнения воды, стока и других

элементов водного баланса на водосборах, сведения о влагозапасах и ресурсах подземных вод в различных ландшафтах и угодьях, а также данные водохозяйственной статистики. Сейчас всё большее внимание уделяется дистанционным исследованиям. К сожалению, в последние десятилетия снизилось количество информации о гидрометеорологическом состоянии территории России. Большая часть воднобалансовых станций закрылась или резко сократила объём работ. Много нареканий имеется и по качеству получаемых исходных материалов. Автоматизации наблюдений в значительной мере препятствует широко распространённый в отношении гидрометеорологической аппаратуры.

Имеется довольно большой перечень методов определения антропогенных воздействий на водные ресурсы — от простого сопоставления стока, запасов подземных вод и показателей качества воды за периоды примерно одинаковых метеорологических условий, но отличающихся по характеру и уровню хозяйственной деятельности, до математического моделирования по данным гидрометеорологической информации. Поскольку объём водных ресурсов колеблется от года к году и от сезона к сезону под влиянием климатических и антропогенных факторов, одной из основных задач стала оценка влияния этих факторов. Понятно, что оценка в любом случае будет относительной, учитывая тесную связь факторов между собой. В наших расчётах применялся метод сравнения фактического речного стока за изучаемый период с условно-естественным, восстановленным по связям с реками, которые расположены в районах, слабо затронутых хозяйственной деятельностью, за период, когда во всём бассейне рассматриваемой реки можно пренебречь воздействием антропогенных факторов.

При расчётах антропогенного изменения стока Волги и Дона сопоставление его современных значений со средним многолетним стоком до 1930 г., когда уровень хозяйственного преобразования бассейнов рек был относительно невелик, говорит об общем изменении стока, а сравнение с восстановленным условно-естественным стоком позволяет за изучаемый период приближённо оценить вклад антропогенных факторов в общее изменение. Вклад непосредственно воздействующих на сток отдельных видов хозяйственной деятельности, например, водопотребления, определяется по данным водохозяйственной статистики, а косвенных воздействий — по результатам наблюдений на воднобалансовых станциях, на которых осуществляется сопоставление стока, качества воды и других гидрологических характеристик, в том числе элементов водного баланса одних угодий и ландшафтов с другими при одних и тех же ме-

теоретических условиях. Правда, при переносе результатов наблюдений на воднобалансовых станциях на изучение состояния речного стока требуется вносить поправки, поскольку в речном стоке участвует не весь поверхностный склоновый сток. Эти поправки нередко существенно отличаются у разных исследователей и, соответственно, приводят к разным оценкам гидрологического влияния хозяйственной деятельности на водосборах в отношении стока рек. Наши методические подходы к выявлению антропогенных воздействий на водные ресурсы изложены в работах [2–4].

Условно-естественный сток можно определить по уравнениям множественной корреляции стока с величинами атмосферных осадков и температуры воздуха. Но ряды этих факторов, особенно осадков, к сожалению, неоднородны из-за неоднократно меняющихся способов их определения и условий расположения метеостанций (например, находясь первоначально на окраине населённого пункта, они затем оказываются среди построек).

Неоднородными бывают и данные водохозяйственной статистики. В конце 1980-х годов были пересмотрены стандарты отнесения тех или иных видов сточных вод к отдельным категориям загрязнённости, в том числе части нормативно очищенных и нормативно чистых вод к категории загрязнённых. Если не учитывать это обстоятельство, можно прийти к парадоксальным выводам. Так, М.Я. Лемешев [5] привёл следующую динамику загрязнённых сточных вод СССР: 1985 г. — 16 км³, 1988 г. — 29 км³, что означает огромное увеличение, на 80%, всего за 3 года. Аналогичная ситуация сложилась и с загрязнёнными сточными водами России: 1985 г. — 12 км³, 1990 г. — 27,8 км³ [6]. В связи с этим объективный анализ можно провести, лишь разбив весь ряд данных на два периода — до и после 1986 г. Менялись и интегральные показатели качества вод: на смену индексу загрязнённости воды (ИЗВ) пришёл удельный комбинаторный индекс загрязнённости воды (УКИЗВ), но оба основаны на определении содержания загрязняющих веществ по отношению к их предельно допустимой концентрации (ПДК). Заметим, что большинство разработанных ПДК далеки от совершенства ввиду их недостаточной экологичности. Всё это способствует расхождению в оценке антропогенных изменений стока и остроты гидроэкологической ситуации, заставляет прибегать к помощи косвенных показателей, например, для оценки качества вод — к кратности разбавления сточных вод, особенно загрязнённых.

Воздействие на качество вод. Очевидно, что загрязнение представляет главную угрозу для водных ресурсов на большей части территории суши, в том числе России. Данному вопросу посвящено много

работ, в частности, загрязнению, вызванному сбросом сточных вод в реки и водоёмы. Опасность представляют не только сточные воды, относимые к загрязнённым и недостаточно очищенным, но и так называемые условно чистые, очищенные, поскольку они всё равно содержат вредные ингредиенты, даже после самой совершенной биологической очистки. Нередко сточные воды бывают нагреты, что представляет опасность для водных экосистем. Надежда на разбавление сточных вод чистой водой и на процессы самоочищения в реках и водоёмах часто неоправдана из-за чрезмерного количества сточных вод, а также из-за того, что многие водные объекты в значительной мере уже потеряли способность самоочищаться, в том числе по причине поступления в них продуктов так называемого диффузного (рассредоточенного по территории) загрязнения, которое обычно вообще не подвергается очистке. Эти продукты, в частности, биогены, служащие источником эвтрофирования естественных водоёмов и водохранилищ, поступают с поверхностным и подземным стоком с сельскохозяйственных и урбанизированных территорий.

Одни из главных поставщиков органики и биогенов на водосборы — органические и минеральные удобрения. Известно [7], что вынос биогенов с 1 га удобряемых площадей в зависимости от характера почв, количества и типа удобрений, техники их внесения, атмосферных и других условий составляет 14,5–25% внесённого азота и 1–1,5% (на целинных землях до 7%) фосфора. В СССР в середине 1970-х годов в водные объекты попадало около 10% всех удобрений [8].

В естественных условиях те же биогены, представляющие собой продукты жизнедеятельности биоты, выносятся в реки и водоёмы с водосборов, но добавки антропогенного происхождения делают эти поступления чрезмерными. Диффузное загрязнение водных объектов изучено гораздо хуже, чем загрязнение, вызванное поступлением в них сточных вод из точечных источников. Неудивительно, что в разрабатываемом сейчас приоритетном государственном проекте "Оздоровление Волги" изучению диффузного загрязнения, наряду с точечным, уделено значительное внимание. Руководство в изучении диффузного загрязнения возложено на Институт водных проблем РАН. К разработке подключён ряд академических институтов, в том числе Институт географии РАН. Внимание к Волге неслучайно: при огромной роли в жизни нашей страны она — одна из наиболее загрязнённых рек России (табл.). На Волгу, как и на Обь, приходится большая часть случаев высокого, для большинства ингредиентов 10-кратного, превышения ПДК и экстремально высокого загрязнения — в 100 и более раз, в том числе 30–40% случаев приходится на Волгу [9].

Характеристика качества воды основных рек России (по данным [9])

Река	Качество воды
Восточный склон территории РФ	
Амур	От условно чистой до грязной
Реки Камчатки	От условно чистой до слабозагрязнённой
Реки Сахалина	От слабозагрязнённой до экстремально грязной
Южный склон территории РФ	
Урал	От слабозагрязнённой до загрязнённой
Волга, в том числе притоки	От загрязнённой до экстремально грязной
Ока	От слабозагрязнённой до экстремально грязной
Москва	От слабозагрязнённой до экстремально грязной
Терек	От слабозагрязнённой до экстремально грязной
Дон	От загрязнённой до экстремально грязной
Кубань	От слабозагрязнённой до грязной
Днепр	От слабозагрязнённой до грязной
Западный склон территории РФ	
Нева	От слабозагрязнённой до загрязнённой
Северный склон территории РФ	
Северная Двина	От слабозагрязнённой до грязной
Печора	От слабозагрязнённой до грязной
Реки Кольского п-ова	От загрязнённой до экстремально грязной
Обь	От слабозагрязнённой до экстремально грязной
Енисей	Загрязнённая
Лена	От условно чистой до грязной

Предварительные расчёты, основанные на результатах исследований ИГ РАН величины стока с отдельных ландшафтов и содержания в нём биогенов на территории Русской равнины, а также структуры ландшафтов в бассейне Волги, позволяют определить вынос минерального азота и фосфора в весенний период (основную гидрологическую фазу) в размере, соответственно, 180–190 тыс. т (130–140 кг/км²) и 15–20 тыс. т (10–15 кг/км²). Это значительно больше того, что дают сточные воды от точечных источников — 70 тыс. т минерального азота и 3–4 тыс. т

фосфора, общего азота и фосфора в 2012–2015 гг., соответственно, 140 и 10 тыс. т. [10]. Однако действительный вклад выносимых со сточными водами азота и фосфора в эвтрофирование водохранилищ Волги гораздо больше. Дело в том, что большинство крупных поставщиков сточных вод (предприятия и крупные населённые пункты) находится непосредственно на берегах Волги, её водохранилищ и крупных притоков. Биогены же, первоначально поступающие преимущественно в малые реки, проделывают долгий путь до основного русла Волги и её крупных притоков. За это время происходит самоочищение воды, и лишь часть биогенов достигает крупных рек и водохранилищ. Какова эта часть, предстоит выяснить в процессе детальных исследований по проекту "Оздоровление Волги". Необходимо вычислить такие показатели, как вынос биогенов со стоком с сельскохозяйственных и лесных угодий в тёплый период, в годы различной водности, соотношение выноса с естественных угодий и в результате хозяйственной деятельности, поступление биогенов из животноводческих комплексов и с территории населённых пунктов. Требуется уточнить величину их концентраций на отдельных угодьях, разработать меры по снижению биогенного загрязнения рек и водоёмов без ущерба для урожайности сельскохозяйственных культур. Загрязнение подземных вод от диффузных источников и сточными водами носит в основном локальный характер и приурочено главным образом к крупным агломерациям.

Насколько же водные объекты России загрязнены в сравнении с показателями других стран и мировыми показателями в целом? Это весьма сложный вопрос, учитывая неполноту статистики и различающиеся методы оценки качества вод. Если иметь в виду кратность разбавления сточных вод речным стоком, то ситуация в целом выглядит для нашей страны относительно благополучной — в 70 раз. По этому показателю Россия из крупных стран уступает лишь Бразилии (более 200 раз), но в 10 раз превосходит США и в 3 раза все мировые регионы, хотя положение наиболее обжитых и малообеспеченных водой районов России неблагоприятное.

Воздействие на количество и режим водных ресурсов. Косвенные воздействия. Актуальность изучения косвенных воздействий на речной сток, осуществляемых через рельеф, почву и биоту, достаточно очевидна. К концу XX в. почти на 3/4 площади всей суши Земли (без Антарктиды) изменение естественных ландшафтов вызывалось различными видами хозяйственной деятельности, причём в Европе — почти на 85%, в Азии — более чем на 55%, в отдельных странах это касалось более 90% их территории, а площадь построек и до-

рог в таких странах, как Германия и Нидерланды, приблизилась к 15% [11, 12]. К настоящему времени эти показатели ещё выше. По сравнению с началом XX в. площадь нарушенных территорий в мире увеличилась более чем в 3 раза. Поэтому водный баланс и сток во многих районах мира и России давно уже не является естественным, а за периоды, по сравнению с которыми оцениваются произошедшие изменения, их правильнее называть условно-естественными.

Сейчас уже практически никто не отрицает важности учёта гидрологической роли косвенных воздействий в водохозяйственных расчётах. Между тем ещё до середины XX в. многие гидрологи придерживались так называемой климатологической [13] концепции формирования стока, согласно которой только метеорологические изменения определяют величину и водный режим рек, состоянием же водосбора можно пренебречь. В противовес ей существовала, согласно М.И. Львовичу [13], почвенная концепция, основы которой были заложены ещё в XIX в. известными отечественными почвоведом В.В. Докучаевым, А.А. Измаильским, Н.А. Костычевым и американцем Г. Маршем. Как отмечалось выше, важная гидрологическая роль хозяйственной деятельности на водосборах рек и водоёмов не отрицается, но в большинстве водохозяйственных расчётов не учитывается, во многом из-за существенно расходящихся оценок её роли, а также из-за неоднозначного влияния отдельных видов этой деятельности на сток, часто приводящей к взаимокомпенсации расчётов в изменениях стока.

Рассмотрим гидрологическую роль отдельных видов косвенных воздействий на водные ресурсы.

Мероприятия неорошаемого земледелия. Казалось бы, как может повлиять на речные водные ресурсы характер сельскохозяйственной деятельности на полях, подчас на многие километры удалённых от водных объектов. Но не следует забывать, что именно на водосборах, значительную часть которых занимают сельскохозяйственные угодья, формируется большая часть поверхностного и подземного стока. Ещё во второй половине XIX в. В.В. Докучаев, А.А. Измаильский и Н.А. Костычев связывали ухудшение водного режима рек (усиление половодий, обмеление в межень) с массовой распашкой целинных земель в южных районах страны, а также со сведением лесов. Замена целинных участков пахотными угодьями приводила к ухудшению инфильтрационных свойств почв и увеличению поверхностного стока, формирующего половодья. Правда, исследователи делали выводы в основном по визуальным наблюдениям и не располагали гидрометрическими данными.

На рубеже 1920–1930-х годов произошло новое, важное с гидрологических позиций событие:

бытовавшая весенняя вспашка под яровые культуры стала всё чаще заменяться зяблевой (осенней) пахотой. Почва при зяблевой пахоте имеет к началу весеннего снеготаяния гораздо лучшие инфильтрационные свойства, чем на полях, не распаханых осенью (стерня, залежь, озимь, многолетние травы). Наибольшего развития зяблевая пахота и другие агротехнические приёмы, способствующие задержанию поверхностного стока на полях (а это актуально, учитывая подверженность лесостепных и степных районов засухам, а также необходимость борьбы с эрозией), достигли в 1960–1980-е годы, когда зяблевая пахота занимала до 40–60% всей территории в южных районах страны. К этому времени появились данные воднобалансовых станций, на их стоковых площадках и на малых водосборах была выявлена большая гидрологическая роль зяблевой пахоты и других агротехнических приёмов. Обобщив эти данные, А.М. Грин [14] на основе экспериментальных наблюдений на сельскохозяйственных полях и целинных участках Курского стационара оценил динамику водного баланса Центрально-Чернозёмного района в основном под влиянием земледельческого освоения, начиная с периода, когда его природа практически не была затронута деятельностью человека. Эта реконструкция, основанная на фактических данных, подтвердила правильность выводов В.В. Докучаева и других почвоведов о направленности гидрологических последствий распашки целинных земель.

С учётом данных экспериментальных наблюдений ИГ АН СССР в Заволжье, под Загорском (ныне – Сергиев Посад) и на Курском стационаре института М.И. Львович [13] пришёл к выводу, что зяблевая пахота уменьшает поверхностный склоновый сток в 1,5 раза в южной части лесной зоны и в 3–5 раз в степной, что неизбежно сказывается на поверхностном и годовом речном стоке (особенно малых рек), уменьшая его на десятки процентов. Изменение стока крупных рек под влиянием неорошаемого земледелия по-разному оценивалось отдельными авторами [2, 13, 15, 16]. Особенно это относится к прогнозным оценкам, которые оказались существенно завышенными из-за неосуществления многих запланированных мероприятий преимущественно в связи с распадом СССР и кризисными экономическими явлениями. Не были учтены и произошедшие к настоящему времени климатические трансформации.

В связи с изменениями климата, а также структуры сельскохозяйственных угодий, особенно после 1980-х годов, возникла необходимость уточнения реальной картины. Из-за закрытия большинства воднобалансовых станций пришлось ориентироваться на данные Федераль-

ного научного центра агроэкологии (бывшего ВНИИ агротехники и лесомелиорации), продолжающего вести исследования на ряде стоковых станций. Обобщение этих данных [17] показало, что в 2000-х годах поверхностный склоновый сток уменьшился под влиянием агротехнических и климатических факторов по сравнению с периодом исчисления нормы стока по К.П. Воскресенскому [18] в 2 раза в переходной зоне от южной части лесной к северной части лесостепной зоны, в 3 раза в центральной лесостепи и северной части степной зоны и ещё больше в южной части степной зоны в пределах Европейской части страны. В последние годы эти изменения продиктованы в большей степени климатическими условиями.

При исчислении речных гидрологических изменений под влиянием агротехнических мероприятий, например, на Волге, сток которой формируется в основном в лесной зоне, следует учитывать гораздо меньшую роль здесь агротехники, чем в лесостепной и степной зонах, и такой компенсационный фактор, как улучшение условий инфильтрации и увеличение в 1,5–2 раза подземного стока [1, 19]. Уменьшение стока Волги под влиянием агротехнических мероприятий по сравнению с нормой оценивается в 1–1,5%, а Дона – в 4–6%, то есть, по крайней мере, в 2 раза ниже, чем прежде. Это сравнительно небольшие величины, но они существенны для сельскохозяйственных полей в южной части Европейской России, страдающей от засух. Задержание таких объёмов воды на полях способствовало в последнее время повышению урожайности сельскохозяйственных культур в южных районах Европейской части страны.

Лесное хозяйство. Водорегулирующая роль лесов общепризнанна, но их влияние на величину годового стока, равно как и рубок и восстановления леса, остаётся дискуссионным. Наиболее достоверным считается метод, предложенный сотрудником Государственного гидрологического института (ГГИ) О.И. Крестовским [20]. Рубки леса увеличивают сток, особенно поверхностный. Затем в процессе восстановления леса и увеличения его продуктивности испарение возрастает, а сток снижается. Наибольшее испарение и, соответственно, наименьший сток фиксируются при среднем возрасте лесов, когда наблюдается их наивысшая биологическая продуктивность. Перестойным лесам свойственно низкое испарение и максимальный сток. Анализ состояния лесов в Европейской части страны свидетельствует об их продолжающемся омоложении, сопровождающемся увеличением испарения и уменьшением стока. Если для бассейна Дона ввиду незначительной площади, занимаемой лесами, этим обстоятельством можно пренебречь, то для бассейна

Волги современное уменьшение стока, рассчитанное нами [21] по методике О.И. Крестовского, оказывается равным приблизительно 2%. Предполагаемое изменение водного баланса (к середине и концу XXI в.) только за счёт изменения структуры лесных угодий может стать ещё более значительным. Процесс омоложения лесов имеет место во многих районах мира, но пока неясно, как в них соотносятся уменьшение стока из-за роста биологической продуктивности лесов и его увеличение вследствие вырубки и замены сельскохозяйственными и другими угодьями.

Урбанизация территории. Первое крупное обобщение влияния урбанизированных ландшафтов на сток, учитывающее и зарубежный опыт, выполнено в ГГИ [22]. Наряду с экспериментальным изучением гидрологической роли неорошаемого земледелия в ИГ РАН исследовали влияние на сток урбанизированных территорий – сначала Курска, затем Москвы. Полученные данные и обобщение литературных материалов позволили выявить общие закономерности влияния урбанизированных территорий на сток [23]. Сравнительно недавно подобные работы были выполнены по бассейну р. Москвы [24]: в начале XXI в. в результате урбанизации ландшафтов годовой сток реки вырос по сравнению с нормой почти на 10%, а в летне-осенний период – на 27%. Полученные соотношения между общей площадью урбанизации и площадью водонепроницаемых территорий, с одной стороны, и изменениями годового речного стока – с другой, сводятся к следующему: 1% урбанизации речного бассейна (с учётом площади не только городов, но и дорог, сельских населённых пунктов) приводит приблизительно к такому же увеличению стока, а 1% водонепроницаемых участков – к 2–3%-ному увеличению стока.

Расчёты, выполненные для бассейнов Волги и Дона, показали, что при современной площади урбанизированных территорий, соответственно, 2 и 3,5%, где 1/3–1/4 занимают водонепроницаемые участки, годовой речной сток возрастает по сравнению с периодом исчисления нормы стока примерно на 1,5–2% в бассейне Волги и на 3–5% в бассейне Дона в основном за счёт тёплого периода года.

Учитывая, что гидрологический эффект урбанизации проявляется больше всего в тёплый период, когда наиболее велика разница в коэффициентах стока с естественных и урбанизированных ландшафтов, она способствует усилению летних паводков и наводнений. Это увеличивает водные ресурсы, но способствует загрязнению рек и водоёмов.

Прямые воздействия. Создание гидроузлов. Гидротехническое регулирование стока, в частности, создание водохранилищ, весьма актуально

для нашей страны, учитывая низкие значения устойчивого стока подземного происхождения по сравнению со средними мировыми показателями. В то же время оно влечёт за собой крупные негативные последствия, особенно экологические: происходит затопление и подтопление подчас весьма ценных земель, увеличиваются затраты воды на заполнение мёртвых объёмов¹, на дополнительное испарение с акватории водохранилищ и подтопленных территорий. Ряд исследователей считает, что создание водохранилищ ухудшает качество воды, хотя эта точка зрения зачастую оспаривается [25].

В ИГ РАН выполнен цикл работ по оценке влияния крупных водохранилищ на речной сток и окружающую среду [4, 26, 27]. Они показали, что водохранилища Волжско-Камского каскада и Цимлянское на Дону коренным образом изменили внутригодовое распределение стока Волги и Дона, существенно уменьшив сток половодья (соответственно, на 20–30% и более чем на 40%) и увеличив его в меженный период более чем в 2 раза на Волге и в 1,3 раза на Дону.

Сравнение водохранилищ мира и России показало, что на нашу страну, занимающую по площади 13% территории суши, приходится 16% площади всех водохранилищ, то есть затопление земель при их создании в среднем в 1,2–1,3 раза превысило общемировые показатели. Если сравнивать удельные показатели — площадь затопления, приходящуюся на 1 км³ полного и полезного объёмов, то для России они составляют около 60 и 138 км² соответственно, для мира — 56 и 90 км², Канады — 74 и 102 км², США — 50 и 55 км². Регулирование стока в России сопряжено с большими земельными издержками, поскольку наши водохранилища, в отличие от многих других стран, находятся на равнине [28]. Остановимся подробнее на плюсах и минусах создания отдельных гидроузлов.

Волжско-Камский каскад водохранилищ создан в 1937–1981 гг. Полный объём 13 крупных водохранилищ составляет 178,3 км³, полезный объём — 88,9 км³ (что позволяет регулировать 35% стока Волги), площадь — 28 800 км² [29]. Каскад решает целый ряд задач, в первую очередь обеспечивает выработку 40 млрд кВт·ч электроэнергии в год, причём преимущественно наиболее ценной — пиковой, а также развитие судоходства, водоснабжения, в том числе Москвы на 70% за счёт подачи воды по каналу им. Москвы из Ивановского водохранилища. В 1941 г. подача электроэнергии от Рыбинской ГЭС в Москву во многом способство-

вала тому, что столицу удалось отстоять в Великой Отечественной войне. Заметим, что производство электроэнергии на ГЭС наиболее экологично с точки зрения состояния водных ресурсов. На распространённый упрёк об эвтрофировании ("цветении") водохранилищ К.К. Эдельштейн [25] отвечал, что эвтрофирование и вообще загрязнение водохранилищ — следствие сброса больших объёмов сточных вод и поступления загрязняющих веществ со стоком с водосборов. Не будь водохранилищ, Волга, по его мнению, превратилась бы в сточную канаву. Вместе с тем создание каскада привело к затоплению около 1 млн га плодородных земель, территорий городов и сёл, население которых пришлось переселить в другие места. Несмотря на то, что в водохранилищах каскада ежегодно вылавливается несколько тысяч тонн рыбы (в основном частиковых видов), рыбному хозяйству нанесён большой ущерб из-за создания препятствий для прохождения на нерест наиболее ценных проходных рыб, в частности осетровых, уменьшения обводнения нерестилищ в период весеннего половодья. Потери воды на дополнительное испарение с акватории водохранилищ каскада оцениваются в 2–3% годового стока Волги [4].

Сейчас берёт верх точка зрения, во многом основанная на опыте эксплуатации Волжско-Камского каскада, о нецелесообразности создания крупных равнинных водохранилищ, связанных с затоплением больших массивов земель и другими негативными последствиями. Нередки высказывания относительно необходимости спуска или понижения проектных отметок водохранилищ Волжско-Камского каскада, в первую очередь Рыбинского. Однако на недопустимость подобных действий указал А.Б. Авакян [30]: по его мнению, это приведёт к огромному ущербу для энергетики, судоходства, водоснабжения населённых пунктов, промышленных центров, орошаемых массивов, водной рекреации, качества воды в Волге и Каме. Да, при спуске водохранилищ освободится около 2,3 млн га земель, но для вовлечения их в сельскохозяйственный оборот потребовалась бы чрезвычайно дорогостоящая рекультивация, поскольку значительная их часть занесена илом и песком с большим содержанием загрязняющих ингредиентов.

В последние годы активно обсуждается вопрос о поднятии уровня Чебоксарского водохранилища до проектной отметки, что позволило бы превратить Волгу в глубоководную (3,6–4,5 м) судоходную магистраль. Однако имеются серьёзные возражения, связанные с затоплением земель, активизацией абразии берегов и др. Существует альтернативный проект: не повышать уровень воды в Чебоксарском водохранилище, а постро-

¹ Мёртвый объём — это постоянная часть полного объёма водохранилища, которая в нормальных условиях эксплуатации не срабатывается (не спускается) и в регулировании стока не участвует.

ить низконапорную плотину примерно в 90 км ниже Горьковского гидроузла, но данный проект также недостаточно проработан.

Ангара-Енисейский каскад водохранилищ создавался в основном во второй половине XX в. Недавно завершено строительство Богучанского гидроузла. Полный объём водохранилищ — 439,2 км³, полезный объём — 132,8 км³, выработка электроэнергии — 100 млрд кВт·ч. Площадь акватории всех водохранилищ — 12,5 тыс. км² (затоплено около 300 тыс. га сельскохозяйственных угодий). В расчёте на 1 км³ полезного объёма затоплено в 3 раза меньше земель, чем Волжско-Камским каскадом — 94,9 и 324 км² соответственно, а в расчёте на 1 млрд кВт·ч — почти в 5,7 раза меньше (125 и 720 км²). В то же время ложе большинства водохранилищ в бассейне Енисея не было очищено от леса, здесь затоплено 30–40 млн м³ древесины, гниение которой отрицательно сказывается на качестве воды. Активно развивается абразия берегов. Уловы ценных сибирских видов рыб — хариуса, сига, тайменя и др. — снизились в 15 раз [31].

Нижнеобская ГЭС. Основные варианты её создания, разработанные институтом "Гидропроект", предполагали мощность гидроэлектростанции от 4 до 6,5 млн кВт с выработкой, соответственно, от 19 до 31 млрд кВт·ч электроэнергии и затоплением от 45 до 83 тыс. км² территории [32]. Этот проект вполне мог бы стать реальностью, если бы не открытие в 1950-е годы в районе Сибирского Приуралья газовых и в начале 1960-х в Среднем Приобье нефтяных месторождений, если бы не возражения географов, в том числе сотрудников ИГ АН СССР, геологов и других представителей научной общественности против создания Нижнеобской ГЭС. Главные их аргументы заключались в том, что затопление огромных площадей сделает малоэффективной добычу нефти и газа, приведёт к гибели больших массивов леса и утрате сельскохозяйственных угодий. Противникам создания ГЭС удалось убедить в своей правоте партийные и государственные органы, и проект был отвергнут.

Эвенкийская (Туруханская) ГЭС на р. Нижняя Тунгуска. В проекте ГЭС предусматривается, что при мощности 12 тыс. МВт она будет вырабатывать 46 млрд кВт·ч электроэнергии (больше, чем весь Волжско-Камский каскад). Площадь зеркала водохранилища составит 9400 км², полный его объём — 409,4 км³, а полезный — 101 км³. Ориентировочная стоимость — 14 млрд долл. [33]. Основные негативные последствия — затопление около 1 млн га уникальных лиственничных лесов, практически полное уничтожение ключевых территорий традиционного природопользования эвенков — коренного малочисленного народа

России (затоплению подлежит даже административный центр Эвенкийского района — посёлок Тура). Обширная зимняя полынья в нижнем бьефе гидроузла будет способствовать повышению влажности воздуха, что негативно скажется на состоянии здоровья людей и оленей — основы жизнедеятельности эвенков. Проект Эвенкийской ГЭС оживлённо обсуждается, и решение о его осуществлении пока не принято.

Комплекс защитных сооружений (КЗС) в восточной части Финского залива создан в 1979–2011 гг. для защиты Санкт-Петербурга от наводнений из-за сильных западных ветров, сгоняющих воды Финского залива к устью Невы и препятствующих её стоку, результатом чего становится подъём уровня моря до 3 м и более по сравнению с ординаром, как это случилось в 1777 г. (3,1 м), 1824 г. (4,1 м) и 1924 г. (3,69 м), а с меньшим подъёмом воды — более 300 раз за всю историю Санкт-Петербурга [34]. КЗС имеет длину 22 км, связывает остров Котлин и Кронштадт с материком, снабжён оригинальным устройством для пропуска судов, а главное, предотвращает катастрофические наводнения с высотой подъёма воды до 5,3 м в районе Санкт-Петербурга. Негативным результатом создания КЗС стали замедление водообмена в отгороженной, так называемой Маркизовой луже и её загрязнение. Впрочем, проблема решается при резком уменьшении сброса загрязнённых сточных вод в Неву.

Канал им. Москвы введён в эксплуатацию в 1937 г. и берёт начало в Ивановском водохранилище. Его длина 128 км. По каналу ежегодно подаётся 1,5–1,8 км³ воды, что решило проблему водоснабжения столицы, сделало Москву портом пяти морей, резко увеличило рекреационные возможности для населения Московской агломерации. Было несколько попыток промыть водами канала русло р. Москвы, но особым успехом они не увенчались. Создание канала не привело к существенным экологическим издержкам (если не считать затопление больших площадей Ивановским водохранилищем), скорее, наоборот, способствовало увеличению биологического разнообразия.

Проекты межзональной переброски части стока северных и сибирских рек на юг. Первая очередь переброски стока в Европейской части страны предполагала изъятие воды из северных рек (Сухоны, Онеги, Свири, Печоры, Северной Двины) — в общей сложности около 30 км³ в год — и подачу её в бассейн Волги. Цель переброски — компенсация роста водопотребления в этом бассейне и недопущение дальнейшего снижения уровня Каспийского моря, который в 1977 г. достиг критической отметки -29,5 м абс. При этом на Севере Европейской части страны неизбежно произошло бы изъятие земельных ре-

сурсов, хотя и не очень больших, под водохранилища и каналы. В процессе работы над проектом во многом учитывались рекомендации научной общественности, в том числе сотрудников ИГ АН СССР. Были значительно уменьшены объёмы предполагаемого затопления земель, в частности Митрофановским водохранилищем в верховьях Печоры, и разработаны меры защиты памятников архитектуры. Последовавшее с конца 1970-х годов увеличение стока Волги и повышение уровня Каспия, обусловленные климатическими причинами, а в дальнейшем и антропогенными (распад СССР, социально-экономический кризис, приведшие к уменьшению водозаборов), резко снизили актуальность проекта, и он, как известно, не был реализован, во многом из-за протестов общественности и отсутствия необходимых средств.

В Азиатской части страны предполагалось забирать из Оби у Белогорья 25 км^3 воды в год и по системе так называемого Антииртыша, а также по каналу в земляном русле общей протяжённостью более 2 тыс. км подавать эту воду в междуречье Амударьи и Сырдарьи с целью орошения хлопковых полей. Часть возвратных вод с орошаемых массивов хотели направить в Аральское море для замедления падения его уровня. Возражения против этого проекта в основном относились к недостаточной проработке экологических последствий, в частности, в отношении влияния на ледовитость Северного Ледовитого океана, размеров потерь воды по трассе канала, а главное, к чрезвычайно высокой реальной стоимости проекта, многократно превышавшей запланированную.

Проекты как европейской, так и азиатской переброски стока вызвали ожесточённую дискуссию, тем более что впервые в СССР было разрешено публично критиковать государственные проекты.

Водозабор и использование воды. В начале 1970-х годов М.И. Львович [14] выполнил оценку современного и перспективного водопотребления СССР и всего мира. Он считал, что при сохранении принципов охраны водных ресурсов, ориентированных на очистку сточных вод с последующим сбросом их в реки и водоёмы, можно ожидать качественного истощения водных ресурсов, так как очистка, как правило, не бывает полной. Был предложен профилактический принцип охраны вод, заключавшийся во всемерном недопущении сброса сточных вод в реки и водоёмы. В последующем сотрудниками ИГ РАН была выполнена оценка использования водных ресурсов на разных региональных уровнях и разработаны сценарии их состояния при разных темпах экономического развития и путях экономии воды [4, 35]. Выполнено первое монографическое обобщение результатов последствий распада СССР для состояния водных ресурсов России [36].

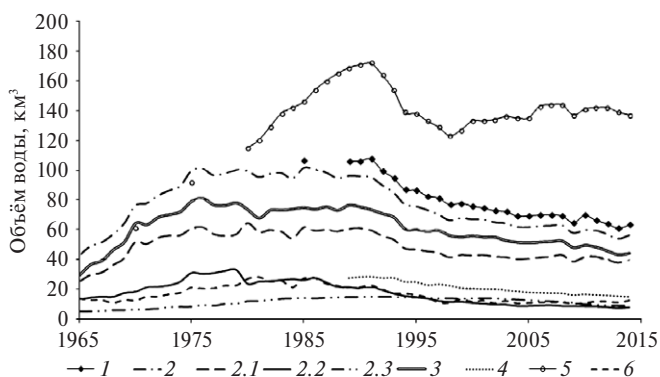


Рис. 1. Динамика использования водных ресурсов России в 1965–2015 гг., $\text{км}^3/\text{год}$

1 – забор воды из водных источников для использования; 2 – использование свежей воды, в том числе: 2.1 – на производственные нужды, 2.2 – на орошение и сельскохозяйственное водоснабжение, 2.3 – на хозяйственно-питьевые нужды; 3 – сброс сточных вод в поверхностные водоёмы; 4 – сброс загрязнённых сточных вод; 5 – объём оборотной и последовательно используемой воды; 6 – безвозвратный расход в процессе использования

Анализ динамики водопотребления в России позволяет выявить следующие его периоды: нарастание до середины 1970-х годов; стабилизация до начала 1990-х годов; спад, продолжающийся до настоящего времени, что способствует увеличению стока многих рек. Наряду с водозабором и безвозвратным расходом воды снижались и многие другие показатели её использования (рис. 1), что объясняется кризисными явлениями в экономике после распада СССР и перестройкой структуры хозяйства в сторону менее водоёмких производств.

Уменьшился забор воды как из поверхностных, так и из подземных источников, причём доля последних довольно устойчиво сохраняется в диапазоне 13–15% от общего водозабора. Заметим, что водозабор и безвозвратный расход воды в России, как и объём сточных вод (важный показатель качественного состояния водных ресурсов), составляют менее 2% мировых показателей. Во многом такое положение – следствие относительно северного географического расположения России, а также невысокой доли орошаемого земледелия – главного водопотребителя в мировой экономике.

Закономерно возникает вопрос: насколько эффективно используются водные ресурсы России в сравнении с мировыми показателями? Принято оценивать эту эффективность по отношению общего расхода воды к валовому внутреннему продукту (ВВП) или валовому региональному продукту (ВРП), причём желательно по паритету покупательной способности. В настоящее время отношение расхода воды к ВВП в России близко к среднему мировому показателю и имеет тенденцию к снижению. Это объясняется внедрением

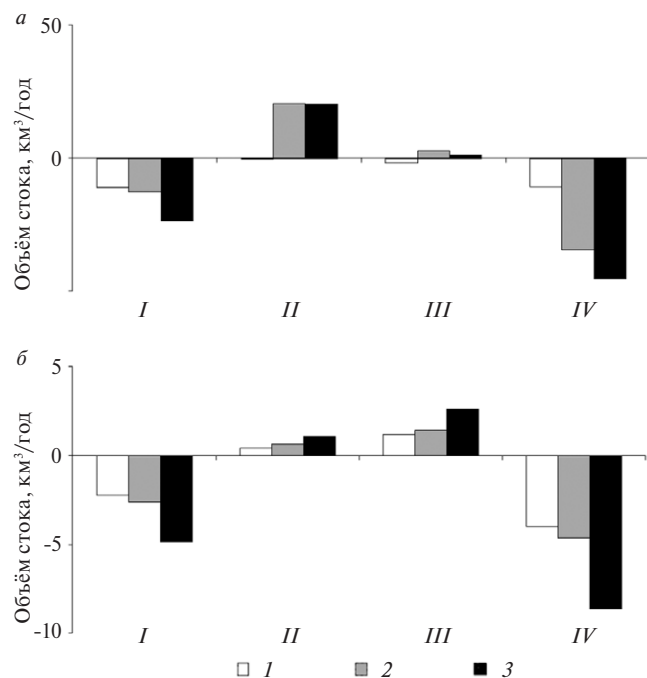


Рис. 2. Климатические и антропогенные изменения стока Волги у Волгограда (а) и Дона у Раздорской (б) за 1930–2006 гг. по сравнению с 1891–1929 гг.

1 — климатические изменения; 2 — антропогенные изменения; 3 — суммарные изменения; I — годовые изменения; II — зима; III — лето—осень; IV — половодье

современных технологий использования воды, введением платы за её использование и изменением структуры водопотребления, в том числе закрытием многих водоёмких производств, уменьшением орошаемых площадей. Россия занимает средние позиции в мире и по таким показателям эффективности использования воды, как расход воды на хозяйственно-бытовые нужды на одного человека и на гектар орошаемой площади. В целом по России картина весьма пёстрая, наименее эффективно используется вода в южных субъектах, где значительную роль в водопотреблении играет орошаемое земледелие, продукция которого ценится намного ниже, чем промышленная.

Комплекс антропогенных воздействий. Оценивая гидрологическую роль отдельных антропогенных факторов, логично рассмотреть их совокупное воздействие на воды. Такая оценка выполнена для ряда регионов и речных бассейнов мира, для территории СССР, России, включая бассейны Волги, Дона, рек Арктического бассейна [2, 4, 14, 28, 35, 36]. Отметим, что такие косвенные воздействия, как мероприятия неорошаемого земледелия и урбанизация территории, действуют на сток неоднозначно и в значительной мере взаимно компенсируются, хотя в разные периоды выявляется более важная роль некоторых из них, например, неорошаемого земледелия в СССР в 1930-е годы. В последнее время всё большее

воздействие на состояние вод оказывает урбанизация территории, но главная гидрологическая роль на современном этапе принадлежит традиционным отраслям водного хозяйства.

В большинстве районов России уменьшение речного стока в целом невелико по сравнению с общими его ресурсами — менее 0,5%, хотя в ряде районов эти изменения значительно заметнее. Так, в бассейнах Волги и Дона суммарное антропогенное уменьшение стока за 1930–2015 гг. составило, соответственно, 1200 км³ и 240 км³ в основном в результате создания водохранилищ и безвозвратного изъятия воды на различные хозяйственные нужды, то есть в среднем за год за этот период сток уменьшался на 5–7% в бассейне Волги и на 10–13% в бассейне Дона. Разумеется, в отдельные временные периоды изменения стока отличались от средних величин. Особенно значительным уменьшение стока было во время заполнения мёртвого объёма водохранилищ. В бассейнах Кубани и Терека, где развито орошаемое земледелие, уменьшение годового стока достигает 50% и более, в мире оно составляет примерно 5%. Главная угроза для водных ресурсов в большинстве регионов мира и России — загрязнение их сточными водами и стоком с водосборов.

Соотношение вклада климатических и антропогенных факторов в изменение гидрологических показателей в полной мере оценить очень трудно, однако можно утверждать, что их роль соизмерима, а иногда антропогенные изменения превосходят климатические. В первую очередь это относится к изменению качества вод, где очевидна преобладающая роль антропогенных факторов. Для оценки этого соотношения применительно к величинам годового стока и режима вод приведём в качестве примера годовые и сезонные изменения стока Волги и Дона (рис. 2). Рисунок составлен на основании сравнения фактического стока и стока, рассчитанного по связям с реками — индикаторами климатических условий, расположенными в районах, слабо затронутых хозяйственной деятельностью [4]. Соизмеримость антропогенных и климатических изменений налицо.

Пути решения водных проблем. Гидрология антропогенного направления — одна из составных частей конструктивной географии. Она предполагает обоснование мер по совершенствованию антропогенного воздействия на водные ресурсы и охране водных и связанных с ними иных ресурсов. Совершенно очевидно, что в каждом конкретном случае необходим комплекс мероприятий, учитывающий специфику местных природных и хозяйственных условий. Ввиду особой опасности качественного истощения водных ресурсов в числе приоритетных должны быть мероприятия, максимально предотвращаю-

щие и ослабляющие эту угрозу. Конечно, совершенствовать очистку сточных вод необходимо, но не менее важно не допускать попадание в реки и водохранилища даже очищенных сточных вод. Главные пути достижения этой цели — всемерная экономия воды, безводные технологии и замкнутые циклы водопотребления, реальность которых доказана ещё в 1980-х годах [37].

Профилактический подход применим и в борьбе с диффузным загрязнением рек и водоёмов, а также с эрозией на основе *организации территории водосбора*, направленной на снижение поверхностного стока (чередование лесных и полевых угодий, водозадерживающие агротехнологии и др.). Попутно решается вопрос улучшения водообеспеченности сельскохозяйственных культур. В ряду актуальных мероприятий — мульчирование сельскохозяйственных полей, подавляющее непродуктивное испарение (с поверхности почвы) — главный вид потерь воды в земледелии.

По-прежнему актуально гидротехническое преобразование стока водохранилищами и в ряде случаев его переброски. Весьма интересно предложение о переброске не непосредственно водных ресурсов, а так называемой виртуальной воды в составе водоёмкой продукции, например, нефтехимической и целлюлозно-бумажной промышленности [38, 39]. Это открывает большие перспективы для России с её огромными водными ресурсами.

Здесь отмечены лишь некоторые пути управления водным балансом и качеством вод. Более подробно необходимый комплекс мероприятий изложен в упомянутых публикациях. Успех многих технологических решений водных проблем в значительной мере зависит от мониторинга и прогнозирования, в том числе долгосрочного, состояния водных ресурсов под влиянием климатических и антропогенных факторов.

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Работа выполнена в рамках государственного задания (тема № 0148-2019-0007) при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 18-05-00479).

ЛИТЕРАТУРА

1. Водные ресурсы России и их использование. СПб.: Гос. гидрол. ин-т, 2008.
2. Коронкевич Н.И. Водный баланс Русской равнины и его антропогенные изменения. М.: Наука, 1990.
3. Коронкевич Н.И., Барабанова Е.А., Георгиади А.Г. и др. Гидрология антропогенного направления: становление, методы, результаты // Известия РАН. Серия географическая. 2017. № 2. С. 8–23.
4. Георгиади А.Г., Коронкевич Н.И., Милукова И.П. и др. Современные и сценарные изменения речного стока в бассейнах крупнейших рек России. Ч. 2. Бассейны рек Волги и Дона. М.: МАКС Пресс, 2014.
5. Лемешев М.Я. Пока не поздно. Размышления экономиста-эколога. М.: Молодая гвардия, 1991.
6. Российский статистический ежегодник: Статистический сборник. М.: Госкомстат России, 1994; 1995; 1996; 1997; 1998; 1999.
7. Ласкорин Б.Н., Болотных О.Т., Каминский В.С. и др. Качество и охрана воды в бассейне реки Волги // Водные ресурсы. 1975. № 4. С. 23–45.
8. Топачевский А.В., Сиренко Л.А., Цееб Я.Я. Антропогенное евтрофирование водохранилищ, "цветение" воды и методы его регулирования // Водные ресурсы. 1975. № 1. С. 48–60.
9. Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации. М.: Росгидромет, 2017.
10. Водное хозяйство и водные ресурсы России в 2016 году (Статистический сборник) / Под ред. Н.Г. Рыбальского, А.Д. Думнова, В.А. Омельяненко. М.: НИИ-Природа, 2017.
11. Котляков В.М., Лосев К.С., Ананичева М.Д. Сравнение нарушенности экосистем России и других стран Европы // Известия РАН. Серия географическая. 1998. № 2. С. 18–29.
12. Hannah L., Lohse D., Hutchinson Ch. et al. A preliminary inventory of human disturbance of world ecosystems // Ambio. 1994. № 4–5. Р. 246–251.
13. Львович М.И. Человек и воды. М.: Географгиз, 1963.
14. Грин А.М. Динамика водного баланса Центрально-Чернозёмного района. М.: Наука, 1965.
15. Львович М.И. Мировые водные ресурсы и их будущее. М.: Мысль, 1974.
16. Водограецкий В.Е. Влияние агролесомелиораций на годовой сток: методика исследований и расчёты. Л.: Гидрометеиздат, 1979.
17. Барабанов А.Т., Долгов С.В., Коронкевич Н.И. и др. Поверхностный сток и инфильтрация в почву талых вод на пашне в лесостепной и степной зонах Восточно-Европейской равнины // Почвоведение. 2018. № 1. С. 62–69.
18. Воскресенский К.П. Норма и изменчивость годового стока рек Советского Союза. Л.: Гидрометеиздат, 1962.
19. Современные ресурсы подземных и поверхностных вод Европейской части России. Формирование, распределение, использование. М.: ГЕОС, 2015.
20. Крестовский О.И. Влияние вырубок и восстановления лесов на водность рек. Л.: Гидрометеиздат, 1986.
21. Кашутина Е.А., Коронкевич Н.И. Влияние изменения состояния лесов Европейской части России на годовой речной сток // Водные ресурсы. 2013. № 4. С. 339–349.
22. Куприянов В.В. Гидрологические аспекты урбанизации. Л.: Гидрометеиздат, 1977.

23. Львович М.И., Чернышёв Е.П. Водный баланс и вещественный обмен в условиях города // Известия АН СССР. Серия географическая. 1983. № 3. С. 34–48.
24. Коронкевич Н.И., Мельник К.С. Антропогенные воздействия на сток реки Москвы. М.: МАКС Пресс, 2015.
25. Эдельштейн К.К. Водохранилища России: экологические проблемы, пути их решения. М.: ГЕОС, 1998.
26. Коронкевич Н.И., Барабанова Е.А. Гидрологическая роль водохранилищ Волги, Днепра и Дона в различные по водности годы // Известия РАН. Серия географическая. 2002. № 6. С. 60–69.
27. Барабанова Е.А. Глобально-региональные особенности регулирования стока рек под влиянием водохранилищ (по косвенным данным) // Вопросы географии. Сб. 133: Географо-гидрологические исследования. М.: Издат. дом "Кодекс", 2012. С. 297–311.
28. Коронкевич Н.И., Барабанова Е.А., Бибилова Т.С., Зайцева И.С. Россия на водохозяйственной карте мира // Известия РАН. Серия географическая. 2014. № 1. С. 7–18.
29. Салтанкин В.П. Волжско-Камский каскад водохранилищ // Реки и озёра мира. Энциклопедия. М.: Энциклопедия, 2012. С. 155–159.
30. Авакян А.Б. Народно-хозяйственные и экологические последствия спуска водохранилищ // Гидротехническое строительство. 1991. № 8. С. 1–8.
31. Салтанкин В.П. Ангара-Енисейский каскад водохранилищ // Реки и озёра мира. Энциклопедия. М.: Энциклопедия, 2012. С. 45–49.
32. Комгорт М.В., Колева Г.Ю. Проблема повышения уровня индустриального развития Западной Сибири и проект строительства Нижнеобской ГЭС // Вестник Томского государственного университета. 2008. Вып. 308. С. 85–90. <http://sun.tsu.ru/mminfo/000063105/308/image/308-85.PDF>
33. Туруханская ГЭС // РусГидро АО "Ленгидропроект". 19.07.2018. <http://www.lhp.rushydro.ru/company/objectsmap/5744.html>
34. Алексеевский Н.И., Жук В.А. Нева // Реки и озёра мира. Энциклопедия. М.: Энциклопедия, 2012. С. 456–461.
35. Коронкевич Н.И., Барабанова Е.А., Зайцева И.С. Сравнение состояния водных ресурсов и антропогенного воздействия на них в Европейской и Азиатской частях России // Известия РГО. 2017. № 4. С. 1–12.
36. Антропогенные воздействия на водные ресурсы России и сопредельных государств в конце XX столетия. М.: Наука, 2003.
37. Ласкорин Б.Н., Громов Б.В., Цыганков А.П., Сенин В.Н. Проблемы развития безотходных производств. М.: Стройиздат, 1981.
38. Данилов-Данильян В.И., Дёмин А.П., Пряхинская В.Г., Покидышева И.В. Рынки воды и водохозяйственных услуг в мире и Российской Федерации. Ч. I // Водные ресурсы. 2015. № 2. С. 229–239.
39. Данилов-Данильян В.И., Дёмин А.П., Пряхинская В.Г., Покидышева И.В. Рынки воды и водохозяйственных услуг в мире и Российской Федерации. Ч. II // Водные ресурсы. 2015. № 3. С. 329–342.

AN ASSESSMENT OF THE ANTHROPOGENIC IMPACT ON WATER RESOURCES IN RUSSIA

© 2019 N.I. Koronkevich*, E.A. Barabanova**, A.G. Georgiadi***,
S.V. Dolgov****, I.S. Zaitseva*****, E.A. Kashutina*****

Institute of Geography RAS, Moscow, Russia

*E-mail: koronkevich@igras.ru; **E-mail: barabanova@igras.ru; ***E-mail: georgiadi@igras.ru;

****E-mail: dolgov@igras.ru; *****E-mail: zirinas@mail.ru; *****E-mail: kashutina@igras.ru

Received 08.10.2018

Revised version received 08.10.2018

Accepted 18.12.2018

Based on the results of research carried out at the Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences (Academy of Sciences of the USSR), and using data from other organizations, the impact of various types of economic activity on water resources in Russia and their consequences were estimated. There are indirect anthropogenic effects through relief, soil, biota (rain-fed agriculture measures, forestry, urbanized landscapes) and direct effects (hydraulic engineering, flow transfer, water intake, wastewater discharge). The impact of a complex of anthropogenic factors on the quantity and quality of water resources was assessed. Water use indicators in Russia and other regions of the world were compared. Methods for solving water resource problems are also outlined.

Keywords: water resources, runoff, wastewater, anthropogenic and climatic factors, change, pollution, consequences, water problems, solutions.

БЫЛОЕ

АКАДЕМИЧЕСКИЙ ГРАВЁР А.Я. КОЛПАШНИКОВ

© 2019 г. Г.И. Смагина

*Санкт-Петербургский филиал Института истории естествознания и техники
им. С.И. Вавилова РАН, Санкт-Петербург, Россия*

E-mail: galsmagina@yandex.ru

Поступила в редакцию 10.08.2018 г.

Поступила после доработки 28.08.2018 г.

Принята к публикации 19.12.2018 г.

Статья знакомит с биографией гравёра по меди Алексея Яковлевича Колпашникова (1744–1814), чьё творчество неразрывно связано с Петербургской академией наук, и приурочена к 275-летию со дня его рождения. В контексте истории одного из старейших подразделений академии — Гравировальной палаты — рассмотрены основные этапы деятельности этого незаурядного мастера. Выполненные им иллюстрации к научным сочинениям способствовали популяризации достижений российской культуры, а портреты государственных деятелей и учёных стали заметным явлением в отечественном искусстве.

Ключевые слова: Петербургская академия наук, Гравировальная палата, А.Я. Колпашников, гравюра, С.Г. Домашнев, шведский король Густав III.

DOI: <https://doi.org/10.31857/S0869-5873896615-620>

Петровский "Проект положения об учреждении Академии", одобренный Правительствующим Сенатом 22 января 1724 г., предполагал, что она станет "социететом художеств и наук", объединит разные учреждения: научно-исследовательские — собственно академию, учебные — гимназию и университет, вспомогательные художественные мастерские, в то время именовавшиеся палатами, — инструментальную, слесарную, токарную, переплётную, словолитную, гравировальную, рисовальную и др. При создании Петербургской академии наук в её штат были включены живописец и гравёр, в обязанности которых входило иллюстрирование научных изданий. В "Положении об учреждении Академии" об этом говорится так: "Без живописца и градыровального мастера обойтись невозможно будет, понеже издания, которые в науках чиниться будут (ежели оные сохранять и публиковать), имеют срисованы и градырованы быть" [1, с. 36].

Наличие вспомогательных учреждений оказалось существенным привлекательным фактором

для приглашённых из Европы учёных. Так, академик-физик Г.Б. Бюльфингер, сообщая будущему академику-востоковеду Г.З. Байеру об условиях жизни в Петербурге и работе в академии, писал 10 ноября 1725 г.: "Наш регламент и привилегии уже урегулированы... Мы имеем превосходную библиотеку, богатую камеру натуралиев, минцкабинет, собственную типографию с гравировальной и всё то, что необходимо для развития наук... Я убеждён, что никакая академия или университет не имеют таких привилегий и такого обеспечения" [2, с. 128].

Все академические палаты размещались в бывшем дворце царицы Прасковьи Фёдоровны, стоявшем на Стрелке Васильевского острова в Санкт-Петербурге. Здание, переданное Академии наук в 1725 г., не сохранилось до наших дней — в настоящее время на этом месте располагается Зоологический институт РАН и его Зоологический музей.

Первый регламент Академии наук и художеств, утверждённый Елизаветой Петровной 4 июля 1747 г. и сосредоточивший основное внимание на организационном устройстве академии, отмечал необходимость привлечения "мастеровых людей". Параграф 59 регламента звучит так: "Архитектор, грыдыровальщик портретов, грыдыровальщик проспектов, грыдыровальщик литер, живописец, инвентор [изобретатель, отвечавший за содержание и смысл фейерверков. — Г.С.] рез-

СМАГИНА Галина Ивановна — доктор исторических наук, главный научный сотрудник Санкт-Петербургского филиала Института истории естествознания и техники им. С. И. Вавилова РАН.

ного дела мастер, механик для делания инструментов математических, мастер барометров, часовой, слесарной, столярной и токарной мастер. Каждый из них должен иметь одного подмастерья или по одному и по два ученика и производить им жалование, смотря по науке" [1, с. 56].

Деятельность Гравировальной палаты была тесным образом связана с научно-исследовательской и издательской деятельностью Академии наук, в ней создавались иллюстрации ко всем печатавшимся в академии книгам, к произведениям художественной литературы, выполнялись портретные и видовые гравюры, заказы государственных учреждений и частных лиц. К середине XVIII в. Гравировальная палата стала центром гравирования в России. Большую известность академическим мастерам принесли альбомы гравюр "Палаты Петербургской имп. Академии наук" (1741 и 1744 гг.) [3] с планами, фасадами и профилями зданий и учреждений академии, "План столличного города Санкт-Петербурга..." (1753 г.) [4] с изображениями его проспектов, выполненными известным гравёром XVIII в. М.И. Махаевым, а также иллюстрации к коронационному альбому Елизаветы Петровны (1745 г.) [5] и многие другие работы. А общее их количество с 1724 по 1805 г., то есть за время существования Гравировальной палаты, составило несколько тысяч [6, с. 36].

Одним из самых талантливых гравёров на меди был Алексей Яковлевич Колпашиников. Он родился 17 марта 1744 г. в семье обедневших дворян. 2 августа 1759 г. в возрасте 15 лет подал прошение о зачислении его учеником в Академию наук [7]. При посредничестве членов академической Канцелярии советника И.И. Тауберта и академика Я.Я. Штелина был определён на три месяца "на пробу" учеником "рисовального художества". До обеда юному Колпашиникову надлежало обучаться рисовальному мастерству, а после — арифметике у студента академического университета Ф.А. Охтинского. По малолетству Алексея и двух его товарищей передали на "смотрение" учителю рисования Н.И. Любецкому, притом было определено, чтобы он выдавал им наличные деньги, так как они "имеют неимущих пропитания матерей" [8].

Около трёх лет провёл Колпашиников учеником в Рисовальной палате, которая была тесно связана с Гравировальной. Обучение строилось на последовательном усвоении определённых навыков: копирование гравюр и рисунков, рисование с гипсов и натуры, приветствовались попытки создания самостоятельных композиций [9, с. 70—93].

В 1762 г. Колпашиникова перевели учеником в Гравировальную палату. Здесь ему очень повезло с наставниками. Основы мастерства он осваивал

под присмотром руководителей палаты Е.Г. Виноградова и А.А. Грекова, прошедших долгий путь в профессии. В это время в Петербург был приглашён бывший придворный гравёр прусского короля Фридриха II Г.Ф. Шмидт¹. При поступлении на российскую службу его назначили мастером гравировальных портретов Академии наук. Колпашиников учился у Шмидта, причём входил в число лучших его учеников, неслучайно в сентябре 1763 г. за "добрые успехи" по итогам экзаменов ему было увеличено месячное жалование [10]. В течение нескольких лет Колпашиников совершенствовал свои навыки под руководством мастера исторической гравюры А.Х. Радига, прибывшего из Парижа по приглашению Петербургской академии наук на место Г.Ф. Шмидта. В июне 1773 г. после 11 лет пребывания в качестве ученика Гравировальной палаты Колпашиников получил звание подмастерья, а в 1783 г. — по представлению академика Штелина, ведавшего всеми художественными мастерскими академии, — звание мастера [11]. Колпашиников трудился в Академии наук до 1795 г. и был уволен по собственному желанию [12]. В начале царствования Александра I поступил на службу в Медицинскую академию и гравировал чертежи и иллюстрации для её изданий. Умер 5 декабря 1814 г. в Санкт-Петербурге и погребён на Смоленском кладбище.

Большинство выполненных в XVIII в. гравюр не имеют подписей, а потому не сохранили имён авторов. В нашей статье речь пойдёт только о тех гравюрах Колпашиникова, авторство которых доказано известным историком искусства Д.А. Ровинским [13, с. 365—369] или определено на основе документов Гравировальной палаты и академической Канцелярии, сохранившихся в Санкт-Петербургском филиале Архива РАН.

Колпашиников выполнял прежде всего работы для академических изданий: гравировал таблицы, чертежи, иллюстрации, например, в 1775 г. в 19-м томе главного научного издания Академии наук "Novi Commentarii" напечатаны две его гравюры к статье академика К.Ф. Вольфа, иллюстрирующие строение желчного пузыря [14]. В 1777 г. издаётся книга "Российское посольство в Константинополь", одну из гравюр к которой — "Шествие чрезвычайного посла князя Н.В. Репнина" — выполнил Колпашиников. Правда, она не попала в книгу, а продавалась в книжной лавке отдельно [15]. Именно Колпашиникову было поручено выполнить фронтиспис к сочинению Екатерины II "Сказка о царевиче Хлоре", написанному ею в 1781 г. для внуков [16]. Также он выполнил фронтиспис к труду писателя

¹ В 2017 г. в Государственном Эрмитаже состоялась выставка, посвящённая творчеству Г.Ф. Шмидта.



Фронтиспис и титульный лист "Придворного месяцослова... на 1794 год"

Гравёр А.Я. Колпашников

и историка М.Д. Чулкова "Историческое описание российской коммерции" (1781–1785) [17]. Для вышедшего в 1800 г. первого издания на русском языке труда К. Линнея "Философия ботаники" Колпашников сделал портрет знаменитого шведского естествоиспытателя на фронтисписе и 12 иллюстраций [18].

Он выполнял гравюры и к литературным произведениям. Для сочинения чиновника и литератора П.И. Сумарокова "Досуги крымского судьи" [19] в 1800 г. вырезал три гравюры, в том числе с изображением симферопольского пейзажа. Он гравировал портрет Петра I для жизнеописания императора, подготовленного итальянским писателем А. Катиоро (вышло в 1772 г.) [20], и портрет поэта и переводчика В.К. Тредиаковского для издания его трагедии "Деидамия" (1775 г.) [21].

Колпашников выполнил 8 гравюр для коронационного альбома Екатерины II (к сожалению, не изданного), среди них "Шествие в Архангельский собор", где Екатерина изображена с державою и скипетром в руках, и "Церемониальный обед в Грановитой палате Кремля". В 1774 г. им были гравированы доски с изображением предметов Кунсткамеры и изображения 16 древних монет с их оборотными сторонами для медальерного кабинета академии [22]. Его резцу принадлежат фронтисписы для Придворных месяцесловов, содержащих общую роспись всех должностных лиц Российской империи на 1779, 1780, 1793, 1794 гг.,

картуш карты путешествий по России Екатерины II в 1780 г.

Гравировальная палата выполняла немало больших по объёму заказов, и тогда в работе участвовали все её мастера. Так, в 1769–1771 гг. была подготовлена серия "Собрание российских и сибирских городов" [23] из 34 гравюр, над которыми трудились 12 гравёров, в том числе и Колпашников ("Вид города Красноярска").

С 1780 по 1787 г. академические мастера подготовили 480 гравюр-иллюстраций к 10-томному изданию "Зрелище природы и художеств", которое стало первой популярной энциклопедией по естествознанию и технике, изданной в России для юношества [24]. Читатели проявили к ней интерес, она разошлась довольно быстро, и уже через несколько лет возникла потребность во втором издании, которое было осуществлено в 1809–1813 гг. Колпашников выполнил гравировальные листы с изображениями животных, различных орудий и механизмов и фронтиспис 3-го тома энциклопедии — девять муз перед Олимпом у бюста Аполлона [25].

Мастер участвовал в подготовке гравюр к трудам академиков-естествоиспытателей и путешественников И.И. Лепёхина, П.С. Палласа, к переводу и изданию на русском языке "Всеобщей и частной естественной истории" французского натуралиста Ж.-Л.Л. Бюффона (10 частей, 1789–1808 гг.) [26].



Портрет императора Петра I
Гравёр А.Я. Колпашиников



Портрет директора Академии наук С.Г. Домашнева
Гравёр А.Я. Колпашиников

К 50-летию Академии наук А.Я. Колпашиников вместе с друзьями и коллегами И.Е. Бугреевым и Н.Я. Саблиным выполнил большую гравюру с изображением иллюминации, имевшей место 18 октября 1777 г., когда академия отмечала свой юбилей. На гравюре можно видеть здание Двенадцати коллегий, а перед ним — специально построенную иллюминированную триумфальную арку. Толпа гуляющих, на переднем плане карета, из неё выглядывает важное лицо, вероятно, директор Академии наук С. Г. Домашнев. Теми же мастерами изготовлена гравюра с изображением иллюминации по случаю бракосочетания великого князя Павла Петровича и великой княгини Марии Фёдоровны 26 сентября 1776 г. в Санкт-Петербурге. В 1779—1781 гг. все мастера палаты участвовали в гравировании видов иллюминации на дороге между Петербургом и Царским селом по случаю визита прусского принца Генриха. Большой двухлистовой общий вид иллюминации гравировал Алексей Колпашиников [27].

Замечательное мастерство гравёра проявилось и в парадных портретах. Примечателен список изображённых им лиц: император Пётр I, императрица Екатерина II (два портрета), царевич Алексей Петрович, католикос всех армян Иосиф Аргутинский, австрийский император Иосиф II (два портрета),

король Людовик XIV, французский художник Ж. Парросель. Но особенно удачны, по мнению историка искусства Д.А. Ровинского, портреты князей А.М. Голицына и А.В. Куракина, графа Р.И. Воронцова, директора Академии наук С. Г. Домашнева, поэта В.К. Тредиаковского и М.В. Ломоносова. Колпашиников гравировал портреты преимущественно резцом и в технике офорта. Его произведения отличаются тонкостью душевных характеристик и изяществом приёмов гравирования.

В XVIII в. гравюры высоко ценились и нередко становились дипломатическим подарком. 5 июня 1777 г. король Швеции Густав III прибыл в Санкт-Петербург. Визит был неофициальным, король путешествовал под именем графа Готландского. В российской столице он пробыл месяц, был принят Екатериной II, ознакомился со всеми достопримечательностями города, посетил многие учебные заведения и государственные учреждения. 23 июня Густав III посетил и Петербургскую академию наук [28]. По этому случаю состоялось публичное торжественное собрание, на которое были приглашены все академики и адъюнкты, почётные члены академии, иностранные послы и представители петербургского высшего света. Король прибыл в 11 часов утра, встречал его директор академии С. Г. Домашнев. В актовом зале

король не захотел воспользоваться приготовленным ему почётным местом и занял один из стульев, поставленных для его свиты. Сначала, по традиции, был оглашён протокол предыдущего академического собрания, затем с докладами выступили П.С. Паллас ("Общие замечания о структуре гор и об изменениях земного шара...") и С. Г. Домашнев ("О справедливости наименования XVIII века философским") [29, с. 644].

После докладов Густаву III были представлены все присутствовавшие академики — К.Ф. Вольф, И.А. Гильденштедт, С. К. Котельников, В.Л. Крафт, К.Г. Лаксман, А.И. Лексель, И.И. Лепёхин, П.С. Паллас, А.П. Протасов, С. Я. Румовский, Я.Я. Штелин, И.А. Эйлер и адъюнкты И.Г. Георги, М.Е. Головин, П.Б. Иноходцев и Н.И. Фус. Пятеро из них были почётными членами Шведской академии: А.И. Лексель, П.С. Паллас, С. Я. Румовский, И.А. Эйлер, а также К.Г. Лаксман, который прибыл в Россию в 1770 г., уже будучи членом Шведской академии. Потом король ознакомился с Кунсткамерой, где с особым вниманием рассматривал восковую персону Петра Великого, посетил монетный и минералогический кабинеты, библиотеку и осмотрел знаменитый Готторпский (Академический) глобус. Затем король отправился в академическую типографию, где, взяв листок печатавшегося эстампа, с удивлением увидел свой портрет. Его срочно в течение двух дней выполнили А.И. Колпашников, И.Е. Бугреев и Н.Я. Саблин [30]. Король с большим удовольствием принял этот подарок. В знак признательности за радушный приём Густав III вручил шведские золотые медали трём академикам — Л. Эйлеру, П.С. Палласу и А.И. Лекселю.

Подводя итог экскурсу в XVIII в., отметим: работы академического гравёра Алексея Колпашникова доносят до нас реалии времени, воссоздают своеобразие и колорит эпохи, углубляют наши знания о деятельности Академии наук.

ЛИТЕРАТУРА

1. Уставы Академии наук СССР. М.: Наука, 1974.
2. Копелевич Ю.Х. В дни основания // Вестник АН СССР. 1973. № 10. С. 121–131.
3. Палаты Санкт-Петербургской Императорской Академии наук, Библиотеки и Кунсткамеры. СПб.: Печатано при Императорской Академии наук, 1741. 1744. Изд. 2-е.
4. План столичного города Санкт-Петербурга с изображением знатнейших оного проспектов, изданный трудами Императорской Академии наук и художеств. СПб., 1753.
5. Обстоятельное описание Торжественных порядков Благополучного вшествия в царствующий град Мо-



Портрет графа де Готланда (Густава III, короля Швеции)
Гравёры А.Я. Колпашников, И.Е. Бугреев, Н.Я. Саблин

- ску и Священнейшаго коронования Ея Августейшаго Императорскаго Величества Всепресветлейшия Державнейшия Великия Государины Императрицы Елисавет Петровны Самодержицы Всероссийской, еже бысть вшествие 28 февраля, коронование 25 апреля 1742 года. СПб.: Типография Академии наук, Печатано при Императорской Академии наук, 1744.
6. Гравировальная палата Академии наук XVIII века. Сборник документов. Л.: Наука, 1985.
 7. Санкт-Петербургский филиал Архива РАН. Ф. 3. Оп. 1. Д. 529. Л. 222 об. — 223.
 8. Санкт-Петербургский филиал Архива РАН. Ф. 3. Оп. 7. Д. 2. Л. 8.
 9. Стецкевич Е.С. Рисовальная палата Петербургской академии наук (1724–1766). СПб.: Наука, 2011.
 10. Санкт-Петербургский филиал Архива РАН. Ф. 3. Оп. 7. Д. 2. Л. 8.
 11. Санкт-Петербургский филиал Архива РАН. Ф. 3. Оп. 1. Д. 544. Л. 194.
 12. Санкт-Петербургский филиал Архива РАН. Ф. 3. Оп. 7. Д. 29. Л. 17.
 13. Ровинский Д.А. Подробный словарь русских гравёров. СПб.: Типография при Императорской Академии наук, 1895.
 14. Novi Commentarii Academiæ Scientiarum... Petropoli. Т. 19. S. 379–393.
 15. Санкт-Петербургский филиал Архива РАН. Ф. 3. Оп. 1. Д. 549. Л. 441–442.

16. *Екатерина, имп.* Сказка о царевиче Хлоре. СПб.: Типография при Императорской Академии наук, 1781.
17. *Чулков М.Д.* Историческое описание российской коммерции. СПб.: Типография при Императорской Академии наук, 1781–1788. Т. 1–8.
18. *Линней К.* Философия ботаники, изъясняющая первые оной основания / Перевод Т. Смеловского. СПб.: Типография при Императорской Академии наук, 1800.
19. *Сумароков П.И.* Досути крымского судьи, или Второе путешествие в Тавриду Павла Сумарокова. Ч. 1, 2. СПб.: Императорская типография, 1803, 1805.
20. *Катиφόро А.* Житие Петра Великого, императора и самодержца всероссийского, отца отечества, собранное из разных книг, во Франции и Голландии изданных, и напечатанное в Венеции, Медиолане и Неаполе на диалекте италианском, а потом и на греческом: с коего на российской язык перевёл статский советник Стефан Писарев. СПб.: Типография при Императорской Академии наук, 1772.
21. *Тредиаковский В.К.* Деидамия. Трагедия, покойным надворным советником и императорской Санкт-Петербургской Академии наук красноречия профессором Васильем Кирилловичем Тредиаковским, сочинённая в 1750 году. М.: Типография государственной военной коллегии, 1775.
22. Санкт-Петербургский филиал архива РАН. Ф. 3. Оп. 1. Д. 515. Л. 38–39.
23. Собрание российских и сибирских городов. Альбом. СПб.: Типография при Императорской Академии наук, 1769–1771.
24. Зрелище природы и художеств. Ч. 1–10. СПб.: Изданием Императорской Академии наук, 1784–1790.
25. Санкт-Петербургский филиал Архива РАН. Ф. 3. Оп. 1. Д. 554. Л. 112–113.
26. *Бюффон Ж.-Л.Л.* Всеобщая и частная естественная история графа де Бюффона; переложенная с французского языка на российской... Ч. 1–10. СПб.: Изданием Императорской Академии наук, 1789–1808.
27. Санкт-Петербургский филиал Архива РАН. Ф. 3. Оп. 1. Д. 1969. Л. 27.
28. Санкт-Петербургские ведомости. 27 июня 1777 года (№ 51).
29. Летопись Российской академии наук. Т. 1. СПб.: Наука, 2000.
30. Санкт-Петербургский филиал Архива РАН. Ф. 3. Оп. 3. Д. 11. Л. 6.

A. YA. KOLPASHNIKOV, AN ACADEMIC ENGRAVER

© 2019 G.I. Smagina

*St. Petersburg branch of S. I. Vavilov Institute for the History of Science and Technology of the Russian Academy of Sciences,
St. Petersburg, Russia*

E-mail: galsmagina@yandex.ru

Received 10.08.2018

Revised version received 28.08.2018

Accepted 19.12.2018

To commemorate the 275th anniversary of his birth, this paper presents a biography of Alexey Ya. Kolpashnikov (1744–1814), a copper-plate engraver, whose work was closely associated with the St. Petersburg Academy of Sciences. The main stages of this outstanding craftsman's professional life are considered in the broader context of the history of one of the oldest departments of the Academy – the Engraving Chamber. His illustrations supporting numerous scientific writings contributed to popularizing Russian scientific achievements, and his portraits of statesmen and scientists became a noticeable phenomenon of Russian art.

Keywords: St. Petersburg Academy of Sciences, Engraving Chamber, Alexey Ya. Kolpashnikov, engraving, Sergey G. Domashnev, Gustav III (King of Sweden).

ЭТЮДЫ
ОБ УЧЁНЫХ

ГЛАВНАЯ ДАМА ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ПАЛЕОНТОЛОГИИ

К 165-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ПОЧЁТНОГО АКАДЕМИКА М.В. ПАВЛОВОЙ

© 2019 г. З.А. Бессуднова^{1*}, Г.И. Любина^{2**}

¹Государственный геологический музей им. В.И. Вернадского РАН, Москва, Россия

²Институт истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН, Москва, Россия

*E-mail: zoyaa@yandex.ru; **E-mail g.lubina2011@yandex.ru

Поступила в редакцию 29.06.2018 г.

Поступила после доработки 29.06.2018 г.

Принята к публикации 21.09.2018 г.

М.В. Павлова стала первой женщиной в России, добившейся серьёзных успехов в избранной ею специальности — палеонтологии позвоночных, что принесло ей мировую известность. Она познакомила научный мир с богатым отечественным палеонтологическим материалом, в значительной мере собранным и систематизированным ею самой. В Москве она первая заложила фундамент профессиональной подготовки палеонтологов, геологов и биологов, владеющих приёмами биостратиграфии. Эти и многие другие заслуги определили место Павловой в ряду создателей отечественной эволюционной палеонтологии в пору её становления как самостоятельной биологической дисциплины.

Ключевые слова: М.В. Павлова, эволюционная палеонтология, популяризация научного знания, краеведение, Городской народный университет им. А.Л. Шанявского, Московский университет, РАН.

DOI: <https://doi.org/10.31857/S0869-5873896621-628>

Мария Васильевна Павлова оставила заметный след в истории науки. Её имя, появившееся в энциклопедии Ф.А. Брокгауза и И.А. Ефрона в 1897 г., не сходит со страниц энциклопедических и биографических справочников. Число заметок о ней превысило сотню. Но даже содержательные очерки [1–3] рассказывают о жизни Павловой неполно и с неточностями. Особенно это касается начала её биографии и последнего десятилетия жизни.

Мария Павлова (Гортынская) родилась 14 (26) июня 1854 г. в г. Козельце Черниговской губернии. Отец, Василий Степанович Гортынский (1819–1889), происходил из обедневшего малороссийского дворянского рода. В 1842 г. он окончил Московский университет и вскоре занял место губернского врача Черниговской палаты государственных имуществ. Автор нескольких пособий в помощь сельским фельдшерам, он много сделал для развития общественной медицины дореформенного времени [4]. В начале 1860-х годов В.С. Гортынский стал инспектором Врачебного



Мария Васильевна Павлова. 1854–1938

БЕССУДНОВА Зоя Антоновна — кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник ГГМ РАН. ЛЮБИНА Галина Ивановна — кандидат исторических наук, ведущий научный сотрудник ИИЕТ РАН.

Библиотека МОИП.
Иконотека членов общества



М.В. и А.П. Павловы дома

Из фондов Черниговского литературно-мемориального музея-заповедника М.М. Коцюбинского

отделения Черниговской губернии и занимался организацией медицинского и ветеринарного дела в крае. Он перевёз в Чернигов семью: жену Александру Михайловну (урождённую Лагоду, из местных дворян) и четверых детей¹. Доктора

¹ В настоящее время мы располагаем достоверными сведениями о детях доктора Гортинского. Ольга (1855–1903) окончила Киевский институт благородных девиц в 1870 г. В 1874–1882 гг. изучала естественные науки и медицину в Женевском университете. При возвращении в Россию на границе у неё обнаружили сочинения Герцена, поэтому с 1883 по 1891 г. она находилась под негласным наблюдением полиции. В 1884 г. получила диплом женщины-врача и право на медицинскую практику. Служила земским врачом в больницах Остёрского уезда Черниговской губернии, Павлоградского уезда Екатеринославской губернии, Волоколамского уезда Московской губернии, в Сухаревской лечебнице Московского уезда Московской губернии. Выезжая на вызовы больных в любую погоду, нажила ревматизм, который стал причиной сердечной болезни. От неё скоропостижно скончалась в Мисхорской лечебнице [5]. Пётр (1857–1897) окончил Московское техническое училище с дипломом учёного техника. В январе 1880 г. был арестован в Киеве по делу о киевских революционных кружках. После пяти лет поселения в Восточной Сибири, потеряв семью, появился в Чернигове и был взят под надзор полиции. Проживал оставшееся после смерти отца небольшое состояние, последние годы служил где-то в Ташкентской губернии. В 1897 г. умер в Ялте от туберкулёза [6]. Василий (1859–1885) служил в драгунском полку в Симферополе, скончался от скоротечной чахотки в Чернигове [7].

Гортинского горожане уважали, он был опорой многочисленному семейному клану. В детях он пытался развивать любознательность, трудолюбие, самостоятельность. Мария обожала отца, от него переняла идеалы служения обществу, женского равноправия, самоусовершенствования, приобрела интерес к естественным наукам.

Среднее образование Мария, как и её сестра Ольга, получила в Киевском институте благородных девиц (1865–1870). Она окончила его с дипломом "домашней наставницы", дававшим право преподавания предметов гимназического курса в частных домах и гарантировавшим при соблюдении определённых условий государственную пенсию после выслуги лет [8]. Здесь же она научилась играть на фортепьяно, развила способности к рисованию, что позднее ей пригодилось в профессии палеонтолога. В аскетических условиях интерната завершилось формирование сильного волевого характера.

Вернувшись в отчий дом, Мария в 1873 г. вышла замуж за земского врача Н.Н. Иллич-Шшацкого. Вместе с ним она отправилась в Астраханскую губернию, где в уездном городе Чёрный Яр летом 1880 г. он погиб во время эпидемии брюшного тифа [9]. Мария Васильевна позднее писала, что в эти семь лет занималась самообразованием и учила сельских ребятишек.

Четыре года (1880–1884) Мария Иллич-Шшацкая посвятила научному образованию в Сорбонне и Музее естественной истории в Париже. Она изучила широкий круг дисциплин, включая ботанику, зоологию, анатомию, антропологию, геологию, минералогию, уделив особое внимание зоологии. Прослушала лекции знаменитых французских учёных и работала в лабораториях у зоологов А. Мильн-Эдвардса и Э. Перрье, ботаника Ф. Ван Тигема, палеонтолога А. Годри [10]. Последний увлёк её своим предметом и подсказал направление исследований — палеонтология крупных позвоночных.

В Париже в 1884 г. Мария познакомилась с молодым геологом, будущим академиком А.П. Павловым. Летом 1886 г., сразу же после защиты Алексеем Петровичем докторской диссертации, молодые люди поженились. Перед Марией открылись новые перспективы.

Первые 25 лет жизни в Москве оказались наиболее продуктивными в творчестве М.В. Павловой. По ходатайству М.А. Мензбира и А.П. Павлова ей разрешили помогать мужу и приводить в порядок палеонтологическую коллекцию Геологического кабинета Московского университета, где она работала более 30 лет бесплатно. Первая научная работа Павловой — это описание коллекции аммонитов, собранных А.П. Павловым в Поволжье [11]. Но все её последующие исследования

были посвящены ископаемым позвоночным². Мария Васильевна отслеживала находки костей ископаемых позвоночных на территории России, нередко ездила на новые места их обнаружения, там находила сама или приобретала материал для своих исследований у частных лиц, обменивалась слепками ископаемых животных с известными зарубежными палеонтологами и музейными хранителями. С целью изучения остеологического материала и пополнения коллекции Московского университета она посетила многие исследовательские центры и естественно-научные музеи Старого и Нового Света, обследовала собрания российских музеев. Она была лично знакома и состояла в переписке с такими знаменитостями, как французы А. Годри, Ш. Депере, Ф. Ван Тигем, швейцарец Л. Рютимейер, австриец Э. Зюсс, немец К. Циттель, англичане А. Вудворд и А. Гейки, американцы О. Марш, Э. Коп, Г. Осборн. Немало сотрудников отечественных университетов, краеведческих музеев и просто любителей палеонтологии поддерживали её исследования. Это подтверждает эпистолярная часть архива Павловой, которая содержит 291 дело. Её постоянными корреспондентами в России были А.А. Борисяк (Петербург, Ленинград), А.А. Штукенберг (Казань), П.А. Тутковский (Киев) и многие краеведы. В результате её усилий коллекция ископаемых позвоночных Геологического кабинета (музея) Московского университета к началу 1920-х годов считалась едва ли не лучшей в стране [12].

Научная известность пришла к М.В. Павловой сразу же после публикации её первой статьи из серии "Этюды по палеонтологической истории копытных в Америке и Европе" (1887–1906)³. В девяти этюдах Павлова проследила эволюцию лошадей, носорогов и жвачных начиная от находок ранних третичных ископаемых до современных форм [13]. Её работы вызвали широкий интерес у современников, поскольку ввели в научный оборот обширный палеонтологический материал, накопленный в России, до этого малоизученный и почти неизвестный. Её вывод о монофилетическом (монофилия – происхождение таксона от одного общего предка) происхождении семейства лошадиных и исключение гиппариона и палеотерия из прямых предков современных

лошадей вызвали возражения у тогдашних мэтров палеонтологии Э. Коп, Г. Осборна, Ш. Депере, М. Шлоссера. Павлова вступила в полемику со своими оппонентами. Её точка зрения оказалась настолько аргументированной, что частично убедила Э. Коп, Г. Осборна, Э.-Л. Труссара в правоте Павловой. Её поддержали А. Годри, Р. Лидеккер, К. Циттель, Л. Рютимейер. С первых же работ она обнаружила качества, необходимые палеонтологу: наблюдательность, критический и обобщающий склад ума, широкую эрудицию и добросовестность.

Мария Васильевна не ограничилась очерками об ископаемых копытных, хотя и этого хватило бы для её научного реноме. Она изучила генезис ряда других групп позвоночных: хоботных, оленевых, хищников, параллельно определяя и описывая новые виды ископаемых животных, обработала крупные фаунистические комплексы на территории европейской части России: ископаемую фауну островов Новой Земли, доставленную экспедицией барона Э. Толля 1900–1903 гг., и "гиппарионовую фауну" юго-западных регионов Европейской России [14, 15].

Исследуя изменение приспособительных признаков ископаемых млекопитающих в процессе эволюции, Павлова проявляла её общие закономерности: параллелизм развития ряда линий ископаемых животных, их географическое расселение и миграцию, явления конвергенции и дивергенции, причины изменения ископаемых организмов и их вымирания. Она высказала оригинальную, противоречившую прежним представлениям гипотезу о родине русских носорогов. До Павловой существовало представление, что шерстистые носороги (*Rhinoceros Tichorhinus*) впервые появились в Северной Азии, откуда распространились по России. Опираясь на работы русских учёных (в том числе П.С. Палласа и Ф.Ф. Брандта) и на результаты тщательного анализа обработанного ею самой материала (зубов и костных остатков), Мария Васильевна доказала, что родиной этого носорога была Центральная Европа (Германия, Франция) и русские носороги имеют европейское, а не азиатское или американское происхождение, как думали раньше [16].

М.В. Павлова много сил отдавала популяризации научного знания. Она опубликовала на русском языке описание палеонтологических коллекций Краеведческого музея в Екатеринбурге, Троицкосавско-Кяхтинского музея в Забайкалье [17, 18], познакомила русскую публику с научно-популярными книгами австрийского палеонтолога М.Н. Неймайра и английского историка геологии и палеонтологии Г. Гетчинсона [19, 20]. Известные учёные Д.В. Наливкин и Ю.А. Орлов признавались, что увлеклись палеонтологией,

² Здесь необходимо упомянуть о Евгении Викторовне Соломко (1862–1898), первой из русских женщин получившей учёную степень доктора философии и геологии в 1887 г. в Цюрихе (Швейцария) за диссертацию по палеонтологии с результатами изучения юрских и меловых кораллов Крыма. Но её деятельность как палеонтолога была коротка: после выхода замуж в 1887 г. она наукой больше не занималась.

³ Павлова практиковала печатание работ на французском языке в отечественных журналах, затем рассылала оттиски своим корреспондентам.



М.В. Павлова за рабочим столом в Палеонтологическом музее МГУ. 1920-е годы

Фототека отдела фондов ГИМ РАН

пленившись "Вымершими чудовищами" Гетчинсона в переводе Павловой. Её перу принадлежит оригинальная научно-популярная книга об ископаемых слонах России, выдержавшая несколько изданий [21], и ряд статей в журналах "Природа", "Хочу всё знать". В аудитории Политехнического музея Мария Васильевна выступала с общедоступными лекциями о царстве ископаемых животных, геологической истории Земли и эволюции её органического мира.

В течение нескольких десятилетий супруги Павловы оставались душой краеведческого движения в России. М.В. Павлова была знакома и состояла в переписке со многими краеведами: О.Е. Клером из Екатеринбурга, М.И. Моллесон и А.В. Барташевым из Троицкосавска (Забайкалье), Н.С. Гуляевым из Барнаула, Г.Н. Прозрителевым из Ставрополя, П.П. Стахановым из Сапожка (Рязанская губерния), К.Ю. Гроссе из Хвалынска (Саратовская губерния), Ант.А. Штукенбергом из Пензы. Одной из первых она побывала в краеведческих музеях Забайкалья и Сибири, посетив летом 1916 г. Барнаул, Томск, Иркутск, Омск, Тобольск. По её следам Барнаульский музей посетили профессора Томского университета Г.Г. Гельберг и С. В. Лебедев и бывший сослуживец (в 1890–1911 гг.) М. В. и А.П. Павловых по естественному отделению физико-математического факультета Московского университета

академик (с 1911 г.) В.И. Вернадский, работавший с 1890 г. хранителем Минералогического кабинета университета, а с 1892 г. его заведующим [22]. Павлова считала, что краеведческие музеи должны превратиться в центры популяризации научных знаний среди местного населения и в крупные хранилища естественно-научных коллекций для профессиональных исследователей. Все её старания были направлены на то, чтобы поддержать эту миссию местных музеев.

Она помогала в определении образцов и описании палеонтологических коллекций, каталогизации музейных экспонатов и составлении этикеток, оформлении экспозиций, способных удовлетворить любознательность местных жителей. Она способствовала научному образованию краеведов, посылая справочники, определители, учебники, научную литературу и свои работы. Не без её участия музеи Троицкосавска, Барнаула, Ставрополя, Сапожка превратились в крупные очаги культурной и научной работы. Павлова привлекла к проблемам краеведческих музеев внимание столичных учёных. В описании коллекций только Троицкосавского музея приняли участие преподаватели сибирских вузов и зоологи из Москвы М.А. Мензбир, В.И. Бианки, В.С. Елпатьевский, Н.Ф. Слудский.

Пользуясь заслуженным научным авторитетом, М.В. Павлова долго не имела официальных званий, так как в Геологическом кабинете Московского университета она работала неофициально. В бюрократической системе Российской империи она значилась как "жена профессора А.П. Павлова". В Московском городском народном университете им. А.Л. Шанявского, созданном благодаря частной инициативе и свободном в выборе предметов преподавания и самих педагогов, пренебрегли требованием официальных атрибутов учёности. В 1910 г. Павлову пригласили возглавить в нём кафедру палеонтологии. Это был первый опыт систематического преподавания палеонтологии в Москве, до того лекции по палеонтологии читались в Московском университете в курсе геологии.

Павлова начинала преподавание, опираясь на опыт предшественников за рубежом и в Петербурге, например, преподавания геологии в Московском университете. Она постаралась обеспечить материальную базу для работы Палеонтологического кабинета, вокруг которого сосредоточилась деятельность кафедры. В значительной мере благодаря пожертвованиям, в которые Мария Васильевна внесла свою долю, была составлена библиотека научной и учебной литературы, сформированы палеонтологические коллекции, создано собрание диапозитивов для наглядности преподавания. По свидетельству

Н.В. Тимофеева-Ресовского, научные лаборатории Университета им. А.Л. Шанявского имели первоклассное оборудование. Палеонтологическая лаборатория располагала всем необходимым для изучения и консервации костных остатков, для микроскопических исследований. Преподавание палеонтологии начиналось на 3-м курсе, после того как студент получил основательную теоретическую подготовку в естественных дисциплинах. Павлова составила лекционный курс из двух частей: палеонтология беспозвоночных и палеонтология позвоночных. На примере типичных представителей различных семейств ископаемых животных она демонстрировала их генетическую преемственность внутри каждой группы, связь вымерших форм с существующими. Ею были введены различные виды практических занятий (разборка коллекций, определение ископаемых остатков, лабораторные опыты). Каждый ученик (поначалу их было немного, 5–6 человек) получал своё задание, обучающее навыкам исследовательской работы. С годами число слушателей увеличивалось, лекции Павловой стали посещать студенты-геологи из Московского университета. Для удобства работающей публики занятия проводились вечером, с 18 до 22 часов. Руководство университета отметило успешную работу кафедры, выделив дополнительные средства для разборки коллекций [23].

В 1916 г. профессора Московского университета зоологи А.Н. Северцов, Г.А. Кожевников и Н.А. Богоявленский выступили с инициативой присвоить М.В. Павловой учёную степень доктора зоологии *honoris causa* (за заслуги) по совокупности трудов. Их поддержало общее собрание физико-математического факультета, а затем Совет университета 26 марта 1916 г. подтвердил избрание [24].

С приходом советской власти Павлова получила доступ к преподаванию в Московском университете, впервые здесь была создана кафедра палеонтологии. В марте 1919 г. её избрали профессором кафедры [25] и назначили заведующей отделившимся от Геологического музея Палеонтологическим музеем.

Тогда же 1-й МГУ, где она преподавала, получил имущество Университета им. А.Л. Шанявского и частично Высших женских курсов в Москве. Мария Васильевна продолжила практику, начатую ею в Народном университете.

Благодаря авторитету супругов Павловых, их педагогическому опыту, корпоративной сплочённости профессорского корпуса МГУ удалось в известной мере смягчить негативные последствия реформы высшего образования, его советизации. Учебный процесс был восстановлен достаточно быстро. Он предполагал общую теоретическую

подготовку, базовому образованию отводились первые два года обучения, тогда же студенты изучали иностранные языки (французский, немецкий, английский). С 3-го курса начиналась специализация (учение о фациях, палеозоология беспозвоночных и позвоночных, сравнительная анатомия позвоночных). На 4-м курсе в учебную программу включали палеофитологию, зоогеографию, введение в историю и философию естествознания. Последний год обучения был полностью посвящён подготовке дипломной работы [26].

Особое внимание в новой программе уделялось наглядности обучения и практическим работам со студентами. В штатном расписании утвердили должность руководителя практических занятий, на каждого педагога должно было приходиться не более 10 студентов [27]. У Марии Васильевны появились помощники — М.А. Болховитинова и М. Мирчинк, но она и сама много работала со студентами — геологами и зоологами. Павлова разработала несколько типов практических занятий: демонстрацию ископаемых, о которых говорилось на лекциях, препарирование костных остатков и монтирование скелетов ископаемых животных; разборку палеонтологических коллекций и определение ископаемых остатков. Впервые преподавание палеонтологии вводилось у геологов и зоологов. Н.В. Тимофеев-Ресовский, противник узкой специализации, отмечал в своих "Воспоминаниях", насколько курсы геологии и палеонтологии облегчили биологам восприятие картины эволюции органического мира, и сетовал, что эти предметы были исключены позднее из учебной программы: "Этим самым значительная часть эволюционной биологии теряет конкретный смысл" [28, с. 83].

Существенным новшеством в подготовке палеонтологов стало обязательное участие студентов в полевых работах. С 1923 г. их проводили для сту-



Зал ископаемых позвоночных, где проводились практические занятия. 1920-е годы

Фототека отдела фондов ГГМ РАН

дентов 3-го и 4-го курсов на базе разных геологических организаций, чаще всего это было участие в геологических и гидрогеологических партиях, позднее студенты привлекались к палеонтологическим раскопкам. С 1925 г. ввели обязательные отчёты по производственной практике, которые заслушивались на заседании предметной комиссии [29, с. 210].

В преподавании палеонтологии Павлова руководствовалась практическими задачами, стоявшими перед страной. Ускоренная индустриализация требовала большого числа специалистов для масштабной геологической съёмки и разведки. В рамках знаменитой павловской (московской) геологической школы Мария Васильевна подготовила десятки палеонтологов-стратиграфов. В Научно-исследовательском институте геологии при МГУ (1922–1930) она руководила научной работой будущего академика В.В. Меннера, доцентов В.А. Теряева и Б.В. Милорадовича. Влияние Павловой испытали зоологи, ученики А.Н. Северцова — Л.В. Ганешина и А.Н. Дружинин, воспитавшие в свою очередь крупного современного зоолога и теоретика эволюционной биологии Н.Н. Воронцова [30].

Несомненно, прав был В.В. Меннер, когда писал в начале 1960-х годов о десятках учёных, "прямых и внучатных учеников" Павловой, продолжающих её дело, и о её трудах, которые послужат воспитанию ещё не одного поколения палеонтологов [31, с. 235]. Из школы супругов Павловых вышли десятки специалистов широкого профиля, нашедших себя в различных областях активной деятельности, будь то наука и вузовское преподавание или организация практической геологической работы.

В 1920-е годы М.В. Павлова вела интенсивные исследования по изучению отдельных групп ископаемых животных третичного (в настоящее время это палеоген, неоген и часть антропогена — *З.Б., Г.Л.*) и четвертичного (антропоген — *З.Б., Г.Л.*) периодов и их фауны на территории России, продолжала полемику о гиппарионе. К ключевым работам того времени относится исторический очерк об изучении палеонтологии крупных млекопитающих России третичного и четвертичного периодов (1922), о причинах вымирания ископаемых животных (1924), двухтомный учебник по палеозоологии (1927, 1929). В них автор настойчиво проводила мысль об исключительном влиянии эволюционной теории на становление палеонтологии как биологической науки, изучающей органическую жизнь геологического прошлого.

Советское время принесло официальное признание научных заслуг М.В. Павловой. В 1924 г. она стала членом Всеукраинской академии наук⁴,

в 1925 г. была избрана членом-корреспондентом РАН (в том же году переименованной в АН СССР), в 1930 г. — почётным членом АН СССР. Она и сейчас остаётся единственной женщиной, удостоенной такого высокого звания в области естественных наук. В 1926 г. Геологическое общество Франции наградило супругов Павловых золотой медалью (призом) Альбера Годри за геолого-палеонтологические труды.

Следом за триумфальными успехами для Павловой наступили переломные годы. В 1929 г. после долгой мучительной болезни у неё на руках скончался Алексей Петрович. Они представляли собой идеальную супружескую пару, настолько тесно связывало их единство общественных идеалов, научных интересов, житейских привычек. До конца жизни Мария Васильевна не смогла оправиться от этой потери. Уход мужа совпал с другими печальными для Павловой и всей отечественной науки событиями. В 1930-е годы подготовка по специальностям "геология" и "палеонтология" была изъята из компетенции МГУ и передана вместе со всеми университетскими коллекциями, помещениями, сотрудниками и студентами в распоряжение вновь созданного Московского геологоразведочного института, перешедшего в 1932 г. в ведение Министерства тяжёлой промышленности. По мнению В.И. Вернадского, был нанесён удар по одной из самых сильных специальностей Московского университета. Тогда же на глазах у Павловой разворачивались деструктивные события, вследствие классовых и идеологических чисток пострадали многие сотрудники Академии наук, столичных и провинциальных вузов, краеведческих музеев. Среди них были её знакомые: геологи и палеонтологи М.О. Клер, В.И. Крыжановский, С.А. Добров, В.В. Богачёв, А.В. Закревская, биологи А.Н. Криштафович, А.А. Бялыницкий-Бируля, краеведы Г.Н. Прозрителев, П.П. Стаханов.

В 1930 г. Павлова отказалась от преподавания палеонтологии, но научную работу продолжала до тех пор, пока силы её не покинули. Летом 1931 г. она совершила последнюю экскурсию в Волынский округ Среднего Поволжья под Хвалынском, на место массового скопления костей ископаемых мамонтов, слонов и носорогов. Собрать богатый остеологический материал, обработать его полностью она не успела. Её дело завершили ленинградцы В.И. Громов и В.И. Громова. Последняя публикация Павловой, посвящённая 3-й американской экспедиции в Монголию, относится к 1935 г.

⁴ Во всех русскоязычных публикациях годом избрания указан 1921 г. Украинские источники и документы из архива Павловой называют 1924 г.

Одиночество М.В. Павловой было скрашено участием друзей и учеников. Вернадский и Борисьяк позаботились об увеличении её академической пенсии. Они настояли на издании застрявшей в Госиздате рукописи работы А.П. Павлова о геологической истории европейской территории в связи с деятельностью первобытного человека и о передаче гонорара вдове академика. В подготовке рукописи деятельное участие принимал ученик Павлова М.М. Васильевский. Дружескими письмами поддерживали Марию Васильевну её ученики Б.В. Милорадович, А.В. Закревская, А.Н. Дружинин, двоюродные племянницы М.Н. Садовская и З.Н. Садовская (Свицына). Её посещали и о ней заботились Аля Ланге (жена О.К. Ланге, ученика Павлова), А.А. Чернов, помощницы по университету М.А. Болховитинова, М.И. Шульга-Нестеренко. Павлова умерла 23 декабря 1938 г., её похоронили на Новодевичьем кладбище.

Жизнь М.В. Павловой разворачивалась на фоне грандиозных событий в то время, когда существенным образом изменилось геополитическое положение России, были преобразованы или вовсе упразднены многие социальные институты прошлого. Павловы остались в стороне от революционного движения. Они оказались в числе тех немногих профессоров, которые не покинули Московский университет в 1911 г. В пору культа революционности это было актом большого гражданского мужества с их стороны. В драматические моменты отечественной истории они отстаивали, насколько это было возможно в сложных условиях непрекращающегося реформаторства и советизации, внутреннюю свободу научного творчества, сохраняли его высокие стандарты. Свою общественную миссию они видели в служении образованию, сохранении музейных коллекций, повышении культурного уровня народа.

Пользуясь заинтересованностью новой власти в развитии науки, Павловы нашли возможность продуктивно работать на благо науки и образования. Им удалось сохранить личное достоинство, не заискивая перед властью, не восхваляя политический режим. При любых обстоятельствах они оставались убеждёнными поборниками модели просвещённого общества, для которого немыслимо процветание без широкого развития исследований и образования, без взаимодействия с мировой наукой.

Восемьдесят лет, отделяющих нас от времени смерти Павловой (1938), не стёрли её имени из истории науки [32]. Интерес к её творческому наследию временами затухал, но возродился в 1980-е годы в связи с актуализацией филогенетического подхода к решению теоретических и практических задач зоологии, геологии, палеонтологии. Исключительное значение палеон-

тологического материала для выяснения закономерностей макроэволюции и видообразования привлекло внимание современных исследователей к работам их предшественников, последовательных морфологов и систематиков, в том числе к трудам Павловой [33]. Наследие Марии Васильевны до сих пор является образцом высокой научной культуры — эрудиции, историзма, добросовестности, тщательности и детальности описаний, ясности и образности изложения мысли.

ЛИТЕРАТУРА

1. Борисьяк А.А., Меннер В.В. Мария Васильевна Павлова (Некролог) // Вестник АН СССР. 1939. № 6. С. 78–80.
2. Варсанюфьева В.А. Мария Васильевна Павлова (1854–1938) // Люди русской науки. Очерки о выдающихся деятелях естествознания и техники (геология, география) / Под ред. И.В. Кузнецова. М.: Физматгиз, 1962. С. 94–107.
3. Наливкин Д.В. Мария Васильевна Павлова // Наши первые женщины-геологи. Л.: Наука, 1979. С. 13–36.
4. Страшун И.Д. Полвека земской медицины // Очерки истории русской общественной медицины. М.: Медицина, 1965. С. 32.
5. Орлов Д. Ольга Васильевна Гортинская (Некролог) // Сведения о заразных болезнях и санитарно-врачебной организации в Московской губернии. 1903. № 9. С. 557–559.
6. Деятели революционного движения в России. Библиографический словарь. Т. 3. Вып. II. Г–З. М.: Изд-во Всесоюзного общества политических каторжан и ссыльно-поселенцев, 1934. Стб. 921–922.
7. АРАН. Ф. 311 (М.В. Павловой). Оп. 3. Д. 291. Л. 80.
8. АРАН. Ф. 311. Оп. 1а. Д. 83. Л. 1–3.
9. АРАН. Ф. 311. Оп. 1а. Д. 83. Л. 4.
10. АРАН. Ф. 311. Оп. 1а. Д. 82. Л. 24.
11. Pavlow M. Les ammonites du groupe *Olcostephanus versicolor* // Bull. Soc. Nat. Moscou. 1886. № 3. P. 27–42.
12. АРАН. Ф. 311. Оп. 1а. Д. 61. Л. 6.
13. Pavlow M. Études sur l'histoire paléontologique des Ongulés en Amérique et en Europe. Т. I–IX. 1887–1906: Т. I–VIII: Bull. Soc. Nat. Moscou: I. 1887. № 2. P. 343–373; II–III. 1888. № 1. P. 135–173; 173–182; IV–V. 1890. № 4. P. 653–665; 666–716; VI. 1892. № 2. P. 137–221; VII. 1899. Nouvelle série. Т. 13. № 2–3. P. 268–328; VIII. 1903. № 2–3. P. 200–221; Т. IX. Записки Императорской Академии наук. Серия 8. Физ.-мат. отд. 1906. Т. 20. № 1. С. 1–95.
14. Павлова М.В. Описание ископаемых млекопитающих, собранных Русской полярной экспедицией 1900–1903 гг. [барона Э.В. Толля] (Доклад на заседании Физико-математического отделения АН 19 апреля 1906 г.) // Записки Императорской Академии наук. Серия 8. Физ.-мат. отд. 1906. Т. 21. Вып. 1. С. 1–40.

15. Pavlow M. Études sur l'histoire paléontologique des Ongulés. VI. Les Rhinocoridae de la Russie et le développement des Rhinocoridae en général (Av. 3 pl.) // Bull. Soc. Nat. Moscou. 1892. № 2. P. 137–221.
16. Pavlow Marie. Mammifères tertiaires de la Nouvelle Russie avec un article géologique du prof. A.P. Pavlow. 2-me part. Aceratherium incisivum, Hipparion, Proboscidae, Carnivora // Nouveaux Mémoires Soc. Impériale Natur. Moscou. 1915. T. 17. Livr. 4. P. 1–78.
17. Павлова М.В. Послетретичные жвачные Екатеринбургского музея // Записки УОЛЕ. 1908. Т. 27. С. 81–94.
18. Павлова М.В. Описание ископаемых остатков млекопитающих Троицкосавско-Кяхтинского музея // Труды Троицкосавско-Кяхтинского отделения Приамурского отд. РГО. 1910. Т. 13. Вып. 1. С. 21–59.
19. Неймайр М. Корни животного царства. Введение в науку о происхождении животных / Перевод и предисл. М.В. Павловой. С предисл. проф. А.П. Павлова. М.: Тип. А. Г. Кольчугина, 1898.
20. Гетчинсон (Хетчинсон) Г.Н. Вымершие чудовища и животные прошлых геологических эпох / Перевод М.В. Павловой. С предисл. проф. А.П. Павлова. Серия "Науч.-образоват. биб-ка". Вып. 1–7. М.: Тип. Н.А. Баландина, 1898–1899.
21. Павлова М.В. Ископаемые слоны. СПб.: Изд-во журнала "Мир Божий", 1899. Изд. 2-е. М.: Госиздат, 1922; Изд. 3-е. М., Пг.: Госиздат, 1924.
22. АРАН. Ф. 311. Оп. 3. Д. 70. Л. 5 об., 13 об., 14.
23. АРАН. Ф. 311. Оп. 1а. Д. 98. Л. 4.
24. АРАН. Ф. 311. Оп. 1а. Д. 95. Л. 8, 10, 11.
25. АРАН. Ф. 311. Оп. 3. Д. 44. Л. 30.
26. Московский университет. Физико-математический факультет. Обзор преподавания на физ.-мат. фак-те 1-го МГУ. Ч. 1. М.: Изд-во МГУ, 1927. С. 38–44.
27. АРАН. Ф. 311. Оп. 1а. Д. 98. Л. 96–98.
28. Тимофеев-Ресовский Н.В. Воспоминания. М.: Прогресс, 1955.
29. Великовская Е.М. История организационной структуры и материально-техническая основа научной и учебной работы в области геологии за 1917–1955 гг. // История геологических наук в Московском университете. М.: Изд-во МГУ, 1962. С. 208–225.
30. Воронцов Н.Н. Воспоминания и размышления. М.: Новый хронограф, 2017.
31. Меннер В.В. Научная работа в МГУ школы А.П. Павлова в области тектоники и региональной геологии и школы М.В. Павловой в области палеонтологии в 1918–1930 гг. // История геологических наук в Московском университете. М.: Изд-во МГУ, 1962.
32. Бессуднова З.А. Павлова Мария Васильевна (1854–1938) // Павловская геологическая школа. М.: Наука, 2004. С. 21–26.
33. Короткевич Е.Л. История формирования гиппарионовой фауны Восточной Европы. Киев: Наукова думка, 1988.

MAIN LADY OF RUSSIAN PALEONTOLOGY

TO THE 165TH ANNIVERSARY OF THE HONORARY ACADEMICIAN MARIA V. PAVLOVA

© 2019 Z.A. Bessudnova^{1*}, G.I. Lyubina^{2**}

¹Vernadsky State Geological Museum, RAS, Moscow, Russia

²S.I. Vavilov Institute for the History of Science and Technology, RAS, Moscow, Russia

*E-mail: zoyaa@yandex.ru; **E-mail g.lyubina2011@yandex.ru

Received 29.06.2018

Revised version received 29.06.2018

Accepted 21.09.2018

Maria V. Pavlova was the first Russian woman to achieve significant national and international success in her chosen specialty – vertebrate paleontology. She introduced the scientific world to a rich collection of Russian paleontological material, most of which she had collected and classified. In addition, she laid the foundation for programs to educate professional paleontologists, geologists, and biologists who would benefit from an understanding of biostratigraphic methods. Thanks to these and many other achievements, Pavlova is recognized as one of the founders of Russian evolutionary paleontology as an independent biological discipline.

Keywords: Maria V. Pavlova, evolutionary paleontology, popularization of scientific knowledge, study of local lore, Shanyavsky Moscow City Public University, Moscow University, RAS.

ЭТЮДЫ
ОБ УЧЁНЫХ

"НЕБРОСКИЙ, НО УСЕРДНЫЙ ГЕНИЙ"

К 150-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ЧАРЛЬЗА ВИЛЬСОНА

© 2019 г. Р.Н. Щербаков

Таллин, Эстония

E-mail: robert.scherbakov@rambler.ru

Поступила в редакцию 09.10.2018 г.

Поступила после доработки 30.10.2018 г.

Принята к публикации 17.12.2018 г.

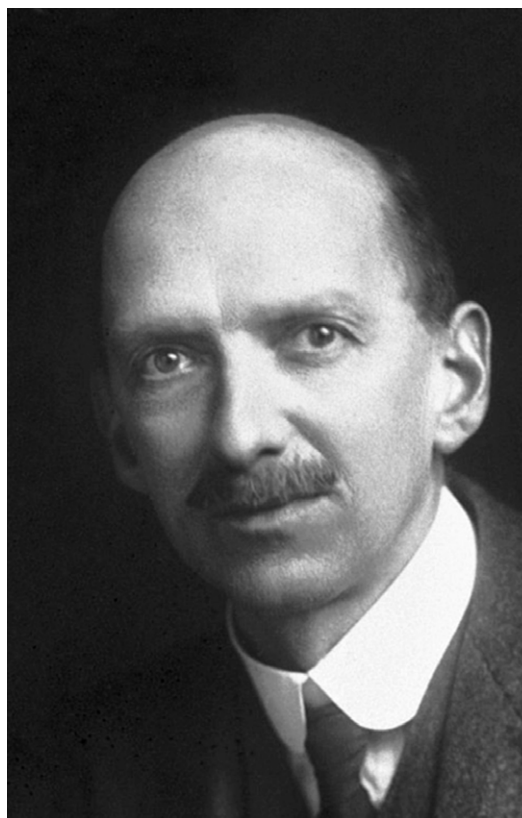
Выдающийся английский физик-экспериментатор, лауреат Нобелевской премии Чарльз Вильсон в начале XX в. создал прибор, который другой выдающийся английский физик Эрнест Резерфорд восторженно охарактеризовал как "самый оригинальный и прекрасный инструмент в истории науки". Благодаря этому инструменту — он получил название "камера Вильсона" — удалось совершить крупные открытия в ядерной физике, физике космических лучей и элементарных частиц. В статье рассматриваются вехи биографии Ч. Вильсона, история замечательного изобретения, отмечается его влияние на развитие физических исследований в разных странах, в том числе в Советском Союзе.

Ключевые слова: атмосферное электричество, электрическое поле, камера Вильсона, пузырьковая камера, искровая камера, заряд электрона, космические лучи.

DOI: <https://doi.org/10.31857/S0869-5873896629-636>

Чарльз Томсон Рис Вильсон родился 14 февраля 1869 г. в семье фермера, разводившего овец, сама же ферма располагалась неподалёку от Эдинбурга. Будущий знаменитый шотландский физик был самым младшим из восьми детей, которых его отец имел от двух браков. В 1873 г. после смерти отца семья переезжает в Манчестер, где Чарльз Вильсон позднее поступает в Гринхейскую академическую школу, а после её окончания в 1884 г. — в Оуэнс-колледж (ныне Манчестерский университет), предполагая посвятить себя медицине. Но изучая на протяжении трёх лет различные науки, больший интерес проявляет к физике. В 1887 г. он оканчивает это учебное заведение со степенью бакалавра.

С 1888 г. Вильсон изучает физику в Сидней-сассекс-колледже в Кембридже. Получив в 1892 г. научную степень, остаётся там для проведения исследований, но уже через два года из-за безденежья семьи вынужденно оставляет Кембридж и поступает на работу учителем в Бредфордскую школу. Зарабатывая на жизнь ещё и в качестве лаборанта при студентах-медиках, он одновременно проводит опыты в Кавендишской лаборатории, возглавляемой будущим нобелевским лауреатом Дж.Дж. Томсоном.



Чарльз Томсон Рис Вильсон

ЩЕРБАКОВ Роберт Николаевич — доктор педагогических наук.

В один из дней 1894 г. Вильсон наблюдал корону при освещении облака солнцем: "Это вызвало во мне интерес и желание воспроизвести такой же эффект в лаборатории. <...> В начале 1895 года я проделал несколько опытов по экспериментальной имитации процесса создания облаков при расширении влажного воздуха. Почти сразу же я обнаружил нечто, обещающее быть более интересным, чем те оптические явления, которые я до этого собирался исследовать" [1, с. 447]. Он заметил, что во влажном, очищенном от пыли воздухе часто образуются капельки. Вильсон предположил, что конденсация происходит, вероятнее всего, на ионах. Познакомившись в 1896 г. с незадолго до этого открытыми В. Рентгеном X-лучами, он использовал рентгеновскую трубку для электризации воздуха в специально построенной камере. Образующийся при этом плотный туман подтверждал его гипотезу о природе конденсации. В процессе работы он заметно улучшил конструкцию прибора, ставшего известным как конденсационная (ионизационная) камера.

Наблюдения грозových явлений в атмосфере возбудили интерес Вильсона к изучению электрического поля Земли. Эти исследования оказались результативными, о чём говорит тот факт, что в 1896 г. молодой учёный был удостоен стипендии Максвелла в Кавендишской лаборатории. На протяжении последующих трёх лет он изучал ионную конденсацию и атмосферное электричество Земли. В итоге ему удалось получить важную информацию о поведении ионов в газах и влиянии ионов на атмосферу.

Вильсону повезло, что уже в начале своей научной деятельности он оказался в Кавендишской лаборатории: благодаря таланту её руководителя Дж.Дж. Томсона здесь удалось сформировать научную школу, давшую миру семь лауреатов Нобелевской премии. Томсон весьма заинтересованно отнёсся к изобретению Вильсоном ионизационной камеры, которая для самого Томсона позднее стала одним из средств определения заряда электрона. Заметим, что ещё в 1898 г. Томсон измерил средний заряд ионов, создаваемых рентгеновскими лучами. При этом он опирался на тот факт, что ионы, как обнаружил Вильсон, являются центрами конденсации водяных паров. Томсон наблюдал движение облака пара в электрическом поле и вычислил величину электрического заряда, равную заряду одновалентного иона в растворе электролита.

Совершенствуя научный инструментарий, Вильсон вносит в ионизационную камеру две параллельные пластины, между которыми создаёт электрическое поле. Капли облака оказываются и в поле силы тяжести, и в электрическом поле. Проведённые Вильсоном измерения позволили

уже точнее, чем удалось Томсону, вычислить заряд электрона, тем не менее и новые результаты оказались всё-таки приближительными ввиду быстрого испарения самого облака.

В научных статьях, опубликованных Вильсоном в 1897–1899 гг., он подводит итоги своих исследований конденсации водяного пара в воздухе и в других газах, влияния на этот процесс излучения урана. Учёный отмечает появление тумана при действии на влажный воздух ультрафиолетового света, наличие центров конденсации, возникающих в газах под действием рентгеновского, радиоактивного излучения, ультрафиолета и иных агентов, он также определяет сравнительную эффективность положительных и отрицательных ионов как центров конденсации.

В 1899 г. Вильсон ставит опыты для Метеорологического совета, а в 1900 г. избирается членом этого совета и назначается лектором Сидней-Сассекс-колледжа. П. Ланжевен после пребывания в Кавендише и общения с Ч. Вильсоном в своей докторской диссертации 1902 г. высоко оценил его опыты по конденсации: они "впервые подтвердили правильность атомистической гипотезы, выявив дискретную структуру переносимых веществом зарядов" и позволив "уловить каждый наэлектризованный центр, зародыш капли воды, и подсчитать таким образом число этих центров в определённом объёме газа" [2, с. 27].

В 1903 г. Вильсон предложил отличную от томсоновской методику измерения заряда электрона и получил значение $3,1 \times 10^{-10}$ абсолютных электростатических единиц (СГСЭ). Надо отметить, что величины заряда этой частицы, измеренные М. Планком в 1900 г., Ф. Эренгафтом в 1907 г. и Р. Миллиkenом в 1913 г., заметно различались. Р. Милликен, много сил отдавший этим измерениям, нашёл число, равное $4,796 \times 10^{-10}$ СГСЭ, что близко к современному значению ($4,803 \times 10^{-10}$). При этом он применил метод парящей в электрическом поле масляной капли, несущей заряды электронов.

В Кавендишской лаборатории Вильсон продолжал проводить опыты с ионизационной камерой вплоть до 1904 г. В метеорологическом журнале "Weather" ("Погода") он напишет: "Есть ли нужда говорить, что результаты всех этих опытов были бы весьма ничтожными, если бы не одновременное открытие электрона, X-лучей и радиоактивности?" [3, с. 377]. Иными словами, его изобретение появилось весьма кстати — в нужное для науки время и в нужном месте. Но в физике у Вильсона были и другие пристрастия. Его, как упоминалось, с юности интересовало атмосферное электричество. Неслучайно именно он изобрёл новую модель электрооскопа, оказавшуюся в 100 раз чувствительней предшествен-



Камера Вильсона

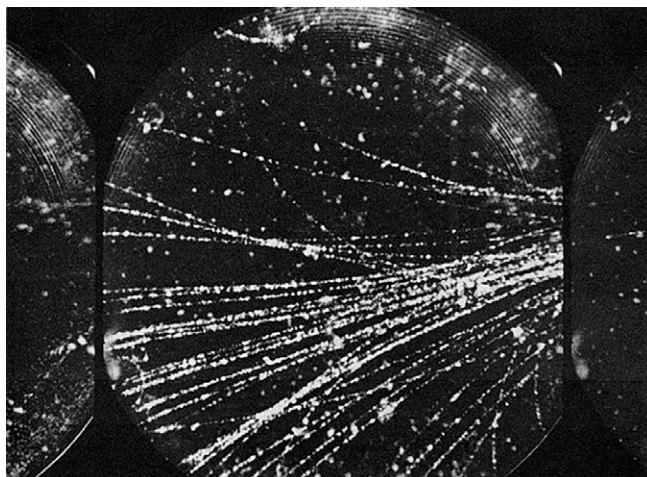


Фото треков в камере Вильсона

ниц, благодаря чему стало доступным измерение электрического поля в атмосфере.

В 1907 г. в личной жизни Вильсона происходят счастливые перемены: он вступает в брак с Джесси Фрейзер Дик, дочерью министра. Со временем в их семье появятся два сына и две дочери. В 1910 г. Вильсон возвращается в Кембридж, чтобы заняться преподаванием. Разумеется, чтение лекций ограничивало интенсивность его исследований, тем не менее он продолжал физические эксперименты.

В конце того же 1910 г., анализируя состояние работ в области расширительных камер, Вильсон провидчески заметит: если предположить, что удастся преодолеть трудности фотографирования, то можно будет, по его словам, увидеть след альфа-частиц, который должен включать в себя центральный стержень из капель, образовавшихся на положительно заряженных ионах, и окружающее этот стержень более рассеянное облачко из капель, образовавшихся на отрицательных ионах. Предвидение оправдалось.

Что к тому времени представляла собой его ионизационная камера? По конструкции это цилиндр, заполненный парами спирта и воды. В камере присутствует поршень, и при его быстром опускании температура падает вследствие адиабатического расширения, пары приобретают способность легко конденсироваться. Влетающие через отверстие в камере частицы вызывают ионизацию молекул среды и появление туманного следа — трека. Частицы разного размера, с разными зарядами и энергией порождают разные треки. Так, трек электрона выглядит тоньше и прерывистей, чем трек массивной альфа-частицы.

Продолжая эксперименты со своей камерой, Вильсон не просто наблюдал треки заряженных частиц, но и фотографировал, что позволяло визуально их фиксировать. В 1911 г. ему удалось улуч-

шить камеру и в итоге зарегистрировать фотографически следы отдельных альфа- и бета-частиц, а также электронов. Сделав достоянием других исследователей "метод обнаружения путей ионизирующих частиц во влажных газах, основанный на конденсации пара на ионах", Вильсон продолжает совершенствовать свою экспериментальную установку, позднее названную его именем. Следует подчеркнуть, что представленные им для общего обозрения фотографии треков не только произвели глубокое впечатление на физиков, занятых исследованием атомных и ядерных явлений, но и вызвали большой интерес в научном мире в целом. Они служили прямым подтверждением существования частиц, наличие которых до работ Вильсона доказывалось лишь косвенно. Причём благодаря методу Вильсона у исследователей впервые появилась возможность отличить одну частицу от другой с невероятной чёткостью. В итоге к 1912 г. физика получила превосходное опытное средство.

Успеху Вильсона-экспериментатора способствовало то обстоятельство, что элементы своей установки он изобретал и изготавливал самостоятельно. Начиная со стеклодувных операций, шлифовки, притирки и подгонки деталей до установки электрических и оптических элементов, он всё делал сам, что вызывало восхищение коллег по лаборатории — Дж. Стокса, У. Кельвина, Дж.Дж. Томсона и других. Вильсона отличали долготерпение в работе, сдержанность, немногословность и мягкосердечие в общении. Вместе с тем, стремясь к познанию законов природы, он оставался равнодушным к почестям и внешним проявлениям престижа.

В 1913 г. Вильсон был назначен наблюдателем в обсерватории физики Солнца в Кембридже, где оставался сотрудником до 1918 г., при этом продолжал проводить исследования со своей камерой, скрупулёзно изучая атмосферное электричество.

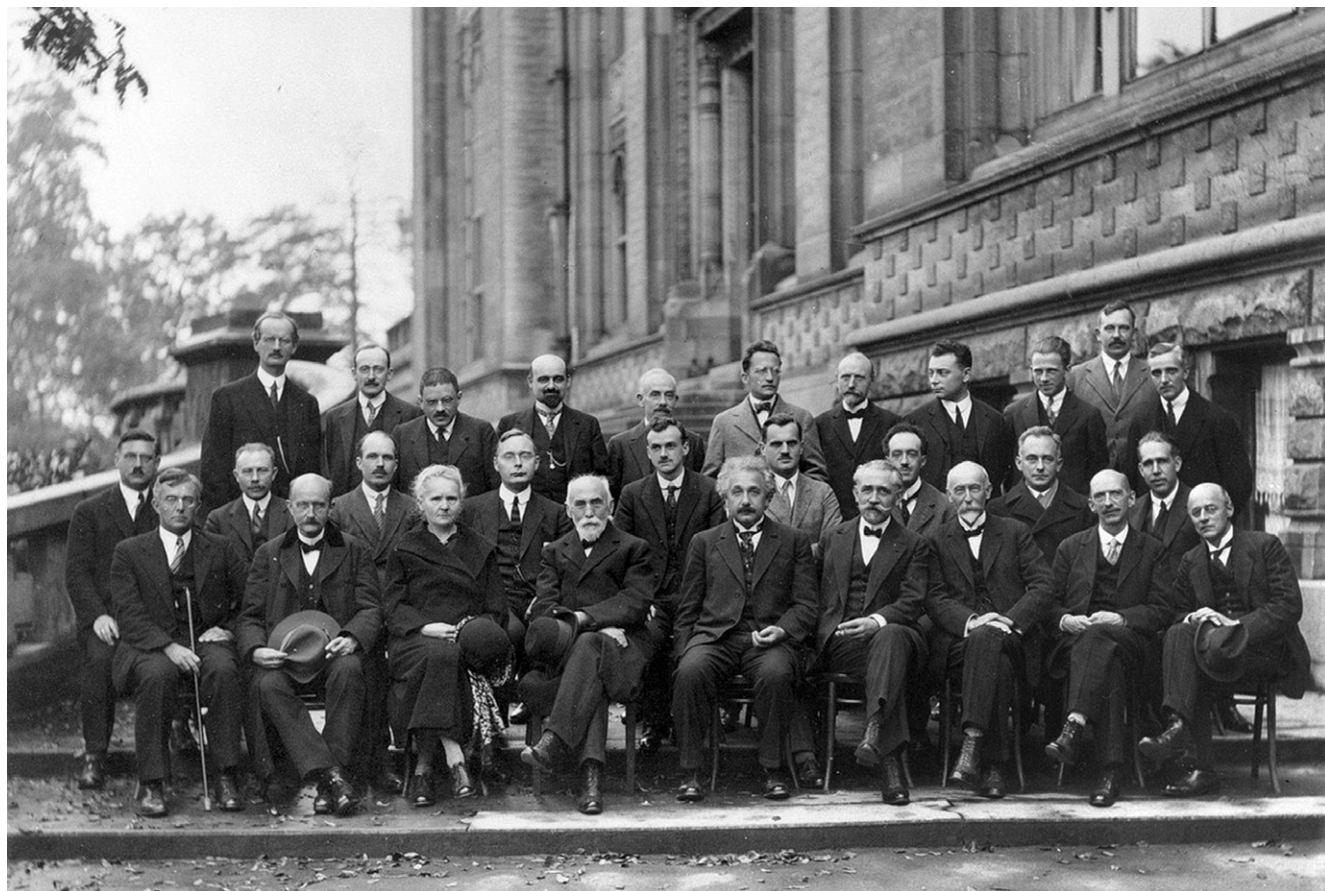
Во время Первой мировой войны он активно работал над проблемой защиты воздушных судов от пожаров, вызванных молнией и другими известными к тому времени электрическими разрядами. В 1923 г. учёный опубликовал результаты своих исследований в двух статьях. В одной из них дано экспериментальное подтверждение тому, что при взаимодействии рентгеновских лучей с атомами оттуда выбиваются электроны, — факт, предсказанный ранее в том же году Артуром Х. Комптоном.

За разработку метода визуального обнаружения траекторий электрически заряженных частиц с помощью конденсации пара Ч. Вильсон был удостоен в 1927 г. Нобелевской премии. В лекции при её вручении лауреат отметил значение работ своих последователей: "За несколько последних лет многие физики применяли этот метод, в некоторых случаях с такой модификацией, которая позволила намного превысить точность моих измерений" [1, с. 466]. Действительно, метод Вильсона был принят на вооружение многими учёными и с успехом ими применялся. Изобретённую им камеру использовали в своих экспериментах П. Блэкетт и П.Л. Капица в Кембридже, И. и Ф. Жолио-Кюри и П. Оже в Париже, В. Боте и Л. Мейтнер в Берлине, Р. Милликен, А.Х. Ком-

птон и К.Д. Андерсон в Чикаго, Н.А. Перфилов и Д.В. Скобельцын в Ленинграде, С. Кикучи в Токио. Причём в зависимости от особенностей исследования и поставленных учёным задач она постоянно видоизменялась и совершенствовалась.

Применив камеру Вильсона, А. Комптон и А. Саймон, а затем В. Боте и Х. Гейгер в 1925 г. вновь подтвердили действие закона сохранения энергии и закона сохранения импульса в элементарном атомном акте. А годом раньше А. Комптон, используя камеру Вильсона, помещённую в магнитное поле, наблюдал проявление открытого им в 1923 г. эффекта для новых веществ [4]. Д.В. Скобельцын, применив камеру Вильсона, проверил формулу для электронов отдачи [5], а М. де Бройль (брат нобелевского лауреата Луи де Бройля) подтвердил наличие эффекта для меди и алюминия.

В 1932 г. К.Д. Андерсон обнаружил на фото-снимках, полученных с камеры Вильсона, отдельные электроны с положительным зарядом. Треки этих частиц были во всех отношениях подобны трекам обычных "отрицательных" электронов, но магнитное поле отклоняло их в сторону, обратную отклонению "отрицательных". Андерсон назвал эти частицы "позитронами". За это открытие он был удостоен Нобелевской премии по физике.



Ч. Вильсон (в первом ряду второй справа) среди участников Сольвеевской конференции 1927 г.

В том же 1932 г. И. и Ф. Жолио-Кюри с помощью доработанной ими камеры Вильсона наблюдали распад атомов и явления, вызванные прохождением альфа-частиц через вещество. По словам немецкого физика Х. Халбана, "камера Вильсона продолжала оставаться излюбленным инструментом Жолио. У него всегда под рукой было несколько камер в отличном состоянии" [6, с.29].

Тогда же англичанин П. Блэкетт и итальянец Дж. Оккиалини создали вертикальную камеру Вильсона со счётчиками Гейгера—Мюллера под ней. С её помощью они в 1933 г. подтвердили наличие позитронов и "ливней" (электронов и позитронов). В нобелевской лекции, произнесённой в 1948 г., П. Блэкетт скажет о Вильсоне: "Я, как и другие исследователи, работающие с конденсационной камерой, обязан его неброскому, но усердному гению более, чем мы можем это выразить" [1, с. 644]. По словам другого нобелевского лауреата Дж.Дж. Томсона, "открытия, подобные этим (речь об открытиях Ч. Вильсона. — *Р.Ш.*), обязаны остроте и силе наблюдательности, интуиции, непоколебимому энтузиазму до окончательного разрешения всех затруднений и противоречий, сопутствующих пионерской работе. Когда первоначальное открытие сделано, наблюдаемый эффект очень мал и требует целого ряда длительных опытов для получения достоверных результатов. Вот это стремление добиться большого эффекта дорогого стоит" [7, с. 74]. Э. Резерфорд, более 40 лет знавший Ч. Вильсона, оценивал предложенный им метод эпитетом "замечательный", а сама камера, по его мнению, "во многих случаях является в некотором смысле последней апелляционной инстанцией, признающей пригодность наших объяснений, нашей интерпретации фактов" [8, с. 283].

В 1908 г. Г. Гейгером был предложен принцип действия газоразрядного прибора для автоматического подсчёта числа попавших в него ионизирующих частиц. В 1928 г. он осуществлён на практике В. Мюллером в виде ряда приборов, отличавшихся в зависимости от типа излучения. Система управления счётчиками во взаимодействии с камерой Вильсона значительно повысила качество наблюдений.

С развитием ядерной физики, физики космических лучей и ускорительной техники встававшие задачи побуждали учёных модифицировать конструкцию и размеры камеры Вильсона. Благодаря в том числе и ей возникла новая важнейшая часть физики — физика элементарных частиц.

Метод регистрации ионизирующих частиц с помощью конденсации капель на ионах на протяжении нескольких десятилетий оставался одним из основных в экспериментальной ядерной

физике. Однако, как показала практика, камера Вильсона имела ряд серьёзных недостатков: длительное время нечувствительности после расширения, что затрудняло её применение совместно с ускорителями; сложность самой конструкции; чувствительность к загрязнению, усложняющую наладку и эксплуатацию прибора. По мере изобретения новых видов детекторов в 1950–1960-х годах она уступила место пузырьковым и искровым камерам. Ч. Вильсон с пониманием и грустью наблюдал вытеснение своего детища с переднего края науки — квантовой механики, ядерной физики и космологии.

В 1936 г. американский физик А. Лангсдорф создал для наблюдений за поведением частиц в ускорителях диффузионную камеру, в которой вместо адиабатического расширения используется пересыщение. В диффузионной камере применяются пары спирта, а для охлаждения — сухой лёд. При помещении в магнитное поле пересыщение в ней, в отличие от камеры Вильсона, существует постоянно, и потому она чувствительна к ионизирующим частицам непрерывно. Соотечественник А. Лангсдорфа Д. Глейзер, исходя из потребностей физики элементарных частиц и космических лучей, улучшил целый ряд камер Вильсона и, развивая свои идеи, в 1952 г. изобрёл пузырьковую камеру, в которой трек частицы образует цепочка пузырьков пара вдоль траектории её движения. В отличие от камеры Вильсона в пузырьковой заряженная частица вызывает превращение жидкости в пар. В 1960 г. за это изобретение Д. Глейзер был удостоен Нобелевской премии по физике. Получая награду, он счёл своим долгом упомянуть предшественников: "Прогресс нашего познания элементарных частиц сильно зависит от развития приборов для их регистрации и подробного наблюдения их свойств. Среди самых важных инструментов, используемых в этих экспериментальных исследованиях, были камеры Вильсона и ядерная эмульсия" [9, с. 260].

В 1949 г. Дж.У. Койффел (США) впервые наблюдал искровой разряд между параллельными пластинами, вызванный прохождением частицы. Подсказанную этим наблюдением идею удалось реализовать в 1957 г. Т. Краншоу и И. де Биру. В приборе, получившем название "искровая камера", они применили подачу высоковольтного напряжения в форме импульса тотчас после прохождения частицы. Применение искровой камеры в физике высоких энергий началось после использования С. Фукуи и С. Миямото в 1959 г. камеры с инертными газами (гелий, неон и аргон).

Исследования с применением камеры Вильсона шли и в Советском Союзе. Но, по призна-

нию наших учёных, их отставание на первых порах от зарубежных коллег вызывалось недостатком нужных для работы иностранных научных журналов, а также уровнем имевшейся в их распоряжении экспериментальной аппаратуры, уступавшей уровню техники, используемой в зарубежных лабораториях [5, с. 106]. Приведём такой пример. Камеру Вильсона, собранную одним из студентов Петроградского университета ещё в 1915–1917 гг., довёл до рабочего состояния и неоднократно опробовал её действие в реальных физических условиях Д.В. Скобельцын — аспирант основателя и первого директора Государственного оптического института академика Д.С. Рождественского. В 1923 г., увлечшись комптон-эффектом, он использовал эту камеру, исследуя электроны отдачи гамма-излучения (правда, пока без магнитного поля). В том же 1923 г. П.Л. Капица, работавший у Э. Резерфорда, поместил камеру Вильсона в сильное магнитное поле импульсного характера. Позднее он так писал об этом: "Одна из первых моих работ возникла из идеи наблюдать пробег альфа-частиц в камере Вильсона в магнитном поле, чтобы по изгибам треков можно было мерить скорость каждой отдельной частицы. До того времени камера Вильсона вообще не помещалась в магнитное поле" [7, с. 415].

В 1920-х годах одну из первых в нашей стране камер Вильсона построил инженер-физик Радиевого института Р.А. Эйхельбергер. С этого времени она чаще становится инструментом исследования в Советском Союзе. В 1930 г. заведующий физическим отделом того же института Л.В. Мысовский и Р.А. Эйхельбергер, проводя эксперименты с рубидием, регистрируют испускание бета-частиц. Позже ими была открыта естественная радиоактивность изотопа рубидия.

О том, что камеры Вильсона строили и сами исследователи, можно судить по воспоминаниям Н.А. Добротина, в 1935 г. аспиранта академика С.И. Вавилова, а позднее доктора физико-математических наук: "Мне надо было ознакомиться с опытами, выполненными методом камеры Вильсона, чтобы самому создать подобную установку" [10, с. 165]. В этой ситуации он, не знавший на тот момент французского языка, по совету С.И. Вавилова вынужден был обратиться к статье французского учёного П. Оже, содержащей материал о камере Вильсона.

В 1923 г. Д.В. Скобельцын, поместив камеру Вильсона в магнитное поле, впервые провёл количественные исследования взаимодействия релятивистских частиц с веществом. Пути этих частиц, искривляясь в магнитном поле, фотографировались, позволяя учёному наблюдать их распределение. Позднее его опыты по наблюдению

электронов отдачи при рассеянии гамма-квантов подтвердили гипотезу о квантовой природе света, привели к новому методу спектроскопии гамма-лучей. В 1924 г. Скобельцын использует помещённую в постоянное магнитное поле камеру для количественного исследования комптон-эффекта и космических лучей. С этого момента камера Вильсона, как и счётчики Гейгера—Мюллера, будут сопровождать его во всех последующих исследованиях космических лучей [7].

О начале исследований космических лучей в СССР академик С.Н. Вернов и Н.А. Добротин вспоминали так: "В то время уже была создана камера Вильсона — один из самых замечательных физических приборов, впервые позволивший увидеть пути отдельных элементарных частиц. Камера Вильсона тогда была весьма капризной, и только очень немногие физики умели справляться с трудной задачей проведения экспериментов с этим прибором. И лишь после работ Д.В. Скобельцына она нашла себе достаточно широкое применение" [11, с. 531].

Другой советский учёный, доктор физико-математических наук Л.В. Мысовский, также использовавший камеру Вильсона при исследовании космических лучей, в 1930 г. отмечал, что "если камера Вильсона, как измерительный прибор, обладает многими недостатками, то у неё есть и громадное преимущество, а именно — возможность непосредственно наблюдать характер ионизации. Во многих случаях, как известно, удаётся даже сосчитать число ионов, приходящихся на 1 см пути" [12, с. 24]. В 1934 г. Л.В. Мысовский и М.С. Эйгенсон проводили эксперименты, в которых при помощи камеры Вильсона было доказано присутствие нейтронов в космических лучах. В том же году в ходе международной конференции в Лондоне Д.В. Скобельцын знакомит её участников со своим выводом о том, что камера Вильсона служит надёжным средством для установления вторичной эмиссии позитронов гамма-лучами и для изучения иных явлений.

Тем временем в СССР растёт число исследований ядерных частиц в космических лучах с применением камеры Вильсона (В.И. Векслер, Л.В. Грошев, Г.Т. Зацепин и другие). По словам нобелевского лауреата И.М. Франка, "начав работу по изучению пар (электрона и позитрона. — *Р.Щ.*), мы учились у Д.В. Скобельцына и методу камеры Вильсона, и методам работы с γ -лучами, по его совету воспроизвели конструкцию камеры Вильсона, аналогичную разработанной Жолио-Кюри" [13, с. 180].

В 1934 г. под руководством Г.М. Франка и В.И. Векслера проводится первая из шести довоенных экспедиций на Эльбрус с участием со-

трудников столичного ФИАНа (Н.А. Добротин, П.А. Черенков, И.М. Франк), ленинградского Физико-технического института, Государственного оптического института, учёных из других городов. И.М. Франк вспоминал: "Мы провели тогда первые наблюдения космических лучей камерой Вильсона на высотах от 2000 до 4300 м. В качестве источника света использовали Солнце... Камера Вильсона работала, и даже удалось получать фотографии" [13, с. 181].

В 1937 г. на Всесоюзной конференции по атомному ядру в Москве обсуждалось прохождение γ -лучей через вещество. Явление образования пар изучалось разными методами: в лаборатории А.И. Алиханова — с помощью магнитного спектрографа, И.М. Франком и Л.В. Грошевым — с камерой Вильсона. Было убедительно показано, что теория образования пар, развитая главным образом Х. Бете и В. Гайтлером на основе теории П. Дирака, находится в хорошем количественном согласии с опытом.

С 1940-х годов, параллельно с исследованиями космических лучей, советские учёные (И.В. Курчатов, Г.Н. Флёрв, К.А. Петржак и другие), применяя усовершенствованную камеру Вильсона, проводят работы по изучению атомного ядра, его распаду и, приспособивая её к стоявшим перед ними проблемам, дополняя новыми регистрирующими приборами, используют её при изучении альфа- и бета-лучей, рентгеновских и гамма-лучей. Издаются также отечественные и зарубежные пособия по новейшей экспериментальной технике, используемой в научных исследованиях, включая камеру Вильсона. По существу, настало время широкого и творческого применения её в нашей стране в научных, технических и народно-хозяйственных целях.

Вернёмся к жизни самого Чарльза Вильсона. Как упоминалось, наряду с научной работой он читал лекции. Но ещё работая в школе, он приходит к выводу об отсутствии у него каких-либо способностей к преподаванию. В этом не раз убеждались его студенты, например, П. Блэккетт и Д.П. Томсон, будущие лауреаты Нобелевской премии. Однако Томсон признавал, что хотя "Вильсон принадлежал к числу наихудших лекторов в мире, но был прекрасным учителем для одного ученика, и за это у меня есть достаточные основания благодарить его. Учебные опыты он ставил с блестящим искусством" [14, с. 130].

За свои научные заслуги, кроме Нобелевской премии, Вильсон был отмечен наградами Лондонского Королевского общества в 1900 г. и в 1911 г., премией Хопкинса Кембриджского философского общества в 1920 г., медалями института Франклина в 1925 и 1929 гг., медалью Копли Лондонского Ко-

ролевского общества в 1935 г. и другими. В 1937 г. ему был присвоен дворянский титул.

В 65 лет Вильсон уходит в отставку и возвращается в Шотландию в близкие к его родине места. Сохранив любовь к ним, он и в преклонные годы совершает прогулки по горам и окрестностям. Свою последнюю статью о грозе старейший член Лондонского Королевского общества представил в возрасте 87 лет. Он умер после недолгой болезни в Карлопсе близ Эдинбурга 15 ноября 1959 г. Ему было 90 лет.

После смерти Вильсона библиотека Королевского общества получит в дар от его вдовы его лабораторные журналы и записные книжки, которые он вёл с 1895 г. Они богаты наблюдениями, расчётами и заметками о планируемых и проведённых опытах и аргументами в пользу того или иного их объяснения. Записи Вильсона раскрывают динамику и развитие его мысли как выдающегося экспериментатора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лауреаты Нобелевской премии по физике: Биографии, лекции, выступления. Т. 1. 1901–1950. СПб.: Наука, 2005. С. 445–466.
2. Ланжевен П. Избранные труды по физике. М.: Изд-во АН СССР, 1960.
3. Витковский Н. Сентиментальная история науки. М.: КоЛибри, 2007.
4. Шербаков Р.Н. Артур Комптон — мастер тонкого и точного эксперимента // Природа. 2017. № 9. С. 86–96.
5. Скобельцын Д.В. Ранняя стадия изучения частиц космического излучения // 50 лет современной ядерной физики: Сб. статей. М.: Энергоатомиздат, 1982. С. 12–18.
6. Бикар П. Фредерик Жолио-Кюри и атомная энергия. М.: Атомиздат, 1962.
7. Капица П.Л. Научные труды. Наука и современное общество. М.: Наука, 1998.
8. Старосельская-Никитина О.А. Резерфорд. 1871–1937. М.: Наука, 1967.
9. Лауреаты Нобелевской премии по физике: Биографии, лекции, выступления. Т. 2. 1951–1980. СПб.: Наука, 2009. С. 258–277.
10. Левшин Л.В. Сергей Иванович Вавилов. М.: Наука, 1977.
11. Вернов С.Н., Добротин Н.А. 50-летие основополагающего открытия физики космических лучей // Успехи физических наук. 1977. Т. 123. С. 531–535.
12. Мысовский Л.В. Экспериментальное изучение природы космических лучей // Успехи физических наук. 1930. Т. 10. Вып. 1. С. 1–36.
13. Илья Михайлович Франк: Очерки и воспоминания. М.: Наука, 2008.
14. Томсон Д. Дух науки. М.: Знание, 1970.

THE IMPERCEPTIBLE, BUT ZEALOUS GENIUS
TO 150 ANIVERSARY OF CHARLS VILSON

© 2019 R.N. Shcherbakov

Independent scholar, Tallinn, Estonia

E-mail: robert.scherbakov@rambler.ru

Received 09.10.1918

Revised received 30.10.2018

Accepted 17.12.2018

In the early part of the 20th century, the prominent English physicist and Nobel prize laureate Charles Wilson created a device that Ernest Rutherford, a prominent English physicist, described as the "most original and beautiful instrument in the history of science". This device, known as the Wilson camera, was instrumental in facilitating significant discoveries in nucleus, cosmic ray, and elementary particle physics. This article describes milestones in Charles Wilson's life and describes his remarkable invention and its influence on the evolution of physical investigations in different countries, including the Soviet Union.

Keywords: atmospheric electricity, electric field, Wilson camera, bubble camera, spark camera, electronic charge, cosmic rays.

РАЗМЫШЛЕНИЯ
НАД НОВОЙ КНИГОЙ

ЛЫСЕНКО ВБЛИЗИ, НО ИЗДАЛИ,
ИЛИ ВЗГЛЯД НА ЛЫСЕНКОИЗМ ИЗ XXI ВЕКА

© 2019 г. М.Б. Конашев

*Санкт-Петербургский филиал Института истории естествознания и техники
им. С.И. Вавилова РАН, Санкт-Петербург, Россия*

E-mail: mbkonashev@mail.ru

Поступила в редакцию 22.05.2018 г.

Поступила после доработки 02.07.2018 г.

Принята к публикации 02.07.2018 г.

В статье представлены две недавно изданные за рубежом книги крупных историков биологии, посвящённые лысенкоизму, что подтверждает возрождение интереса в международном научном сообществе к этому феномену. В состоящей из двух томов первой книге “The Lysenko Controversy as a Global Phenomenon” (“Противоречия Лысенко как глобальное явление”), которая вышла под редакцией В. де Йонг-Ламберта и Н.Л. Кременцова, объединены модернизированный старый и новый подходы к изучению и пониманию лысенкоизма. Автор показывает достоинства двухтомника, демонстрирующие прогресс, достигнутый за последнее время в работах по этой теме, и акцентирует внимание на некоторых недостатках издания. В другой анализируемой книге Л. Грэма (Грэхэма) “Lysenko’s Ghost: Epigenetics and Russia” (“Призрак Лысенко: эпигенетика и Россия”) рассматривается деятельность Т.Д. Лысенко и её последствия для научной культуры вообще и для современной российской науки в частности, где проблема лысенкоизма в условиях нынешнего политического контекста страны получает новый импульс. С точки зрения рецензента, книга носит дискуссионный характер и даёт серьёзный повод для размышлений не только о судьбе отечественной науки, но и страны в целом.

Ключевые слова: история биологии, лысенкоизм, экспансия лысенкоизма, реабилитация лысенкоизма, неолысенкоизм, эпигенетика, эпигенетическое наследование, российские генетики.

DOI: <https://doi.org/10.31857/S0869-5873896637-645>

Лысенкоизм как явление научной, общественной и политической жизни эпохи холодной войны, связанное с именем советского агробиолога академика АН СССР Т.Д. Лысенко (1898—1976), продолжает оставаться предметом изучения отечественных и зарубежных исследователей, о нём до сих пор идут споры на международных конференциях. Долгое время эту псевдонаучную систему взглядов считали сугубо советской, имевшей место только в СССР. Потом область её распро-

странения расширилась, захватив бывшие социалистические страны Центральной и Восточной Европы. В XXI в. в неё вошли некоторые капиталистические страны — Бельгия, Великобритания, Западная Германия, Голландия, Италия, Франция, Япония и США. При этом за пределами Советского Союза лысенкоизм рассматривался лишь в отдельных статьях [1—8] и в докладах на международных конференциях, посвящённых данной теме. Так, на VII Международной конференции Европейского общества истории науки, прошедшей в сентябре 2016 г. в Праге, состоялся симпозиум “От лысенкоизма к эволюционной биологии”, на котором были представлены три доклада по лысенкоизму в СССР и ЧССР [9—11]. В 2017 г. под редакцией В. де Йонг-Ламберта (Колумбийский университет, Университет Нью-Йорка, США) и Н.Л. Кременцова (Университет Торонто, Канада) в свет вышел двухтомник “Противоречия Лысенко как глобальное явление”, где объединены модернизированный старый и новый подходы к изучению и пониманию феномена [12].



КОНАШЕВ Михаил Борисович — доктор философских наук, кандидат биологических наук, главный научный сотрудник СПбФ ИИЕТ РАН.

Книга появилась как результат двух событий, состоявшихся в США и Европе. Первое связано с проведением в декабре 2009 г. в Центре докторантуры Нью-Йоркского университета и в Институте Харримана Колумбийского университета международного семинара по лысенкоизму, организованного В. де Йонг-Ламбертом. Стимулом для его организации стала статья соредактора двухтомника Н.Л. Кременцова, ставившая под сомнение "модель советизации" в качестве основы объяснения распространения псевдонаучного направления в Европе и мире во время холодной войны и формулировавшая проблемы, которые нуждаются в дальнейшем исследовании [13, р. 179–202]. В работе семинара приняли участие около 30 историков из Канады, Чехии, Дании, Германии, Италии, Японии, Мексики, Норвегии, США и России. Доклады и дискуссии показали как значительный прогресс в изучении и понимании лысенкоизма, так и необходимость дополнительного изучения этой системы взглядов. Некоторые материалы семинара в Нью-Йорке были опубликованы в специальном выпуске международного журнала по истории биологии [14], где фактически наметилась повестка дня следующего форума. Именно лысенкоизму как глобальному явлению была посвящена конференция, прошедшая в 2012 г. в Вене. Заслушанные там доклады стали основой для подготовки двухтомника [15, р. 18–21].

Лысенкоизм в книге предстаёт как особое социально-политическое явление, которое носит не сугубо советский, а всемирный характер. Этот взгляд обосновывается во вводной редакторской статье "Возвращение лысенкоизма", состоящей из трёх частей [15]. В первой представлен наиболее полный из опубликованных биографический очерк Т.Д. Лысенко. Во второй обстоятельно рассматривается история изучения явления, основные подходы к его изучению, главные результаты этих работ и некоторые важные их особенности. В третьей части в общих чертах описываются проблемы, рождённые в ходе изучения лысенкоизма и его историографии, а также возможные направления будущих исследований.

Первый том в основном посвящён такой традиционной теме, как предпосылки и особенности возникновения лысенкоизма на его родине, в СССР, а второй — экспансии лысенкоизма за пределы Советского Союза. Модернизация старого подхода заключается в том, что предпосылки и особенности возникновения лысенкоизма в СССР и за его пределами рассмотрены шире и глубже, чем это делалось раньше, то есть с позиций социокультурного контекста, а не в рамках концепции тоталитаризма. Наглядно и полно такая модернизация выражена в статье М.Б. Тауге-

ра "Павел Пантелеймонович Лукьяненко и происхождение советской зелёной революции", в которой описываются достижения советского селекционера и растениевода в выведении высокоурожайной полукарликовой пшеницы. Автор считает, что факт проведения П.П. Лукьяненко исследований в то время, когда Т.Д. Лысенко находился на вершине власти в советской биологии, доказывает, что размах кампании против генетики был не столь широким и всесторонним, как ранее утверждалось в историко-научной литературе. В той или иной степени эта точка зрения присутствует и в других работах двухтомника. В статье одного из двух российских авторов О.Ю. Елиной "Предшественники Лысенко: Демчинские — культивирование зерновых культур на грядках" в число прародителей Лысенко включены Н.А. Демчинский (1851–1914) и его сын Б.Н. Демчинский (1877–1942), которые разработали новый метод зернового производства, сходный с более поздним методом яровизации Т.Д. Лысенко. Автор статьи задаётся вопросом: почему предложенный ими способ ликвидации постоянной нехватки продовольствия в России отклонили, в то время как метод Лысенко приняли? В статье показана роль научного сообщества в карьерном продвижении Трофима Денисовича. Автор приходит к пессимистическому выводу, что "в начале 1930-х годов советская Россия была обречена на панацею вернализации" [16, р. 59]. Этот подход получил своё развитие в статье Л. Йооса "Государственные чиновники и потенциальные учёные: как украинское Министерство сельского хозяйства обнаружило, что Лысенко сделал научное открытие". Автор ставит под сомнение широко распространённую точку зрения о советской прессе, сыгравшей важную роль в приобретении Т.Д. Лысенко известности в стране и его быстром продвижении по карьерной лестнице. Однако пресса, скорее, просто повторяла оценки и высказывания чиновников из Министерства сельского хозяйства УССР, у которых были свои мотивы для одобрения, поддержки и проталкивания Трофима Денисовича. В статье «"Мичуринизм" Лысенко и искусство в Дарвиновском музее Москвы в 1935–1964 гг.» П. Симпсон отметил влияние Т.Д. Лысенко на выставочную деятельность крупнейшего естественно-научного музея Европы. С точки зрения автора, Лысенко создал возможности для сохранения и развития музея, получения дополнительной государственной поддержки. В целом статьи, вошедшие в том 1, детально представляют начальные этапы восхождения Т.Д. Лысенко и причины возникновения феномена лысенкоизма, его воздействие на науку и страну. В частности, они служат дополнительной обширной фактологической основой,

опровергающей до сих пор существующий миф об ответственности Н.И. Вавилова за возведение Лысенко на вершины власти в советской науке.

В томе 2 рассматривается научное и культурное влияние лысенкоизма за пределами Советского Союза. Г. Пэлли и М. Миклош в статье "Оппортунизм и его осуществление: венгерское восприятие мичуринской биологии в период холодной войны" излагают хронику взлёта и падения Т.Д. Лысенко в Венгрии в 1948–1956 гг. Авторы показывают, как Лысенко в конечном счёте сам подорвал свой авторитет среди венгерских биологов. Ф. Кассат в статье "Лысенко в Белладжии: споры о Лысенко и борьба за власть в итальянской генетике (1948–1956)" описывает использование местными генетиками ситуации с Лысенко для установления контроля над биологическими исследованиями в Италии после IX Международного генетического конгресса, состоявшегося в 1953 г. в Белладжии. Из статьи К. Огины-Пэви "Национальный образец лысенкоизма в Румынии" читатель узнаёт, как национальное тяготение румынских генетиков к французской науке и культуре сказывалось на интерпретации ими неоламаркистских теорий Лысенко. По мнению автора, не в последнюю очередь в результате этого лысенкоизм в Румынии сохранялся дольше, чем в других странах, входивших в сферу влияния Советского Союза. В статье В. де Йонг-Ламберта "Г.Дж. Мёллер и Дж.Б. С. Холдейн: евгеника и лысенкоизм" детально, с точки зрения формирования эволюционного синтеза генетики и дарвинизма и создания "синтетической теории эволюции", рассматриваются взаимосвязи, сложившиеся между евгеникой и лысенкоизмом в США и Великобритании. Мёллер был убеждённым и активным сторонником евгеники, а Холдейн — скептиком, пытавшимся убедить коллегу в том, что его намерение представить И.В. Сталину позитивное значение евгеники для строительства социализма в СССР лишь помогает восхождению Т.Д. Лысенко. Как известно, позднее Мёллер стал одним из самых активных и известных критиков Лысенко, в то время как Холдейн оказался, по мнению его современников и историков науки, в компании самых важных и влиятельных защитников лысенкоизма на Западе. Сложные отношения между Мёллером и Холдейном анализируются в книге в контексте проблем, вставших перед генетиками в период перехода от Второй мировой к холодной войне. В статье Х. Сайто "Почему японские генетики проявляли научный интерес к теориям Лысенко?" анализируется интерес в Японии к изучению воззрений Т.Д. Лысенко после Второй мировой войны. У японских биологов было много причин интересоваться развитием теорий и заявлениями Лысенко.

Часть 2 тома 2 открывается статьёй Л. Кампоса "Отрицаемая диалектика: Мёллер, лысенкоизм и судьба исследований хромосомных мутаций в советской генетике", где представлена хроника изучения хромосомных мутаций в виде событий, связанных с лысенкоизмом. Хотя до начала холодной войны хромосомными мутациями занимались и в США, и в СССР, лысенкоизм, по мнению автора статьи, притормозил прогресс в этой области. В статье Дж. Маркса "Уроки Лысенко" утверждается, что недавняя реабилитация ламаркизма и сохраняющееся желание воздействовать на ход эволюции отражают устремления, неоднократно заявлявшиеся Т.Д. Лысенко. Завершается часть 2 статьёй ещё одного отечественного исследователя — Э.И. Колчинского — о попытках реабилитации лысенкоизма в современной посткоммунистической России. По мнению автора, такие попытки связаны прежде всего с националистическими настроениями, присущими не только части российского общества, но и некоторым представителям правящей элиты. Однако основная причина возрождения лысенкоизма, с точки зрения Колчинского, заключается в изменении отношения к науке как в обществе, так и в правящей элите, что не в последнюю очередь обусловлено растущим влиянием религиозного фундаментализма в стране. Возрождение лысенкоизма автор статьи объясняет также факторами, относящимися к особенностям организации биологической науки, к традициям и противоречиям, которые сохраняются в Академии наук, высших учебных заведениях и научных учреждениях, занятых прикладными исследованиями в аграрной науке. Эти структуры по-прежнему находятся во власти учеников, сторонников и защитников Т.Д. Лысенко. Такого мнения придерживается Э.И. Колчинский и в других статьях, опубликованных в российской научной периодике.

В целом двухтомник адекватно и детально воспроизводит картину развития лысенкоизма в СССР и за его пределами, а также демонстрирует значительный прогресс, достигнутый в изучении этого явления. В то же время авторам статей не удалось преодолеть старые подходы, штампы и даже некоторые предрассудки в отношении данной системы взглядов. К сожалению, по-прежнему феномен объясняется как порождение диктатуры коммунистической партии, авторы связывают его появление исключительно с тоталитарным советским или аналогичным коммунистическим государством. Распространение лысенкоизма в капиталистических странах не отрицается, но трактуется как некая специфическая и "редуцированная" форма советского явления, к тому же возникшая под прямым или косвенным влиянием длительного господства псевдонаучного

направления в СССР. В таком подходе усматривается иногда скрытое, а подчас и открытое желание защитить и обелить собственные народы и государства. Особенно ярко это проявляется в статьях авторов из бывших социалистических стран. В результате, как в "старые добрые времена" доминирования советологии в изучении лысенкоизма, незатронутыми и даже необозначенными оказались такие важные проблемы, как наличие национальных политиков и учёных, легко соглашавшихся на сотрудничество с Москвой и выполнявших её указания, причём готовность к такому взаимодействию они проявляли задолго до вхождения их стран в советский блок. Проблема тем более актуальна, что ни во Франции, ни в Японии советских "оккупационных" войск не было. Более того, в Японии находились и до сих пор базируются американские "дружественные" войска. Их присутствие в послевоенной Японии и в целом доминирование США в японской науке, политике и культуре в тот период сделало невозможным организацию работ по целому ряду направлений, "разрушив то, что, возможно, было бы процветающей областью исследования наследственности" [15, р. 25].

Другим научным трудом о лысенкоизме, изданным за рубежом два года назад, который служит серьёзным поводом для размышлений не только о судьбе отечественной науки, но и страны в целом, стала книга известного американского историка науки, профессора Массачусетского технологического института Л. Грэма "Призрак Лысенко: эпигенетика и Россия" [17].

В науке не раз случалось, что идеи, гипотезы и даже теории, выдвинутые тем или иным исследователем, сначала не принимались научным сообществом и в лучшем случае считались заблуждением или порождением его амбиций. Однако позднее оказывалось, что в принципе идеи автора справедливы, но они были неверно сформулированы в силу недостаточно зрелой на тот момент эмпирической базы, слабого экспериментального оборудования, отсутствия адекватных методов исследования и т. д. В этом смысле в области биологии обычно указывают на американского учёного-цитогенетика Б. Мак-Клинтон, автора открытия мобильных генетических элементов, или на английского биолога К. Уоддингтона, предвосхитившего эпигенетику и предложившего сам термин "эпигенетика".

Стоит, наверное, напомнить, что Б. Мак-Клинтон, исследуя причины мозаичной окраски зёрен кукурузы и нестабильного наследования этой мозаичности, открыла систему взаимодействующих доминантных генов — диссоциатора (Ds) и активатора (Ac), способных перемещаться по хромосомам. Первые её публикации и доклады на эту

тему были неправильно поняты, многие генетики их не сразу оценили. Лишь после обнаружения мобильных генетических элементов у бактерий (1960), а затем у дрозофилы (1977) "смысл и приоритет открытия Б. Мак-Клинтон стали окончательно ясны сообществу генетиков и молекулярных биологов" [18, с. 188]. В свою очередь, в конце 1930-х годов К. Уоддингтон предположил, что регуляторные продукты генов могут влиять на пути эмбрионального развития, и продемонстрировал на примере крыльев мушки-дрозофилы, как посредством систематического анализа мутаций можно изучить этот процесс. Термин "эпигенетика" Уоддингтон предложил в качестве концептуальной модели того, как гены при формировании фенотипа могут взаимодействовать со своим окружением — "эпигенетическим ландшафтом" [19]. Его гипотеза о том, что приобретённые организмом изменения в генотипе становятся наследуемыми через процесс их фиксации, названный "генетической ассимиляцией", сначала рассматривалась многими эволюционными биологами, включая Э. Майра и Ф. Г. Добржанского, как попытка обоснования ламаркизма и отрицалась ими.

Появление эпигенетики и её бурное развитие, помимо прочего, привело к переменам в сознании не только публицистов, но и ряда учёных, которые стали утверждать, что идеи и теории Т. Д. Лысенко — это вовсе не псевдонаука, а, напротив, научное знание, намного опередившее своё время и предвосхитившее эпигенетику. Более того, на основании факта передачи организмами "экологически вызванных" генных модификаций некоторые стали делать заявления, что Т. Д. Лысенко нужно признать предшественником эпигенетики.

Так ли это? Книга Л. Грэма есть не что иное, как попытка ответить на этот и другие вопросы, связанные с ним. Причём российские коллеги, с которыми советовался историк науки, предлагали заняться иной темой, но он выбрал именно лысенкоизм и эпигенетику.

Попытку автора "Призрака Лысенко" разоблачить в том, прав ли был Лысенко, отмечают разные рецензенты. "Главный вопрос Грэма в том, — говорит один из них, — возмещают ли эпигенетика и генная инженерия о начале новой эпохи в нашем понимании эволюции. Был ли Жан-Батист Ламарк (и потому Лысенко) прав, в конце концов, в утверждении, что изменения в организме могут быть переданы непосредственно следующему и, возможно, последующим поколениям?" [20, р. 220]. Именно в свете успехов эпигенетики "автор и ставит вопрос: а не прав ли Лысенко, в конце концов?" — пишет другой рецензент [21, р. 224]. Исследования в этой области, замечает третий, "показали, что изменения

окружающей среды могут затронуть экспрессию генов (не изменяя генетический код) и что кардинально в некоторых случаях и через пока ещё неизвестный механизм получающийся фенотип может быть унаследован. Грэм спрашивает, доказывают ли эти исследования правоту Лысенко" [22, р. 511].

Между тем в интерпретации Л. Грэма вопрос звучит так: "С осознанием того, что наследование приобретённых признаков может случиться, был ли Лысенко прав?" И тут же звучит ответ: "Нет, не был" [17, р. 139]. Далее автор задаёт себе и читателям другой вопрос: о чём теперь думают при упоминании имени Лысенко? О концепции наследования приобретённых признаков или о "некомпетентном учёном, который с помощью государственных репрессий навязывал политически свои взгляды другим"? И снова следует его однозначный ответ: "Вторая интерпретация является, по моему мнению, обоснованной. Нет, в конце концов, Лысенко не был прав" [17, р. 144].

Однако основное содержание книги посвящено не прямому обоснованию ошибочности утверждений Т.Д. Лысенко, а описанию и анализу некоторых исторических условий и обстоятельств, которые привели к тому, что его идеи, как и он сам, определённый период господствовали в советской биологии и оказались востребованы в постсоветской России. Начинает Л. Грэм с обоснования актуальности проблемы наследования приобретённых признаков и истории этой концепции, бегло прослеживая её от Гиппократов до Ж.Б. Ламарка и И.П. Павлова в главах 1 и 2 "Дружелюбные сибирские лисицы" и "Наследование приобретённых признаков". А заканчивает тему П. Каммерером в главе 3 "Пауль Каммерер, несносный ребёнок биологии", которая, по мнению Л. Грэма, наглядно демонстрирует связь концепции наследования приобретённых признаков и политики. Здесь описана неудачная попытка П. Каммерера доказать наследование приобретённых признаков в экспериментах с жабой-повитухой, завершившаяся самоубийством зоолога в 1926 г. после выдвинутого против него обвинения в научной фальсификации, которая якобы понадобилась учёному, чтобы "доказать" наследование приобретённых признаков. В этой же главе Л. Грэм рассказывает о сотрудничестве наркома просвещения РСФСР А.В. Луначарского с немецкой кинокомпанией, снявшей по сценарию, написанному Анатолием Васильевичем совместно с Г.Э. Гребнером, немой фильм "Саламандра", в котором П. Каммерер представлен жертвой низкого заговора с целью дискредитировать его исследования. При этом Л. Грэм обращает внимание читателя на то, что в конце фильма речь идёт вовсе не о реальном самоубийстве П. Каммерера,

а о том, как он переезжает в Советский Союз, чтобы продолжить работу над изучением наследования приобретённых признаков. В главе 4 "Великая дискуссия по вопросу наследственности человека, разразившаяся в России в 1920-х годах" автор представляет различные точки зрения, существовавшие в то время в советской биологии на этот счёт. К концу 1920-х годов, по Л. Грэму, к менделевской генетике в партийных кругах относились с подозрением, ламаркизм был принят, но только по отношению к растениям и животным, а евгеника отклонена [17, р. 66, 67]. В сложившейся ситуации Т.Д. Лысенко, который внимательно следил за сменой политических настроений, занялся проверкой своих идей на растениях и животных, резко нападая при этом на оппонентов.

Затем автор в главе 5 "Лысенко вблизи" перемещает своё повествование в 1970-е годы, но ограничивается рассказом о том, как он после нескольких безуспешных попыток взять интервью у "народного академика" встретил его случайно в 1971 г. в столовой Центрального Дома учёных в Москве. Рассказ Л. Грэма об этом чередуется с размышлениями о Т.Д. Лысенко, об устройстве советской науки и страны в целом, а заканчивается признанием, что в результате беседы он "не изменил свою точку зрения на его личную ответственность за трагедию советской генетики, но так или иначе лучше понял природу и скрытые мотивы его тирании" [17, р. 78]. Изложение сопровождается пассажем, напоминающим множество клише из прежних и современных западных СМИ: "Мы должны признать, что не можем быть уверены, что причиной ареста всех этих генетиков были их генетические воззрения. Люди по всему Советскому Союзу в те годы арестовывались по ложным обвинениям за множество инкриминируемых им преступлений. Но многие российские генетики полагали, что причиной арестов был их отказ принять доктрины Лысенко, и во многих случаях они, конечно, были почти правы" [17, р. 79]. В конце главы Грэм указывает, что для ответа на вопрос, был ли прав Лысенко или нет, необходимо "более тщательно посмотреть на научную работу Лысенко" [там же].

Именно этому и посвящена глава 6 "Биологические взгляды Лысенко", в которой Л. Грэм критически, но взвешенно и обстоятельно рассматривает и оценивает работы и идеи Лысенко с учётом знаний, полученных в биологии в XX в. При этом, завершая повествование, подчёркивает: "Лысенко сделал много утверждений, которые не принимались генетикой его времени и не принимаются сегодня... Сегодня, хотя наше генетическое знание намного глубже, чем в лучшую пору Лысенко, представляется, что нет никаких причин для того, чтобы принять его утверждения" [17, р. 99].

В главе 7 "Эпигенетика" автор разъясняет, почему идеи и теории Т.Д. Лысенко нельзя признать предвестниками эпигенетики. По Л. Грэм, в течение последних 20 лет теория наследования приобретённых признаков "принимается многими как обоснованная, по крайней мере, в некоторых случаях и в определённое время", однако «некоторые предпочитают не использовать [старый] термин, говоря вместо этого о "эпигенетическом трансгенерационном наследовании"» [17, р. 101]. Автор сжато, всего на трёх страницах, излагает результаты нескольких экспериментов, доказывающих эпигенетическое наследование, и их восприятие, в основном критическое, научным сообществом, но завершает изложение неожиданным утверждением, что развитие эпигенетики послужило основой для пересмотра российскими учёными их отношения к Т.Д. Лысенко и его идеям [17, р. 105–108]. Неожиданна эта мысль потому, что выше он сам констатировал: хотя полученные в экспериментах результаты были противоречивыми, "сотни публикаций, постулирующих такое эпигенетическое трансгенерационное наследование у людей и животных, появились в солидных академических журналах и в популярной прессе" [17, р. 104]. Иначе говоря, "победа над генами" (заголовок одной из статей в газете "Дер Шпигель") на самом деле имела двусмысленный характер и была сенсационно подана в западных СМИ.

Заключительные три главы (8, 9, 10) – "Новейшее возрождение лысенкоизма в России", "Неожиданные следствия неолысенкоизма" и "Антилысенковские российские сторонники наследования приобретённых признаков" – описывают и объясняют возникновение неолысенкоизма в современной России. Именно эти главы и глава 5, где речь идёт о встрече автора с Т.Д. Лысенко, по мнению рецензентов, наиболее примечательны. Один из рецензентов даже признался, что рассказ о встрече является изюминкой книги [21, р. 224].

Возможно, эти страницы представляют наибольший интерес и для отечественного читателя, как и выводы, к которым пришёл автор, сформулировав их в концентрированном виде следующим образом: "Без полного знания и умения в молекулярной биологии, которые основываются на принципах, отличных от лысенковской биологии, высокое положение в медицине недостижимо. Талантливые исследователи в российской биологии понимают это очень хорошо. Их руководители (и даже Путин и его компаньоны) также понимают это". А потому, делает вывод Л. Грэм, опасность, что "лысенкоизм снова возьмёт верх над академической генетикой, невелика" [17, р. 142, 143].

Но это вовсе не значит, что никакой опасности нет. Напротив, опасность есть, она огромна и заключается в том, что "сторонники Лысенко будут влиять на общественное восприятие и даже на школьное образование" [17, р. 143]. Причём угроза неолысенкоизма состоит не только в этом. Неолысенкоизм "искажает наше понимание прошлого. Не только прошлого России, но и нашего тоже" [там же]. Дело в том, что многие оправдывают Т.Д. Лысенко, ссылаясь на достижения современной науки, включая эпигенетику. К сожалению, и в России, и на Западе, считает Л. Грэм, склонны лояльно интерпретировать эту личность: "Лысенко был отвратительным человеком, но нам следует допустить, что он был прав относительно наследования приобретённых признаков, и поэтому он заслуживает большего доверия, чем имел в прошлом" [17, р. 143]. Л. Грэм приводит несколько примеров таких интерпретаций в западных журналах и тут же подчеркивает, что "новые биологические знания, которыми мы теперь обладаем, включая эпигенетику, не возникли из чего-то, что сделал Лысенко; они являются результатом классической генетики, которую он отвергал с презрением" [там же].

Эта часть труда Л. Грэма послужила основанием для определённых выводов рецензентов о лысенкоизме. Как политкорректно отмечает один из них, главный вывод книги состоит в том, что "недавнее усилие реабилитировать Трофима Лысенко может быть понятным, но представляет очень некорректный подход к науке" [20, р. 220]. Другой утверждает, что основная задача книги – "объяснить недавнюю реабилитацию Лысенко и его научных взглядов некоторой частью российского общества, подкрепив её успехами в эпигенетике" [21, р. 224]. По мнению третьего рецензента, ценность книги в том, что она точно описывает картину современного лысенкоизма в России и причины его появления [22, р. 512]. Сходное объяснение возникновения неолысенкоизма предлагает российский историк науки [23, р. 227]. Наконец, ещё один рецензент подчёркивает глубокий смысл и актуальность понятия "лысенковщина", которое является глобальным, а не специфическим советским явлением [24].

В зарубежной периодике книга и её автор получили восторженные отзывы. Стиль Л. Грэма в них оценивается как комбинация "добродушного повествования и строгого [научного] исследования", а само издание – как "уникальный ресурс для любого, кто надеется понять сложную интеллектуальную и научную жизнь России" [20, р. 220]. В другом отклике [25] Л. Грэма называют выдающимся среди американцев историком советской науки. Ещё один рецензент, отмечая многолетний персональный интерес автора к теме, оценивает

его труд как "краткую и провоцирующую мысль" [21, р. 224].

Некоторые рецензенты (правда, немногие) тем не менее высказывают свои замечания. Одно из них заключается в том, что Л. Грэм, возможно, преувеличивает степень неприятия концепции наследования приобретённых признаков на Западе, где были учёные, которые отстаивали эту и подобные научно необоснованные концепции в небольших книжечках для широкой публики [22, р. 511, 512].

Отметим, что у книги действительно есть ряд огрехов, но они могут быть замечены только российскими читателями. Например, в главе 5, текст которой является частью двух других изданий Л. Грэма [26, р. 120–127; 27, р. 68–81], переведённых на русский язык [28, с. 42–51], автор пишет: "Феодосий Добржанский сбежал в Соединённые Штаты, чтобы избежать политического контроля, и стал там известным учёным... Н.В. Тимофеев-Ресовский, выдающийся генетик, эмигрировал в Германию, был арестован в Берлине и возвратился в СССР только много лет спустя. В целом несколько сотен генетиков было репрессировано" [17, р. 79; 28, с. 49].

Что тут не так? На самом деле один из крупнейших биологов современности, генетик и эволюционист Ф.Г. Добржанский (1900–1975) вовсе не сбежал в Соединённые Штаты, а вынужден был там остаться после безуспешных попыток вернуться на родину [29], и Л. Грэму это хорошо известно. Один из основоположников радиационной генетики, биоценологии и молекулярной биологии Н.В. Тимофеев-Ресовский (1900–1981) не эмигрировал в Германию, а в 1925 г. по приглашению германского Общества кайзера Вильгельма по развитию науки и по настоянию наркома здравоохранения РСФСР и СССР Н.А. Семашко уехал в Берлин, где сначала работал научным сотрудником, а затем стал руководить отделом генетики и биофизики в Институте исследований мозга имени кайзера Вильгельма в пригороде Берлина Бухе. Хотя он действительно был арестован в Берлине 13 сентября 1945 г., но в том же году, а не много лет спустя, этапирован в Москву. В 1946 г. его приговорили к 10 годам лишения свободы по обвинению в измене Родине. Но в 1947 г. в связи с работами по созданию атомной бомбы Н.В. Тимофеева-Ресовского как специалиста по радиационной генетике перевели из лагеря на "Объект 0211", где он заведовал биофизическим отделом. В 1951 г. учёного освободили из заключения, а в 1953 г. сняли с него судимость. Но реабилитация произошла посмертно только в 1992 г. [30, с. 24, 25]. К тому же в 1945 г. он вернулся из Германии не в Россию, как утверждается в английском оригинале, а в СССР.

Наконец, Грэм пишет о сотнях репрессированных генетиков, но не указывает источник, на котором основывается это утверждение. В действительности цифры репрессированных генетиков и специалистов смежных дисциплин таковы. В основном в первой половине 1930-х годов было арестовано и расстреляно восемь человек: И.И. Агол, Н.К. Беляев, С.Г. Левит, академик ВАСХНИЛ Г.К. Мейстер, академик Г.А. Надсон, В.Н. Слепков, Г.Г. Фризен, В.П. Чехов; в ссылке покончил с собой Л.В. Ферри [31, с. 107]. К репрессиям этих восьми человек Т.Д. Лысенко никакого отношения не имел. Н.И. Вавилова арестовали в августе 1940 г., а в начале 1941 г. были арестованы и погибли его ближайшие сотрудники и друзья генетики Г.Д. Карпеченко, член-корреспондент АН СССР Г.А. Левитский и растениеводы Л.И. Говоров и К.А. Фляксбергер. Директора Одесского селекционно-генетического института Ф.С. Степаненко арестовали в 1936 г., а летом 1937 г. был арестован и затем расстрелян президент ВАСХНИЛ А.И. Муралов. В августе того же года его участь разделил исполнявший непродолжительное время обязанности президента ВАСХНИЛ Г.К. Мейстер. Таким образом, во второй половине 1930-х – начале 1940-х годов было расстреляно ещё восемь человек, и к этим расстрелам Т.Д. Лысенко уже имел прямое отношение [31, с. 108]. Список всех репрессированных генетиков приведён в книге И.А. Захарова [31, с. 113–123]. После войны генетиков среди арестованных не было, а вот борющиеся с Т.Д. Лысенко лишились работы. Таким образом, по его вине было репрессировано восемь, а не сотни человек. О сотнях может идти речь, если в число репрессированных включать всех лишившихся работы по специальности, но автор явно имел в виду не это.

В итоге из-за таких, на первый взгляд, мелочей искажается история не только отечественной генетики, но и всего советского периода развития нашей науки и страны. Искажается то, против чего выступает сам Л. Грэм. Приходится писать об этом с большим сожалением, поскольку автор книги – не только профессиональный историк науки, получивший широкую известность прежде всего благодаря книгам о проблемах развития науки в СССР [26, 27], но и настоящий друг нашей страны, который пытается ей помочь.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Hoxtermann E.* "Klassenbiologen" und "Formalgenetiker". Zur Rezeption Lyssenkos unter den Biologen in der DDR // *Acta Historica Leopoldina*. 2000. V. 36. P. 273–300.

2. *De Jong-Lambert W.* From Eugenics to Lysenkoism: The Evolution of Stanisaw Skowron // *Historical Studies in the Natural Sciences*. 2009. V. 39. P. 269–99.
3. *Hagemann R.* How Did East German Genetics Avoid Lysenkoism? // *Trends in Genetics*. 2002. V. 18. P. 320–240.
4. *Harman O. C.D.* Darlington and the British and American Reaction to Lysenko and the Soviet Conception of Science // *Journal of the History of Biology*. 2003. V. 36. P. 309–352.
5. *Iida K.* Practice and Politics in Japanese Science: Hitoshi Kihara and the Formation of a Genetics Discipline // *Journal of the History of Biology*. 2010. V. 43. P. 529–570.
6. *Куприянов А.В.* Советский творческий дарвинизм (1930–1950) // *Историко-биологические исследования*. 2011. Т. 3. С. 8–31.
7. *Schandevyl E.* Soviet Biology. Scientific Ethos and Political Engagement: Belgian University Professors and the Lysenko Case // *Journal of Communist Studies and Transition Politics*. 2003. V. 2. P. 93–107.
8. *Wolfe A.J.* What Does It Mean to Go Public? The American Response to Lysenkoism. Reconsidered // *Historical Studies in the Natural Sciences*. 2010. V. 40. P. 48–78.
9. *Konashev M.B.* Soviet evolutionary biology and Th. Dobzhansky's critics of lysenkoism // *Book of Abstracts*. 7th International Conference of the European Society for the History of Science. Prague, Czech Republic. 22–24 September. 2016 / Ed. by K. Chemla, P. Svobodný, M. Sekyrková, R. Vojtěch. Prague, 2016. P. 118–119.
10. *De Jong-Lambert W.* Histories of Lysenkoism Continued: A.E. Stepushin and why is there no English translation for "Lysenkovschina"? // *Book of Abstracts*. 7th International Conference of the European Society for the History of Science. Prague, Czech Republic. 22–24 September. 2016 / Ed. by K. Chemla, P. Svobodný, M. Sekyrková, R. Vojtěch. Prague, 2016. P. 119
11. *Stella M.* Bad guys turned to good guys: Milan Hašek. VJA Novák and others on the way from Lysenkoism to mainstream science in Czechoslovakia. 1950–1980 // *Book of Abstracts*. 7th International Conference of the European Society for the History of Science. Prague, Czech Republic. 22–24 September. 2016 / Ed. by K. Chemla, P. Svobodný, M. Sekyrková, R. Vojtěch. Prague, 2016. P. 119–120.
12. *The Lysenko Controversy as a Global Phenomenon*. V. 1, 2. Genetics and Agriculture in the Soviet Union and Beyond / Ed. by W. de Jong-Lambert, N.L. Kremenstov. Cham, Switzerland: Palgrave Macmillan, 2017.
13. *Kremenstov N.L.* Lysenkoism in Europe: Export-Import of the Soviet Model // *Academia in Upheaval. Origins. Transfers and Transformations of the Communist Academic Regime in Russia and East Central Europe* / Ed. by M. David-Fox, G. Peteri. N.Y.: Garland Publishing Group, 2000.
14. *De Jong-Lambert W., Kremenstov N.L.* The Lysenko Controversy and the Cold War // *Journal of the History of Biology*. 2012. V. 45. № 3. P. 373–388.
15. *Kremenstov N.L., de Jong-Lambert W.* "Lysenkoism" Redux: Introduction // *The Lysenko Controversy as a Global Phenomenon*. V. 1. Genetics and Agriculture in the Soviet Union and Beyond / Ed. by W. de Jong-Lambert, N.L. Kremenstov. Cham, Switzerland: Palgrave Macmillan, 2017.
16. *Elina O. Yu.* Lysenko's Predecessors: The Demchinsky's and the Bed Cultivation of Cereal Crops // *The Lysenko Controversy as a Global Phenomenon*. V. 1. Genetics and Agriculture in the Soviet Union and Beyond / Ed. by W. de Jong-Lambert, N.L. Kremenstov. Cham, Switzerland: Palgrave Macmillan, 2017.
17. *Graham L.* Lysenko's Ghost: Epigenetics and Russia. Cambridge: Harvard University Press, 2016.
18. *Богданов Ю.Ф.* К девяностолетию со дня рождения Барбары Мак-Клинтон // *Генетика*. 1992. № 6. С. 185–189.
19. *Robertson A.* Conrad Hal Waddington, 8 November 1905 // *Biogr. Mems Fell. R. Soc.* 1977. V. 23. P. 575–622.
20. *Balzer H.* Lysenko's Ghost: Epigenetics and Russia by Loren Graham (review) // *Journal of Cold War Studies*. 2017. V. 19. № 2. P. 220–222.
21. *Oldfield J.* Loren Graham. Lysenko's Ghost: Epigenetics and Russia. Cambridge, London: Harvard University Press, 2016.
22. *Hill-Andrews O.* Loren Graham, Lysenko's Ghost: Epigenetics and Russia // *The British Journal for the History of Science*. 2016. V. 49. № 3. P. 511–512.
23. *Kolchinsky E.I.* Current Attempts at Exonerating "Lysenkoism" and Their Causes // *The Lysenko Controversy as a Global Phenomenon*. V. 2. Genetics and Agriculture in the Soviet Union and Beyond / Ed. by W. de Jong-Lambert, N.L. Kremenstov. Cham, Switzerland: Palgrave Macmillan, 2017.
24. *De Jong-Lambert W.* Review of Loren R. Graham / Lysenko's Ghost: Epigenetics and Russia. Cambridge: Harvard University Press, 2016.
25. *Legvold R.* Lysenko's Ghost: Epigenetics and Russia. <https://www.foreignaffairs.com/reviews/capsule-review/2016-08-11/lysenkos-ghost-epigenetics-and-russia> (дата обращения 25.04.2018).
26. *Graham L.* Moscow Stories. Bloomington: Indiana University Press, 2006.
27. *Graham L.* Lonely Ideas: Can Russia Compete? Cambridge, London: MIT Press, 2013.
28. *Грэм Л.П.* Лысенко вблизи // *Историко-биологические исследования*. 2018. Т. 10. № 1. С. 42–51.
29. *Конашев М.Б.* Страсти по Феодосию, или Как и почему Ф.Г. Добржанский стал "невозвращенцем" // *Вестник ВОГиС*. 2013. № 1. С. 202–209.
30. *Иванов В.И., Богданов Ю.Ф., Ляпунова Н.А.* Жизненный и творческий путь Н.В. Тимофеева-Ресовского // *Тимофеев-Ресовский Н.В. Избранные труды* / Под ред. О.Г. Газенко, В.И. Иванова. М.: Наука, 2009.
31. *Захаров И.А.* Николай Иванович Вавилов и страницы истории советской генетики. М.: ИОГен РАН, 2000.

LYSENKO UP CLOSE, BUT FROM AFAR, OR LYSENKOISM FROM THE XXIST CENTURY

© 2019 M.B. Konashev

*St. Petersburg Branch of the Institute of the History of Science and Technology
named after S.I. Vavilov, Saint-Petersburg, Russia
E-mail: mbkonashev@mail.ru*

Received 22.05.2018

Revised received 02.07.2018

Accepted 02.07.2018

This paper reviews two books on Lysenkoism recently published outside of Russia. These two publications confirm the revival of interest in this phenomenon by the international scientific community. The first book, "The Lysenko Controversy as a Global Phenomenon", which comprises two volumes edited by William De Jong-Lambert and Nikolai L. Krementsov, integrates old and new approaches to studying and understanding Lysenkoism. The merits and demerits of the two-volume publication confirm the progress in the study of this subject. Loren Graham's book, "Lysenko's Ghost: Epigenetics and Russia", describes Trofim D. Lysenko's activities and their consequences for the development of science in Russia. Graham focuses on Lysenkoism under historical conditions and in the current Russian political context. In the reviewer's opinion, the book has a debatable character and provides serious reasons to reflect on the fate of Russian science and the fate of the country.

Keywords: history of biology, lysenkoism, expansion of lysenkoism, rehabilitation of lysenkoism, neolysenkoism, epigenetics, epigenetic inheritance, Russian geneticists.

В МИРЕ
КНИГ

**В.Б. Кувалдин. Глобальный мир. Политика. Экономика.
Социальные отношения**

М.: Весь мир, 2017. 400 с.

© 2019 г. А.Н. Чумаков

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия
Институт философии РАН, Москва, Россия*

E-mail: chumakov@iph.ras.ru

Поступила в редакцию 27.08.2018 г.

Поступила после доработки 27.08.2018 г.

Принята к публикации 07.11.2018 г.

Ключевые слова: глобализация, глобальный мир, Россия, политика, экономическое развитие, социальная сфера, государство, современное человечество.

DOI: <https://doi.org/10.31857/S0869-5873896646-649>

Во второй половине XX в. мировое сообщество практически по всем параметрам общественной жизни обрело глобальные очертания. Тогда же стало активно формироваться новое междисциплинарное направление — глобалистика. Доклады Римскому клубу, созданному в 1968 г., положили начало широким и разноплановым исследованиям в этой области [1, с. 78—80], и с тех пор поток работ по глобальной тематике не иссякает. За последние десятилетия глобалистика не только вышла на первый план по количеству публикаций, но и претерпела определённые изменения. Она всё больше становится профильной, предметно ориентированной, аналитической, опирающейся на широкий и выверенный спектр фактических данных, а также на многочисленные результаты ранее проведённых исследований [2—4].

Указанные тенденции и особенности современных глобальных исследований в полной мере отражает новая книга известного российского историка и политолога В.Б. Кувалдина. Уже в аннотации справедливо отмечается, что хотя "за последнюю четверть века о глобализации написаны тысячи работ, о глобальном мире — единицы". Да и сам автор особо подчёркивает, что "проблематика глобального мира ещё слабо освоена в отечественной и... зарубежной литературе. В ней крайне редко встречаются исследования,

где он рассматривается как единое целое, во всей своей противоречивой полноте" (с. 8).

В самом деле, холистический подход к осмыслению планетарных явлений и процессов по-прежнему не получил должного признания и распространения в научной среде. Отсюда фрагментарность и мелкотемье, односторонность и узкопрофильность значительного количества работ, тогда как исследований широкого охвата, претендующих на анализ, обобщения и выводы глобального масштаба, немного. Впрочем, это неудивительно, поскольку решение подобной задачи под силу лишь крупному учёному, специалисту в каком-то конкретном направлении современной глобалистики, одновременно хорошо ориентирующемуся и в других, смежных областях знания об общемировых процессах. Более того, здесь нужны не только глубокие и разносторонние знания, но и системный, аналитический стиль мышления, а также богатый жизненный опыт в решении сложных комплексных проблем.

Всеми необходимыми качествами как раз и обладает В.Б. Кувалдин, предпринявший масштабное исследование архитектуры современного человечества и особенностей устройства и взаимодействия его главных структурных элементов — национальных государств и их альянсов. В своей внушительной монографии он в первых двух разделах даёт общую характеристику процессов глобализации и рассматривает основные параметры становления глобального мира. В остальных десяти разделах перед читателем раскрывается яр-

ЧУМАКОВ Александр Николаевич — доктор философских наук, профессор МГУ им. М.В. Ломоносова, ведущий научный сотрудник Института философии РАН.

кая и всеохватная палитра мирового сообщества, представленного как отдельными странами, так и ключевыми регионами планеты.

Поясняя свой интерес к избранной теме и предвзято последующий анализ мирового состояния дел, автор указывает на острейшие противоречия современного человечества и приходит к заключению, с которым трудно не согласиться. "Нам суждено жить в глобальном мире, — пишет В.Б. Кувалдин, — а вот каким будет это общежитие, зависит от нас. Конечно, мера ответственности за происходящее разная у глав государств и рядовых граждан, но она — всеобщая... Или мы научимся жить вместе, или нормальной жизни не будет ни у кого" (с. 8). Хотелось бы верить, что рецензируемая книга будет способствовать тому, чтобы мы, более адекватно воспринимая глобальный мир, учились жить в нём вместе и сообща во имя, если уж не рая на Земле, то хотя бы нормальной жизни.

В целом о монографии можно без преувеличения сказать, что и по форме, и по содержанию она выполнена на высоком профессиональном уровне и, несомненно, является весьма актуальной. Хотя в ней затрагиваются достаточно сложные проблемы, приводится большое количество сопутствующей информации, таблиц, фактических данных, отсылок к первоисточникам, она легко читается. К достоинствам следует отнести и то, что монография не только обогащает новыми знаниями, интересными сведениями, но, и это гораздо более ценно, заставляет читателя задумываться даже над тем, что, казалось бы, уже известно, стало привычным, общепринятым, устоявшимся. Подробно анализируя детали общественно-политической и экономической жизни отдельных стран и регионов, автор зачастую проводит сравнения, делает выводы и заключения, не всегда бесспорные, но явно не оставляющие читателя равнодушным, а значит, стимулирующие его собственные размышления.

Особое внимание в книге уделено России и постсоветскому пространству в целом. Помимо 6-го раздела книги, посвящённого данному обществу, рассмотрение экономических, политических и иных отношений той или иной страны или региона с Россией даётся в завершении остальных разделов книги. Читая эти фрагменты, невольно мысленно выходишь за пределы авторского текста, поскольку В.Б. Кувалдин излагает свою точку зрения ненавязчиво, в свободной манере, оставляя читателю возможность самому сопоставлять и оценивать, получая иную интерпретацию тех же самых фактов и событий. В частности, применительно к сегодняшней ситуации, когда начавшиеся после распада СССР, но так и незавершённые дискуссии о национальной идее

и дальнейших путях развития России становятся всё более актуальными, В.Б. Кувалдин резонно замечает, что "с 2% населения Земли и 3% мирового ВВП Российской Федерации трудно претендовать на роль самостоятельного центра силы в глобальном мире" (с. 194). При этом на вопрос о цивилизационной идентичности автор даёт однозначный ответ: "По своей идентичности Россия остаётся европейской страной", и тут же справедливо указывает, что "к сожалению, в нашей стране ни власть, ни общество в должной мере пока не оценили уникальность положения России как евротихоокеанской державы, единственной европейской страны с широким, беспрепятственным выходом на величайший океан планеты. Эта объективная данность сама по себе является большим конкурентным преимуществом России в глобальном мире" (с. 224).

При отсутствии широкого, открытого обсуждения ситуации в таких ключевых сферах общественной жизни, как состояние гражданского общества, социальной инфраструктуры или образования, и должного внимания к этим проблемам со стороны лиц, принимающих сегодня в России решения, большой интерес представляет анализ В.Б. Кувалдиным схожих проблем в других странах и регионах. Читая эти фрагменты, трудно удержаться от ассоциаций, сопоставлений и аналогий с российской действительностью. Так, в разделе, посвящённом Латинской Америке, В.Б. Кувалдин говорит о "тяжёлой наследственности" региона в сфере политики. «В отличие от Соединённых Штатов, — пишет автор, — в Латинской Америке гражданское общество было исторически слабо и не могло выступать в роли более или менее полноценного партнёра — оппонента государственной власти. Фирменным знаком латиноамериканской политической культуры стал "президентализм" — «"суперпрезидентские режимы" с присущим им упованием на сильного лидера-харизматика, самоотверженно и последовательно отстаивающего и воплощающего общенациональные интересы» (с. 337). Демократические институты при таком политическом устройстве слабы и недостаточно эффективны, а судебные системы и правоохранительные органы являют собой государства в государстве. "Добавьте сюда латиноамериканские традиции популизма, клиентелизма, корпоративизма и коррупции, — пишет В.Б. Кувалдин, — и становится понятно растущее разочарование многих латиноамериканцев в демократических институтах, не принёсших им чувство защищённости и прочного достатка" (с. 338). Примечательно и то, как автор объясняет низкий уровень образования в регионе. Причина — "слабый преподавательский состав. В учителя идут посредственные

выпускники школ. Их плохо учат, а затем им платят на 10–50% меньше, чем специалистам других профессий" (с. 336).

Аналогичная ситуация сложилась, по мнению автора, в Африке, где «институты представительной демократии нередко носят декоративный характер. Доминирует исполнительная власть, парламентам и судам отведены второстепенные, подчинённые роли. Партии — избирательные машины без определённой идейно-политической ориентации, оппозиция обычно слаба. Африканские президенты частенько подменяют собой и партии, и правительства, и сами государственные институты. Многие из них с полным правом могут сказать: "Государство — это я". В крайних формах политическая жизнь превращается в театр марионеток, коррупция пожирает ресурсы общества» (с. 382).

Не менее интересен авторский анализ положения дел на Ближнем и Среднем Востоке. Выявляя специфику социально-экономического развития и причины отсталости этого региона, В.Б. Кувалдин обращается к современному теоретическим исследованиям и богатому фактическому материалу и приходит к выводу, что неразрывное переплетение власти и собственности культивировали здесь "непотизм, кумовство, клановость, коррупцию. Хозяйственная деятельность была направлена на извлечение ренты, а не на создание нового богатства... Успешное занятие предпринимательством требовало влиятельного покровительства... Наиболее способные и предприимчивые были вынуждены уезжать в Европу и Америку" (с. 309). Подчёркивая, что экономическое развитие стран арабского мира основывается прежде всего на распределении и перераспределении нефтяной ренты, В.Б. Кувалдин заключает: «Долгое время обильный поток нефтедолларов маскировал неэффективность арабских экономик, позволяя им за высокими протекционистскими заборами поддерживать "отечественного производителя" в рамках политики импортозамещения» (с. 310). В этом, как вполне резонно полагает автор, следует искать корни социально-политической нестабильности и основные причины "цветных революций", широкой волной прокатившихся по региону. Обострение внутренней ситуации в арабских обществах объясняется и иными факторами, среди которых: "запредельная концентрация власти и собственности в руках одного клана, всё разъедающая коррупция, политические репрессии против инакомыслящих, циничное попрание власти имущими человеческих и божеских законов, систематические нарушения прав человека, дискриминация женщин, социальная поляризация, бедность населения, плачевное состоянии социальной сферы (прежде всего об-

разования и здравоохранения), психологическая усталость от одного вида одних и тех же лиц у руля государства в течение нескольких десятилетий" (с. 311).

Убедителен анализ В.Б. Кувалдиным положения Китая в современном мире. "Время работает на Китай", — справедливо замечает автор и добавляет, что страна быстро превращается из региональной державы в глобальную (с. 227). Китай в книге характеризуется не только через прагматизм во внутренней и внешней политике, но и через специфику мировоззрения китайцев и протекающих из него долгосрочных, стратегических устремлений: "Серединная империя, считающая себя центром ойкумены, чувствует свою полную самодостаточность. Поэтому Китай действует самостоятельно, не вступая ни в какие союзы с другими государствами. Поднебесной чужды мессианизм и миссионерство. Китай никого не учит, как жить, и не принимает подобных поучений от других. Он готов сотрудничать со всеми на приемлемых условиях... Он хочет занять подobaющее место в глобальном мире, не наживая врагов" (с. 254). Это довольно точное, на мой взгляд, описание современной китайской политики. Однако возникает вопрос, сохранится ли такая политика после того, как Китай займёт "подобающее место в глобальном мире". И если нет, то как изменится политика страны? Конечно, ответ определяется не только особенностями самого Китая, и в связи с этим интерес представляют разделы монографии, в которых даётся анализ как отдельных стран Запада, так и Западного мира в целом.

Оставляя читателю возможность самому оценить основное содержание данных разделов, обратим внимание лишь на то, как В.Б. Кувалдин описывает взаимоотношения Западного мира и России. С ним, в частности, трудно не согласиться, когда он пишет, что "чем дальше, тем больше Запад начинает рассматривать посткоммунистическую Россию как нечто внутренне инородное, требующее выработки особой политики" (с. 145). И как бы ни относиться к такой позиции, следует признать: определённые основания для подобной линии поведения имеются. Трудно игнорировать то обстоятельство, что, потеряв после распада СССР четверть территории, треть экономики и половину населения, «вчерашняя сверхдержава превратилась в "больного человека" Евразии. Отныне в лучшем случае ей предстоял долгий — на десятилетия — процесс восстановления и внутренней консолидации» (с. 169). Вместе с тем утверждение автора, что "разрушение СССР было следствием ожесточённой внутривнутриполитической борьбы за власть и собственность в крупнейшей и богатейшей стране мира" (с. 168), отражает лишь одну группу причин происшедшего. Вто-

рая и не менее важная связана с неблагоприятными внешнеполитическими факторами, такими как жёсткое противостояние в "холодной войне", затратный внешнеполитический курс на экспансию социализма, непомерные расходы на гонку вооружений, падение цен на нефть, но она осталась за рамками внимания автора книги. Возможно, именно поэтому В.Б. Кувалдин, апеллируя к "авторитетным свидетельствам", придерживается точки зрения, согласно которой "холодная война завершилась примирением сторон в конце 80-х годов прошлого века. В ней не было ни победителей, ни побеждённых" (с. 120). Такая позиция противоречит тому, что сам автор пишет в разных частях монографии. Например, ссылаясь на В.А. Никонова, он отмечает: "Современная Россия всё ещё воспринимается неустойчивым продуктом распада Советского Союза, будущее которого, как и внешнеполитическая ориентация, пока не вполне определены" (с. 325). В другом месте говорится, что "после разрушения Советского Союза формирование глобального мира шло под эгидой Запада, и прежде всего Соединённых Штатов Америки. Именно Вашингтон набросал его контуры в первоначальном, очень приблизительном виде" (с. 399). Правоммерно ли ставить на первый план субъективный фактор и утверждать, что "основным камнем преткновения было нежелание ключевых группировок американской элиты строить отношения на *равноправной основе* (курсив Б.В. Кувалдина. — *А.Ч.*) с ослабленной Россией после полувека холодной войны" (с. 136, 137)? Поскольку в постсоветский период объективные условия для установления между Россией и США отношений на "равно-

правной основе" отсутствовали, правомерность подобного подхода вызывает большие сомнения, а точка зрения автора — учёного-политолога, а не историка — представляется ангажированной, продиктованной его гражданской позицией. К высказанным выше критическим замечаниям прибавлю в качестве ремарки, что автор довольно часто, то есть непропорционально много относительно других первоисточников, обращается к работе одного из специалистов по данной теме, пусть даже и весьма авторитетного [5].

Завершая обзор, подчеркну, что обозначенные недостатки и полемические высказывания не снижают качества исследования, и можно надеяться, что книга будет иметь долгую жизнь и широкий круг читателей. Автору же нельзя не пожелать дальнейших творческих успехов в изучении чрезвычайно актуальной и постоянно обновляющейся проблематики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Global Studies Encyclopedic Dictionary / Ed. by A.N. Chumakov, I.I. Mazour and W.C. Gay; Foreword by M. Gorbachev. Amsterdam, N.Y.: Editions Rodopi B.V., 2014.
2. Громыко Ал.А. О насущном: Европа и современный мир. М., СПб.: Нестор-История, 2017.
3. Глобальное управление: возможности и риски / Отв. ред В.Г. Барановский, Н.И. Иванова. М.: ИМЭМО РАН, 2015.
4. Чумаков А.Н. Глобальный мир: столкновение интересов. М.: Проспект, 2018.
5. Никонов В.А. Современный мир и его истоки. М.: Изд-во МГУ, 2015.

V.B. Kuvaldin's "The Global World", an exploration of global politics, economics, and social relations

Moscow. Ves mir, 2017. 400 p.

© 2019 A.N. Chumakov

*Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia
Institute of Philosophy, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
E-mail: chumakov@iph.ras.ru*

Received 27.08.2018

Revised version received 27.08.2018

Accepted 07.11.2018

Keywords: globalization, global world, Russia, politics, economic development, social sphere, state, modern humanity.

В МИРЕ
КНИГ

**Сибирская язва: актуальные проблемы разработки и внедрения
медицинских средств защиты**

Под ред. Г.Г. Онищенко, И.В. Дармова, С.В. Борисевича.

Изд. 2-е, испр. и доп. СПб.: ИП Мочалов С.В., 2018. 592 с.

© 2019 г. А.Н. Куличенко*, Н.П. Буравцева**

ФКУЗ "Ставропольский противочумный институт Роспотребнадзора", Ставрополь, Россия

*E-mail: kulichenko_an@list.ru; **E-mail: stavnipchi@mail.ru

Поступила в редакцию 04.02.2019 г.

Поступила после доработки 04.02.2019 г.

Принята к публикации 21.02.2019 г.

Ключевые слова: сибирская язва, профилактика инфекционных болезней, биологическая безопасность, *Bacillus anthracis*.

DOI: <https://doi.org/10.31857/S0869-5873896650-652>

Вышло в свет 2-е издание книги "Сибирская язва: актуальные проблемы разработки и внедрения медицинских средств защиты" под редакцией академика РАН Г.Г. Онищенко, профессора И.В. Дармова и члена-корреспондента РАН С.В. Борисевича. Основным поводом для выпуска первого издания стало повышенное внимание к проблеме сибирской язвы после террористического акта в США в 2001 г. с использованием *Bacillus anthracis* как бактериологического агента [1]. Эти события стали существенным стимулом для проведения научных исследований во многих странах, в том числе в России. Они направлены на совершенствование и разработку новых медицинских средств защиты от сибирской язвы, так как традиционные методы диагностики, лечения и организации противоэпидемических мероприятий в США оказались недостаточно совершенными для реагирования на биотеррористическую атаку [2].

После первого издания прошло восемь лет. Что изменилось за этот период? Авторы обоснованно определяют нынешнюю ситуацию с сибирской язвой в мире и в России как нестабильную,

несмотря на выраженное снижение заболеваемости людей за последние три десятилетия, достигнутое прежде всего благодаря вакцинации сельскохозяйственных животных. Но именно недостатки используемых программ вакцинации и неадекватное их выполнение — основные причины вспышек заболеваемости среди животных, часто сопровождающихся заболеваниями людей. Достаточно сказать, что в 2010—2011 гг. крупные эпизоотии¹ со значительными эпидемическими осложнениями произошли в Бангладеш (в 2010 г. — 607 случаев заболевания людей, в 2011 г. — 119), в 2011 г. — в Замбии (230 человек), Зимбабве (149), Судане (100), во Вьетнаме (53) и других государствах. Подчеркивается, что появление крупных вспышек среди домашних и диких животных подтверждает активность эпизоотического процесса сибирской язвы в начале XXI в. В качестве примера приводятся данные о гибели 500 антилоп и 130 коров в Зимбабве, 23 слонов и 37 зебр в Ботсване, 600 газелей на китайско-монгольской границе, 44 бизонов на северо-западе Канады и т. д. В России в 2016 г. наблюдалась массовая гибель от сибирской язвы северных оленей (2350 голов).

Авторы солидарны с утверждениями специалистов, что природные изменения на планете в последние годы (глобальное потепление,

КУЛИЧЕНКО Александр Николаевич — член-корреспондент РАН, директор ФКУЗ "Ставропольский противочумный институт Роспотребнадзора". БУРАВЦЕВА Нина Пантелеймоновна — доктор медицинских наук, главный научный сотрудник лаборатории сибирской язвы ФКУЗ "Ставропольский противочумный институт Роспотребнадзора".

¹ Эпизоотия — массовое распространение инфекционных болезней среди диких и домашних животных на определённой территории.

уменьшение зоны вечной мерзлоты, повышение частоты экстремальных погодных явлений, ливни и наводнения, ураганы, засухи и т. п.) способствуют выносу спор возбудителя на поверхность почвы, их накоплению и активации (или сохранению) старых почвенных очагов. А если учесть, что во многих государствах Европы, в России, Австралии, США и Канаде заболевание людей сибирской язвой ограничивается редкими единичными случаями и может быть отнесено к так называемым "забытым" инфекциям, то с внезапным возникновением вспышек среди животных и случаев среди людей оно переходит в разряд возвращающихся инфекций. Такая тенденция всегда чревата недостаточной готовностью клинического и диагностического звена здравоохранения к адекватному и своевременному реагированию.

Заболеваемость людей сибирской язвой в России в XXI в. ограничена единичными случаями с числом заболевших от 1 до 36. Всего с 2001 по 2016 г. заболело 168 человек. Иная обстановка сложилась в некоторых государствах СНГ, где вакцинация сельскохозяйственных животных проводилась не на должном уровне. Особую обеспокоенность вызывает эпидемическая ситуация в Грузии. С 2000 по 2012 г. здесь зарегистрировано 592 случая заболевания людей. Наряду с неполным охватом вакцинацией сельскохозяйственных животных следует учитывать возможную несанкционированную реализацию заражённого мяса и мясных продуктов на рынках и других объектах. В книге подробно описывается вспышка сибирской язвы среди оленей на Ямале в 2016 г.: причины возникновения, источник и пути распространения инфекции у людей и животных (олений), клиническая картина и мероприятия по её ликвидации.

Исходя из анализа современной ситуации обосновываются особенности сибирской язвы в мире, среди которых наиболее значимыми представляются следующие:

- наличие постоянно действующих гиперэндемичных сибиреязвенных очагов (локусов) в ряде стран, которые характеризуются высокой контаминацией почвы спорами, особенностями почвенных биотопов, характерным климатом ("сибиреязвенная погода"), наличием восприимчивых популяций диких и сельскохозяйственных животных, архаичными способами ведения скотоводства (отгонное, выпасное), что в совокупности приводит к масштабным эпизоотиям с тяжёлыми эпидемическими последствиями;

- повышенная вероятность возникновения эпизоотии и эпидемических вспышек в различных регионах, обусловленная глобальным потеплением, которое сопровождается активизацией гидрогеологического фактора, приводит к наводнениям, ливням, вымыванию сибиреязвен-

ных спор из почвы и таянию вечной мерзлоты в приарктических областях, выходу спор на поверхность почвы и их рассеянию;

- наличие на территории России значительного количества необустроенных, неучтённых и не нанесённых на карту скотомогильников и мест массовой гибели животных от сибирской язвы, что в сочетании с последствиями глобального потепления создаёт угрозу эпизоотических и эпидемических вспышек, особенно в зоне вечной мерзлоты и вдоль русел крупных рек;

- связанные с глобальным экономическим кризисом особенности социального поведения в сфере торговли животными и продуктами питания в России и сопредельных странах, включая участвовавшие случаи сокрытия заболевания, вынужденного убоя и гибели сельскохозяйственных животных, криминальную реализацию инфицированной и контаминированной животноводческой продукции и угрозу поставки на территорию Российской Федерации сырья и продукции, заражённых возбудителем сибирской язвы;

- появление новых и актуализация редко встречающихся клинических форм сибирской язвы: инъекционной при героинзависимой наркомании, оро-орофарингеальной и атипичных (ларингофарингеальной, назофарингеальной, первичного менингоэнцефалита) при гастроинтестинальной форме сибирской язвы, не имеющих типичных клинических признаков, с трудом поддающихся диагностике и терапии.

Предлагаемое читателю 2-е издание дополнено современными научными сведениями о генетических исследованиях, методах лабораторного анализа, лечения и профилактики инфекции, а также информацией о разработке лечебно-профилактических и диагностических средств. Если молекулярно-диагностические методы до недавнего времени служили дополнительными методами лабораторной диагностики, то сейчас они вышли на передовые позиции. Сегодня с помощью полимеразной цепной реакции и комплекса методов генотипирования не только подтверждается поставленный клинический диагноз, но и определяется источник инфекции, что существенно облегчает выявление путей её распространения.

У авторов книги вызывает определённую тревогу появление необычных культур *Bacillus cereus*, несущих гены токсинообразования и капсулообразования сибиреязвенного микроба и вызывающих тяжёлые и смертельные случаи заболевания у человека. На основании анализа экспериментальных работ отечественных и зарубежных исследователей очевидно, что получение атипичных штаммов *B. anthracis*, приобретших признаки, не свойственные этому возбудителю, вполне возможно. Именно такие варианты могут

быть использованы в качестве агента биотерроризма. В связи с этим с помощью достижений биотехнологии и генетики необходимо создать средства защиты нового поколения. Поэтому в данном издании, как и в первом, уделяется много внимания разработке и этапности внедрения медицинских иммунологических противосибиреязвенных препаратов. При непосредственном участии авторов созданы аппаратно-технологические линии сибиреязвенных вакцин, противосибиреязвенных иммуноглобулинов, а также средств идентификации и диагностики, основанных на использовании полимеразной цепной реакции и иммунологических методов. И, наконец, большой раздел посвящён лечению тяжёлых и лёгочных форм сибирской язвы. Даны рекомендации по использованию того или иного антибиотика и их сочетаний с другими препаратами — иммуностимуляторами и лечебными средствами.

Центральной для книги вопрос — сможет ли современная медицина справиться с появлением такой чрезвычайной ситуации, как террористический акт с применением бактериологического оружия, в данном случае спор сибиреязвенного микроба. Хорошо известно, что при теракте возникают сложности психологического характера (панические реакции и т. д.), могут иметь место

организационно-технические, санитарно-противоэпидемические, медицинские и другие проблемы. Только комплексный подход к их решению, причём на каждом уровне реагирования, позволит дать утвердительный ответ. Представленный в книге материал ведёт к ясному пониманию того, что уже сделано по данному направлению и какие задачи ещё предстоит решить. Так, обозначены перспективы для дальнейшего развития научных изысканий.

Книга "Сибирская язва: актуальные проблемы разработки и внедрения медицинских средств защиты", несомненно, формирует современное представление об этой инфекции и будет полезна научным работникам и специалистам-практикам, деятельность которых связана с осуществлением эпидемиологического надзора, диагностикой, лечением и профилактикой сибирской язвы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сибирская язва: актуальные проблемы разработки и внедрения медицинских средств защиты / Под ред. Г.Г. Онищенко, В.В. Кожухова. М.: Медицина, 2010.
2. Fowler R.A., Shafazand S. Anthrax Bioterrorism: Prevention, Diagnosis and Management Strategies // Journ. Bioterr. Biodef. 2011. V. 2. № 2.

Anthrax: actual problems of elaboration and introduction in practice of medical defense means

Eds. G.G. Onishchenko, I.V. Darmov, S.V. Borisevich. 2 edit., impr. and suppl. SP, 2018. 592 p.

© 2019 A.N. Kulichenko*, N.P. Buravceva**

Stavropol Plague Control Research Institute, Stavropol, Russia

**E-mail: kulichenko_an@list.ru; **E-mail: stavnipchi@mail.ru*

Received 04.02.2019

Revised version received 04.02.2019

Accepted 21.02.2019

Keywords: anthrax, prevention of infectious diseases, biological safety, Bacillus anthracis.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ
ОТДЕЛ

ПРЕЗИДИУМ РАН РЕШИЛ

(декабрь 2018 г.)

Ключевые слова: Научный совет по глобальным экологическим проблемам, Комитет РАН по программе Организации Объединённых Наций по окружающей среде, Комиссия РАН по борьбе с лженаукой, Комиссия РАН по противодействию фальсификации научных исследований, Межакадемический совет по проблемам развития Союзного государства.

• Утвердить **Положение о Научном совете РАН по глобальным экологическим проблемам** и его состав.

1. Общие положения

1.1. Научный совет РАН по глобальным экологическим проблемам является совещательным научно-консультативным органом РАН. Совет создан для целей планирования и координации фундаментальных и прикладных исследований в области глобальных экологических проблем и комплексного мониторинга состояния природной среды.

1.2. В своей деятельности совет руководствуется законодательством Российской Федерации, уставом ФГБУ "Российская академия наук", постановлениями президиума РАН, распоряжениями РАН и настоящим Положением.

1.3. Совет является научно-консультативным органом, который обсуждает состояние экологических проблем и результатов мониторинга природных процессов в рамках программ фундаментальных исследований РАН, участвует в обсуждении научной политики и даёт соответствующие рекомендации президиуму РАН.

1.4. Совет участвует в координации фундаментальных и прикладных исследований, выполняемых в институтах, работающих под научно-методическим руководством отделений РАН по областям и направлениям науки.

2. Порядок создания совета

2.1. Совет состоит при президиуме РАН.

2.2. Решение о создании совета принимается президиумом РАН.

2.3. Президиум РАН утверждает Положение о совете, председателя совета и его состав.

2.4. Совет может быть реорганизован или ликвидирован постановлением президиума РАН.

3. Основные направления деятельности совета

Совет выполняет следующие основные функции: анализирует современное состояние исследований;

определяет перспективы научных исследований; обсуждает инициативные предложения, направленные на решение глобальных экологических проблем — изменение климата, загрязнение атмосферного воздуха, воды, почвы; истощение природных ресурсов (энергетических, материальных, лесных, водных, климатических), потеря биоразнообразия, сокращение лесного покрова, разрушение озонового слоя, накопление отходов, включая использование новых методов обращения с твёрдыми коммунальными отходами (ТКО), наилучших доступных технологий (НДТ) в сфере обращения с ТКО, рекультивация нарушенных территорий;

содействует дальнейшему развитию междисциплинарных исследований в области изучения глобальных экологических проблем и поиска их решений;

содействует организации экологической экспертизы планов и проектов программ совместно с другими научными советами РАН, имеющими экологическую направленность;

готовит предложения и рекомендации для президиума РАН по глобальным экологическим проблемам и комплексному мониторингу состояния природной среды;

в рамках своей компетенции готовит материалы по соответствующим поручениям государственных органов, поступающим в адрес РАН;

рассматривает планы НИР институтов, работающих под научно-методическим руководством отделений РАН по направлениям, связанным с экологией окружающей среды;

оценивает состояние материально-технического обеспечения и вносит предложения по этим вопросам на рассмотрение соответствующих отделений РАН и президиума РАН;

обсуждает научные отчёты и заслушивает доклады по итогам исследований, выполняемых в рамках российских программ по изучению глобальных экологических проблем и комплексному мониторингу состояния природной среды, а также о практическом использовании полученных результатов, даёт оценку результатам этих работ, вносит рекомендации, направленные на успешную разработку проблемы и практическое использование результатов законченных научно-исследовательских работ;

по поручению президиума РАН готовит заключения по проектам и предложениям, связанным с изучением экологических проблем, проводит научные консультации;

содействует организации и развитию связей научных учреждений с органами государственной власти, общественными и другими организациями России и других стран по глобальным экологическим проблемам и комплексному мониторингу состояния природной среды;

содействует развитию сотрудничества с зарубежными научными организациями и отдельными учёными по глобальным экологическим проблемам и комплексному мониторингу состояния природной среды;

участвует в организации и проведении национальных и международных научных конгрессов, конференций, симпозиумов, семинаров, школ, а также в подготовке и публикации их материалов;

содействует расширению международного сотрудничества по направлению своей деятельности, пропаганде результатов исследований российских учёных, изучению наследия выдающихся учёных России и популяризации научных достижений;

осуществляет связи с другими научными советами РАН и аналогичными советами других ведомств для улучшения координации междисциплинарных научных исследований;

анализирует состояние и тенденции развития отечественной и мировой науки по разным направлениям промышленной экологии и экологии человека, разрабатывает задачи и прогнозы основных направлений фундаментальных исследований по проблемам в области промышленной экологии и внедрения наилучших доступных технологий (НДТ);

содействует использованию результатов научных исследований РАН в области промышленной экологии в различных отраслях промышленности;

проводит научное обоснование развития основных направлений экологической промышленной политики;

координирует деятельность научных организаций по снижению негативного воздействия на окружающую среду и обосновывает эффективность применения НДТ в различных отраслях промышленности;

подготавливает рекомендации для отделений РАН, президиума РАН, заинтересованных органов

государственной власти по вопросам промышленной экологии и стратегии применения НДТ в различных отраслях промышленности;

разрабатывает методологию прогнозирования и оценки экологических и экономических последствий реализации различных сценариев промышленного развития;

содействует федеральным органам исполнительной власти в научно обоснованном государственном регулировании и управлении процессами технологической модернизации отечественной промышленности, обеспечивающими снижение негативного техногенного воздействия на окружающую среду;

участвует в разработке координационных планов деятельности научных организаций в сфере методологии исследования и моделирования промышленных процессов, негативно воздействующих на окружающую среду, и соответствующих НДТ;

подготавливает предложения по формированию программ фундаментальных исследований РАН и федеральных целевых программ научных исследований, включению новых проектов в существующие программы;

ежегодно представляет отчёты о важнейших научных результатах исследований по глобальным экологическим проблемам и своей организационной деятельности президиуму РАН для включения в сводный отчёт РАН.

4. Права совета

Для выполнения своих основных функций совет имеет право:

знакомиться с состоянием работ в научных учреждениях и организациях, участвующих в разработке научных проблем по профилю деятельности совета;

проводить экспертизы планов научных учреждений, работающих под методическим руководством РАН, выполняющих исследования в рамках компетенции совета;

вносить рекомендации по рациональному использованию выделяемых финансовых и материальных ресурсов для выполнения научных исследований и более эффективному использованию уникального оборудования, аппаратуры и приборов;

запрашивать и получать в установленном порядке от организаций, учреждений и отделений РАН справочные данные и материалы, относящиеся к деятельности совета и необходимые для решения поставленных перед ним задач;

рассматривать отчёты и планы российских программ в части проведения научных и научно-прикладных исследований, вносить рекомендации по их изменению и дополнению.

Решения совета имеют обязательную силу для учреждений, занимающихся исследованиями

глобальных экологических проблем и комплексного мониторинга состояния природной среды, и носят рекомендательный характер для других российских организаций;

готовить предложения по поддержке научных школ и молодых талантливых учёных.

5. Состав и структура совета

5.1. Совет состоит из председателя, заместителей, учёного секретаря и членов совета.

5.2. Состав совета формируется и изменяется по предложению председателя совета и утверждается президиумом РАН по представлению председателя совета.

5.3. Членами совета могут быть члены РАН, работники аппарата президиума РАН, а также по согласованию ведущие учёные и представители научных организаций и образовательных организаций высшего образования, научных центров, научных и научно-технических обществ, институтов развития, органов государственной власти и других организаций, участвующих в научных исследованиях по направлениям деятельности совета.

5.4. В совете образуется бюро в составе председателя, его заместителей, учёного секретаря и членов бюро совета.

5.5. В структуре совета для решения возложенных на него задач организуются секции по следующим направлениям деятельности:

глобальные загрязнения окружающей среды;
наилучшие доступные технологии рационального природопользования, включая методы переработки твёрдых коммунальных отходов (ТКО);

промышленная экология, проблемы экологической безопасности отраслей промышленности и энергетики;

глобальные проблемы сохранения биоразнообразия;

развитие биотехнологий;

проблемы экологии человека.

5.6. В случае необходимости могут создаваться постоянные или временные рабочие группы, комиссии (подкомиссии).

5.7. Председатель совета назначается президиумом РАН. В его отсутствие руководство советом осуществляет заместитель.

5.8. Председатель совета:

5.8.1. утверждает план работы совета, повестку заседания и состав лиц, приглашаемых на заседание совета;

5.8.2. организует работу совета и председательствует на заседаниях;

5.8.3. подписывает протоколы заседаний и другие документы совета;

5.8.4. обеспечивает коллективное обсуждение вопросов, внесённых на рассмотрение совета;

5.8.5. формирует отчёт о проделанной работе и наиболее важных результатах, полученных в рамках деятельности совета;

5.8.6. распределяет обязанности между своим заместителем и членами бюро совета.

5.9. Заместитель председателя совета:

5.9.1. курирует одно или несколько направлений деятельности совета;

5.9.2. участвует в подготовке планов работы совета;

5.9.3. участвует в подготовке отчёта о проделанной работе и наиболее значимых результатах, полученных в рамках деятельности совета.

5.10. Учёный секретарь совета:

5.10.1. организационно обеспечивает работу совета, готовит рабочие материалы к заседаниям, оформляет протоколы заседаний;

5.10.2. готовит и согласовывает с председателем совета проекты документов и других материалов для обсуждения на заседаниях совета;

5.10.3. уведомляет членов совета о дате, месте и повестке предстоящего заседания;

5.10.4. рассылает членам совета проекты документов, материалы для заседаний и принятые решения совета;

5.10.5. участвует в подготовке отчёта о проделанной работе и наиболее значимых результатах, полученных в рамках деятельности совета;

5.10.6. обеспечивает хранение документации совета.

5.11. Члены совета:

5.11.1. руководствуются Положением о совете;

5.11.2. регулярно посещают заседания совета, назначаемые председателем совета;

5.11.3. своевременно выполняют поручения совета;

5.11.4. в целях повышения эффективности деятельности совета вносят предложения и замечания к планам его работы;

5.11.5. запрашивают информацию о рассмотрении своих предложений;

5.11.6. получают информацию о деятельности совета;

5.11.7. вносят предложения по формированию повестки дня заседаний совета;

5.11.8. по поручению председателя совета возглавляют секции, рабочие группы и комиссии (подкомиссии) совета;

5.11.9. участвуют в подготовке материалов по рассматриваемым вопросам;

5.11.10. выступают с докладами на заседаниях совета.

5.12. Обновление состава совета с учётом необходимости преемственности осуществляется не реже одного раза в пять лет. Реорганизация или упразднение совета осуществляются постановлениями президиума РАН.

6. Порядок работы совета

6.1. Совет осуществляет свою деятельность: посредством рассмотрения вопросов на заседаниях совета;

путём участия в проведении совещаний, конференций, научных сессий, симпозиумов, научных школ и семинаров по различным аспектам экологических проблем и комплексного мониторинга состояния окружающей среды;

через деятельность рабочих групп экспертов или специальных комиссий, создаваемых советом;

путём публикации работ членов совета, сборников статей по отдельным проблемам, материалов совещаний и т.д.;

путём выполнения на общественных началах членами совета поручений и решений совета в соответствии с п. 5 и 6 настоящего Положения.

6.2. Совет правомочен принимать решения, если на его заседаниях присутствует более половины членов совета. Решения принимаются простым большинством голосов присутствующих на заседании членов совета. Голосование может быть открытым и тайным (по решению совета).

6.3. Заседания совета могут проводиться как в очной, так и заочной форме.

6.4. Деятельность совета осуществляется в контакте с отделениями РАН по областям и направлениям науки.

6.5. Общее руководство деятельностью совета осуществляет председатель совета и бюро Отделения наук о Земле РАН.

6.6. Организационно-техническое обеспечение деятельности совета возлагается на Отделение наук о Земле РАН.

7. Заключительное положение

Положение о порядке создания и деятельности совета и вносимые в него изменения утверждаются президиумом РАН в установленном порядке.

Состав совета

Бюро совета: член-корреспондент РАН **В.А. Грачёв** — председатель; член-корреспондент РАН **С. Н. Калмыков**, академик РАН **Л.И. Леонтьев**, член-корреспондент РАН **Н.П. Тарасова** — заместители председателя; доктор географических наук **Н.А. Зайцева** (Отделение наук о Земле) — учёный секретарь; член-корреспондент РАН **О.Е. Аксютин** (председатель секции); академик РАН **С. М. Алдошин**; член-корреспондент РАН **В.И. Данилов-Данильян**; академики РАН **М.П. Кирпичников**, **В.И. Осипов**, **В.В. Рожнов** (председатель секции), **В.А. Черешнев** (председатель секции).

Члены совета: академик РАН **Л.А. Большов**; член-корреспондент РАН **Е.А. Бонч-Осмоловская**;

академик РАН **И.В. Бычков**; доктор физико-математических наук **А.С. Гинзбург** (Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН, по согласованию); доктор биологических наук **Е.А. Головацкая** (Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, по согласованию); академики РАН **И.Ф. Горлов**, **Ю.Ю. Дгебуадзе**; член-корреспондент РАН **Н.Ф. Еланский**; доктор политических наук **И.В. Ильин** (МГУ им. М.В. Ломоносова, по согласованию); доктор химических наук **А.Г. Ишков** (Российский государственный университет нефти и газа им. И.М. Губкина, по согласованию); академик РАН **Н.С. Касимов**; член-корреспондент РАН **С. К. Коновалов**; академик РАН **В.М. Котляков**; член-корреспондент РАН **Е.А. Красавин**; доктор технических наук **Д.В. Макаров** (Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН); член-корреспондент РАН **А.Л. Максимов**; академик РАН **В.П. Мешалкин**; член-корреспондент РАН **Т.И. Моисеенко**; академик РАН **Б.Ф. Мясоедов**; кандидат технических наук **А.Ю. Недре** (НИИ "Центр экологической промышленной политики", по согласованию); доктор технических наук **А.С. Носков** (Институт катализа им. Г.В. Борескова СО РАН, по согласованию); академик РАН **Д.С. Павлов**; доктор химических наук **В.С. Петросян** (МГУ им. М.В. Ломоносова, по согласованию); член-корреспондент РАН **В.О. Попов**; академик РАН **Б.Н. Порфирьев**; **А.Я. Резниченко** (руководитель редакции "Наука" Информационного агентства ТАСС, по согласованию); член-корреспондент РАН **А.А. Романовская**; академик РАН **В.А. Румянцев**; доктор биологических наук **Н.Г. Рыбальский** (Автономная некоммерческая организация Национальное информационное агентство "Природные ресурсы", по согласованию); члены-корреспонденты РАН **Н.И. Санжарова**, **В.А. Семёнов**; академик РАН **О.Г. Синяшин**; кандидат экономических наук **Д.О. Скобелев** (НИИ "Центр экологической промышленной политики", по согласованию); академики РАН **А.М. Смирнов**, **В.Г. Сычёв**; член-корреспондент РАН **А.А. Тишков**; академики РАН **А.К. Тулохонов**, **И.Б. Ушаков**; член-корреспондент РАН **Н.Н. Филатов**; кандидат химических наук **М.Д. Харламова** (Российский университет дружбы народов, по согласованию); академик РАН **А.Ю. Цивадзе**; доктор технических наук **М.А. Шахрамьян** (Российский государственный университет нефти и газа им. И.М. Губкина, по согласованию).

• Утвердить Положение о Комитете РАН по программе Организации Объединённых Наций по окружающей среде и состав комитета.

1. Общие положения

1.1. Комитет РАН по Программе Организации Объединённых Наций по окружающей среде яв-

ляется рабочим органом РАН по осуществлению членства в Российском национальном комитете содействия Программе ООН по окружающей среде, соучредителем которого является РАН, и реализации непосредственного сотрудничества с Программой ООН по окружающей среде в целях планирования и координации российских фундаментальных исследований в рамках данной международной программы.

Комитет является научно-консультативным, координационным и экспертным органом РАН.

1.2. Комитет в своей деятельности руководствуется Конституцией РФ, законодательством РФ, уставом РАН, постановлениями Общего собрания членов РАН, постановлениями президиума РАН, распоряжениями РАН и настоящим Положением.

1.3. Комитет осуществляет свою деятельность во взаимодействии с отделениями РАН по областям и направлениям науки, региональными отделениями РАН, структурными подразделениями аппарата президиума РАН, а также в информационном сотрудничестве с органами государственной власти, научными организациями и образовательными организациями высшего образования Российской Федерации независимо от их ведомственной принадлежности, иными заинтересованными организациями.

1.4. В своей деятельности комитет взаимодействует с Исполнительной дирекцией ООН — окружающая среда (далее — ЮНЕП) и Исполнительной дирекцией Российского национального комитета содействия Программе ООН по окружающей среде (далее — ЮНЕПКОМ).

2. Порядок создания комитета

2.1. Комитет состоит при президиуме РАН.

2.2. Решение о создании комитета принимается президиумом РАН.

2.3. Положение о комитете, председатель комитета и его состав утверждаются президиумом РАН.

2.4. Комитет может быть реорганизован или ликвидирован постановлением президиума РАН.

3. Основные направления деятельности комитета:

3.1. анализ современного состояния и перспектив научных исследований в рамках ЮНЕП;

3.2. подготовка предложений по определению стратегии и разработке планов участия РАН в ЮНЕП и контроль за их выполнением, а также взаимодействие с заинтересованными министерствами и ведомствами по вопросам участия их организаций и специалистов в деятельности ЮНЕП;

3.3. организация взаимодействия с национальными комитетами ЮНЕП других стран, региональными бюро ЮНЕП и сотрудничества с научными

организациями и отдельными учёными по вопросам деятельности ЮНЕП;

3.4. участие в определении перспективных направлений в рамках национальных научных программ, способствующих укреплению позиций и расширению участия России в ЮНЕП;

3.5. координация научных исследований, проводимых РАН и другими учреждениями и ведомствами в рамках ЮНЕП;

3.6. инициирование, подготовка, формирование, координация и поддержка межрегиональных, междисциплинарных и межведомственных научно-исследовательских проектов с привлечением научных организаций и организаций высшего образования, находящихся под научно-методическим руководством РАН, университетов и отраслевых институтов, а также научно-технических подразделений промышленных компаний для решения проблем охраны окружающей природной среды и рационального природопользования в рамках сферы деятельности Программы ООН по окружающей среде;

3.7. по поручению президиума РАН обеспечение представительства научных организаций РАН в ЮНЕП, её подпрограммах и проектах, участия представителей России в рабочих органах этой программы;

3.8. подготовка и организация мероприятий в рамках ЮНЕП на территории России.

4. Права комитета

Комитет имеет право:

4.1. по поручению руководства РАН представлять РАН в ЮНЕП, участвовать в работе её различных органов;

4.2. участвовать в разработке долгосрочных научных планов и организации исследовательских проектов в рамках ЮНЕП;

4.3. содействовать координации деятельности российских организаций, участвующих в проектах ЮНЕП;

4.4. систематизировать и распространять в установленном порядке, в том числе через интернет-ресурсы РАН, научную информацию, получаемую от рабочих органов ЮНЕП.

5. Состав и структура комитета

5.1. Комитет формируется в составе председателя, заместителей председателя, учёного секретаря и членов комитета.

5.2. Состав комитета формируется и изменяется по предложению председателя комитета и утверждается президиумом РАН.

5.3. Членами комитета могут быть члены РАН, работники аппарата президиума РАН, а также, по согласованию, ведущие учёные и представители научных

организаций и образовательных организаций высшего образования, научных центров, научных и научно-технических обществ, корпораций, институтов развития, исполнительных и законодательных органов государственной власти и других организаций, участвующих в научных исследованиях по направлениям деятельности ЮНЕП. К деятельности комитета по согласованию могут привлекаться зарубежные учёные.

5.4. В комитете образуется бюро в составе председателя, его заместителей, учёного секретаря и членов бюро комитета.

5.5. В структуре комитета для решения возложенных на него задач могут быть организованы секции по отдельным направлениям деятельности, комиссии (подкомиссии), постоянные или временные рабочие группы.

5.6. Председатель комитета назначается президиумом РАН. В его отсутствие руководство комитетом осуществляет один из его заместителей.

5.7. Председатель комитета:

5.7.1. утверждает план работы комитета, повестку заседания и состав лиц, приглашаемых на заседание комитета;

5.7.2. организует работу комитета и председательствует на заседаниях;

5.7.3. подписывает протоколы заседаний и другие документы комитета;

5.7.4. обеспечивает коллективное обсуждение вопросов, внесённых на рассмотрение комитета;

5.7.5. формирует отчёт о проделанной работе и наиболее важных результатах, полученных в рамках деятельности комитета;

5.7.6. распределяет обязанности между своими заместителями и членами комитета.

5.8. Заместитель (заместители) председателя комитета:

5.8.1. курирует одно или несколько направлений деятельности комитета;

5.8.2. участвует в подготовке планов работы комитета;

5.8.3. участвует в подготовке отчёта о проделанной работе и наиболее значимых результатах, полученных в рамках деятельности комитета.

5.9. Учёный секретарь комитета:

5.9.1. обеспечивает организацию работы комитета, готовит рабочие материалы к заседаниям, оформляет протоколы заседаний;

5.9.2. готовит и согласовывает с председателем комитета проекты документов и других материалов для обсуждения на заседаниях комитета;

5.9.3. уведомляет членов комитета о дате, месте и повестке предстоящего заседания;

5.9.4. рассылает членам комитета документы и материалы;

5.9.5. участвует в подготовке отчёта о проделанной работе и наиболее значимых результатах, полученных в рамках деятельности комитета;

5.9.6. обеспечивает хранение документации комитета.

5.10. Члены комитета:

5.10.1. руководствуются Положением о комитете;

5.10.2. регулярно посещают заседания комитета, назначаемые его председателем;

5.10.3. своевременно выполняют поручения комитета;

5.10.4. обеспечивают связь комитета с представляемыми ими организациями;

5.10.5. в целях повышения эффективности деятельности комитета вносят предложения и замечания к планам его работы;

5.10.6. запрашивают информацию о рассмотрении своих предложений;

5.10.7. вносят предложения по формированию повестки дня заседаний комитета;

5.10.8. по поручениям председателя комитета возглавляют секции, рабочие группы и комиссии (подкомиссии) комитета;

5.10.9. участвуют в подготовке материалов по рассматриваемым вопросам.

6. Порядок работы комитета

6.1. Комитет работает в соответствии с ежегодными планами, утверждаемыми его председателем.

6.2. Комитет решает вопросы в пределах задач и полномочий, возложенных на него настоящим Положением.

6.3. Комитет для решения возложенных на него задач и осуществления функций вправе:

6.3.1. рассматривать и принимать решения по вопросам его профильной деятельности на своих заседаниях или заседаниях бюро;

6.3.2. создавать секции, постоянные или временные рабочие группы, комиссии (подкомиссии) для решения задач, входящих в его компетенцию;

6.3.3. проводить плановые, внеочередные и заочные мероприятия (координационные совещания, конференции, сессии и симпозиумы) по вопросам деятельности комитета;

6.3.4. по согласованию с руководителями научных организаций и образовательных организаций высшего образования, а также научных центров, научных и научно-технических обществ, институтов развития и других организаций запрашивать материалы по вопросам, относящимся к деятельности комитета;

6.3.5. приглашать на свои заседания с правом совещательного голоса представителей заинтересованных организаций, членов РАН, ведущих российских учёных, работников аппарата президиума РАН, представителей органов государственной власти;

6.3.6. готовить и при необходимости выносить на обсуждение президиума РАН вопросы по профилю комитета.

6.4. Заседания комитета созываются не реже одного раза в год, а также по мере необходимости по решению председателя или бюро комитета. Заседания могут проводиться с использованием технических средств аудио-и/или видео-конференц-связи.

6.5. В перерывах между заседаниями комитета оперативную работу осуществляет бюро комитета, которое правомочно принимать решения с последующим их утверждением на заседаниях комитета. Решения бюро комитета принимаются простым большинством голосов присутствующих на заседании членов бюро открытым голосованием и оформляются протоколом заседания за подписью председателя и учёного секретаря комитета.

6.6. Комитет правомочен принимать решения по рассматриваемым вопросам, если на заседании присутствует не менее половины его списочного состава.

6.7. Решения комитета принимаются простым большинством голосов присутствующих на заседании и оформляются протоколом за подписью председателя и учёного секретаря комитета.

6.8. Решения комитета носят рекомендательный характер.

6.9. Комитет ежегодно представляет в президиум РАН отчёт о проделанной работе и наиболее значимых результатах, полученных в рамках его деятельности.

6.10. Комитет имеет адрес в информационно-телекоммуникационной сети Интернет, ссылки на который помещаются на сайте РАН и сайте ЮНЕПКОМ.

7. Заключительное положение

Положение о порядке создания и деятельности комитета и вносимые в него изменения утверждаются президиумом РАН в установленном порядке.

Состав комитета

Бюро комитета: академик РАН, вице-президент РАН **А.В. Адрианов** — председатель; академики РАН **И.М. Донник**, **С. И. Колесников**, член-корреспондент РАН **А.А. Макоско**; кандидат экономических наук **В.Г. Усов** (Российский национальный комитет содействия Программе Организации Объединённых Наций по окружающей среде) — учёный секретарь; кандидат биологических наук **А.М. Амирханов** (Федеральная служба по надзору в сфере природопользования, по согласованию); академик РАН, вице-президент РАН **Ю.Ю. Балега**; академик РАН **А.О. Глико**; доктор биологических наук **М.К. Глубоковский** (Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, по согласованию); **О.Э. Глуховцева** (Управление внешних связей РАН); члены-корреспонденты РАН **В.А. Грачёв**, **С. А. Добролюбов**; академик РАН **Ю.Н. Кульчин**;

доктор экономических наук **Ю.Л. Максименко** (Комитет Российского союза промышленников и предпринимателей по экологии и природопользованию, по согласованию); академик РАН **В.А. Тютельян**.

Члены комитета: член-корреспондент РАН **Ф.Ф. Антоненко**; академик РАН **П.Я. Бакланов**; член-корреспондент РАН **В.И. Богоявленский**; доктор медицинских наук **Е.Р. Бойко** (Институт физиологии Коми НЦ УрО РАН, по согласованию); академики РАН **В.И. Большаков**, **И.В. Бычков**; член-корреспондент РАН **Б.А. Воронов**; доктор биологических наук **С. А. Горбанев** (Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, по согласованию); академик РАН **П.Г. Горовой**; член-корреспондент РАН **В.И. Данилов-Данильян**; академики РАН **Ю.Ю. Дгебуадзе**, **А.Г. Дегерменджи**; доктор медицинских наук **Г.Н. Дёгтева** (НИИ арктической медицины Северного государственного медицинского университета, по согласованию); академик РАН **Г.И. Долгих**; доктор экономических наук **В.К. Донченко** (Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН, по согласованию); член-корреспондент РАН **Н.Ф. Еланский**; академик РАН **Ю.Н. Журавлёв**; доктор географических наук **Н.А. Зайцева** (Отделение наук о Земле РАН); академик РАН **Н.В. Зайцева**; доктор физико-математических наук **В.А. Крутиков** (Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, по согласованию); члены-корреспонденты РАН **В.Л. Ларин**, **К.В. Лобанов**, **Л.И. Лобковский**; кандидат медицинских наук **А.Ю. Ломтев** (Институт проектирования, экологии и гигиены. Кафедра профилактической медицины Северо-Западного медицинского университета им. И.И. Мечникова, по согласованию); академик РАН **Г.Г. Матишов**; член-корреспондент РАН **Д.Б. Никитюк**; доктор биологических наук **А.П. Новосёлов** (Институт комплексных исследований Арктики Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики им. Н.П. Лавёрова РАН, по согласованию); академик РАН **В.И. Осипов**; доктор технических наук **В.И. Петухов** (Инженерная школа Дальневосточного федерального университета, по согласованию); доктор технических наук **И.И. Ребрик** (Департамент по экологии, охране труда и промышленной безопасности ОК РУСАЛ, по согласованию); доктор медицинских наук **Б.А. Ревич** (Лаборатория прогнозирования качества окружающей среды и здоровья населения Института народно-хозяйственного прогнозирования РАН, по согласованию); академик РАН **И.В. Решетов**; члены-корреспонденты РАН **В.А. Семёнов**, **Н.П. Тарасова**, **А.А. Тишков**; академик РАН **А.К. Тулохонов**; доктор биологических наук **Ю.С. Хотимченко** (Школа биомедицины Дальнево-

сточного федерального университета, по согласованию); академик РАН **А.А. Чибилёв**; доктор экономических наук **А.В. Шевчук** (заместитель председателя СОПС ВАВТ Минэкономразвития России, по согласованию); кандидат физико-математических наук **И.В. Ярмошенко** (Институт промышленной экологии УрО РАН, по согласованию).

• В соответствии с постановлением президиума РАН от 18 сентября 2018 г. № 129 "Задачи РАН по популяризации и пропаганде науки" утвердить **Положение о Комиссии РАН по борьбе с лженаукой**.

1. Общие положения

1.1. Комиссия РАН по борьбе с лженаукой является консультативным и экспертным органом, созданным с целью содействия РАН в реализации задач, возложенных на неё Федеральным законом от 27 сентября 2013 г. № 253-ФЗ "О Российской академии наук, реорганизации государственных академий наук и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" и уставом РАН, утверждённым постановлением Правительства РФ от 27 июня 2014 г. № 589.

1.2. Комиссия является совещательным органом и состоит при президиуме РАН. Решение о создании комиссии принимается президиумом РАН. Положение о комиссии, её состав и структура утверждаются президиумом РАН.

1.3. Комиссия в своей деятельности руководствуется Конституцией РФ, законодательством и иными нормативными актами Российской Федерации, уставом РАН, постановлениями Общего собрания членов РАН, постановлениями президиума РАН, распоряжениями РАН и настоящим Положением.

1.4. Основными принципами деятельности комиссии являются объективность, гласность, соблюдение норм профессиональной этики.

1.5. Комиссия осуществляет свою деятельность во взаимодействии с отделениями РАН по областям и направлениям науки, региональными отделениями РАН, представительствами РАН, структурными подразделениями аппарата президиума РАН, органами государственной власти, научными организациями и образовательными организациями высшего образования Российской Федерации независимо от их ведомственной принадлежности, СМИ, иными заинтересованными организациями, научным сообществом.

1.6. Комиссия может быть реорганизована или ликвидирована постановлением президиума РАН.

2. Основные направления деятельности комиссии:

2.1. проведение аналитической, методической и экспертной работы, направленной на выявление и противодействие фактам проявления лженауки,

псевдонаучных публикаций; обобщение результатов этой работы;

2.2. разработка и внесение на рассмотрение президиуму РАН или президенту РАН документов в части, касающейся профиля деятельности комиссии;

2.3. подготовка и внесение для рассмотрения президиумом РАН или президентом РАН практических рекомендаций и предложений по борьбе с лженаукой, а также в установленном РАН порядке проведение экспертизы проектов и публикаций, разработка предложений и проектов рекомендаций по профилю комиссии;

2.4. выработка рекомендаций президиуму РАН или президенту РАН по повышению эффективности противодействия лженаучной деятельности, распространению лженаучных воззрений;

2.5. участие в организации научных и просветительских мероприятий по вопросам, связанным с противодействием распространению и пропаганде лженауки;

2.6. координация деятельности российского научного сообщества, направленной на борьбу с лженаукой, а также научных исследований феномена лженауки.

3. Состав и структура комиссии

3.1. Комиссия состоит из председателя, заместителя председателя, учёного секретаря и членов комиссии.

3.2. Членами комиссии могут быть члены РАН, работники аппарата президиума РАН, а также по согласованию ведущие учёные, популяризаторы науки, представители научных организаций и образовательных организаций высшего образования, научных центров, научных и научно-технических обществ, институтов развития, средств массовой информации, органов государственной власти, общественных объединений и других организаций, участвующих в работе по профилю и направлениям деятельности комиссии. К работе комиссии по согласованию могут привлекаться зарубежные учёные.

3.3. В структуре комиссии для решения возложенных на неё задач могут быть организованы рабочие группы.

3.4. Председатель комиссии назначается президиумом РАН. В отсутствие председателя по его представлению руководство комиссией осуществляет его заместитель.

3.5. Председатель комиссии:

3.5.1. назначает учёного секретаря комиссии;

3.5.2. утверждает план работы комиссии, повестку заседания и состав лиц, приглашаемых на заседание комиссии;

3.5.3. организует работу комиссии и председательствует на заседаниях;

3.5.4. подписывает протоколы заседаний и другие документы комиссии;

3.5.5. обеспечивает коллективное обсуждение вопросов, внесённых на рассмотрение комиссии;

3.5.6. формирует отчёт о проделанной работе и наиболее важных результатах, полученных в рамках деятельности комиссии;

3.5.7. распределяет обязанности между членами комиссии.

3.6. Заместитель председателя комиссии:

3.6.1. курирует одно или несколько направлений деятельности комиссии;

3.6.2. участвует в подготовке планов работы комиссии;

3.6.3. участвует в подготовке отчёта о проделанной работе и наиболее значимых результатах, полученных в рамках деятельности комиссии;

3.6.4. в отсутствие председателя комиссии проводит заседания комиссии и осуществляет руководство деятельностью комиссии.

3.7. Учёный секретарь комиссии:

3.7.1. организационно обеспечивает работу комиссии, готовит рабочие материалы к заседаниям, оформляет протоколы заседаний;

3.7.2. готовит и согласовывает с председателем проекты документов и другие материалы для обсуждения на заседаниях комиссии;

3.7.3. уведомляет членов комиссии о дате, месте и повестке предстоящего заседания;

3.7.4. рассылает членам комиссии документы и материалы;

3.7.5. участвует в подготовке отчёта о проделанной работе и наиболее значимых результатах, полученных в рамках деятельности комиссии;

3.7.6. обеспечивает хранение документации комиссии.

3.8. Члены комиссии:

3.8.1. руководствуются Положением о комиссии;

3.8.2. регулярно участвуют в заседаниях комиссии, назначаемых её председателем;

3.8.3. своевременно выполняют поручения президента РАН, президиума РАН, председателя комиссии (заместителя председателя комиссии), относящиеся к деятельности комиссии;

3.8.4. обеспечивают связь комиссии с представляемыми ими организациями;

3.8.5. вносят предложения и замечания к планам работы и по текущей деятельности комиссии в целях повышения её эффективности;

3.8.6. запрашивают информацию о рассмотрении предложений;

3.8.7. получают информацию о деятельности комиссии;

3.8.8. вносят предложения по формированию повестки дня заседаний комиссии;

3.8.9. по поручению председателя комиссии возглавляют рабочие группы комиссии;

3.8.10. участвуют в подготовке материалов по рассматриваемым вопросам;

3.8.11. выступают с докладами на заседаниях комиссии.

4. Порядок работы комиссии

4.1. Комиссия работает в соответствии с ежегодными планами, утверждаемыми председателем комиссии.

4.2. Комиссия осуществляет свою деятельность посредством:

4.2.1. обмена электронными сообщениями по верифицированным адресам электронной почты членов комиссии;

4.2.2. проведения общих заседаний комиссии (очных, очно-заочных, заочных), заседаний рабочих групп, в том числе с использованием видеоконференц-связи;

4.2.3. выполнения членами комиссии поручений президента РАН, президиума РАН, председателя комиссии (заместителя председателя комиссии).

4.3. Комиссия решает вопросы в пределах задач и полномочий, возложенных на неё Положением о комиссии.

4.4. Комиссия для решения возложенных на неё задач и осуществления функций, в частности, вправе:

4.4.1. рассматривать и принимать решения по вопросам профильной деятельности;

4.4.2. создавать рабочие группы, в которые могут быть приглашены, в том числе и лица, не являющиеся членами комиссии, для решения задач, входящих в компетенцию комиссии. Решение о создании рабочей группы и утверждении её состава принимается председателем комиссии по предложению члена комиссии — инициатора создания группы, решения о внесении изменений в состав рабочей группы, прекращении её деятельности — председателем комиссии по предложению руководителя рабочей группы;

4.4.3. проводить плановые, внеочередные и заочные мероприятия (координационные совещания, конференции и симпозиумы) по вопросам деятельности комиссии;

4.4.4. запрашивать материалы по вопросам, относящимся к деятельности комиссии;

4.4.5. приглашать на свои заседания с правом совещательного голоса представителей заинтересованных организаций, членов РАН, ведущих российских учёных, работников аппарата президиума РАН, представителей органов государственной власти;

4.4.6. готовить и при необходимости предлагать на обсуждение президиуму и президенту РАН вопросы по профилю деятельности комиссии.

4.5. Заседания комиссии созываются по решению председателя комиссии, его заместителя или любых пяти членов комиссии по мере необходимости и могут проходить в очной, очно-заочной и заочной форме. Заседания могут проводиться с использованием технических средств аудио-

и/или видео-конференц-связи, электронной почты и иных средств электронной коммуникации.

4.6. Комиссия правомочна принимать решения по рассматриваемым вопросам, если в голосовании участвует не менее половины её списочного состава.

4.7. Решения комиссии принимаются простым большинством голосов участвующих в голосовании и оформляются протоколом за подписью председателя комиссии и учёного секретаря комиссии. В случае равенства голосов голос председателя является решающим. Решения комиссии носят рекомендательный характер.

4.8. Организационно-техническое, информационное сопровождение деятельности комиссии, организация документооборота комиссии, в том числе электронного, ведение делопроизводства комиссии, в том числе в электронном виде, осуществляются учёным секретарём комиссии.

4.9. Документы и материалы, касающиеся деятельности комиссии, хранятся по месту нахождения президиума РАН.

4.10. Комиссия может иметь адрес в информационно-телекоммуникационной сети Интернет, ссылка на который размещается на портале РАН.

5. Заключительное положение

Положение о Комиссии и вносимые в него изменения утверждаются президиумом РАН в установленном порядке.

• В соответствии с постановлением президиума РАН от 18 сентября 2018 г. № 129 "Задачи РАН по популяризации и пропаганде науки" утвердить **Положение о Комиссии РАН по противодействию фальсификации научных исследований.**

1. Общие положения

1.1. Комиссия РАН по противодействию фальсификации научных исследований является консультативным и экспертным органом, созданным с целью содействия РАН в реализации задач, возложенных на неё Федеральным законом от 27 сентября 2013 г. № 253-ФЗ "О Российской академии наук, реорганизации государственных академий наук и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" и уставом РАН, утверждённым постановлением Правительства РФ от 27 июня 2014 г. № 589.

1.2. Комиссия является совещательным органом и состоит при президиуме РАН. Решение о создании комиссии принимается президиумом РАН. Положение о комиссии, её состав и структура утверждаются президиумом РАН.

1.3. Комиссия в своей деятельности руководствуется Конституцией РФ, законодательством и ины-

ми нормативными актами Российской Федерации, уставом РАН, постановлениями Общего собрания членов РАН, постановлениями президиума РАН, распоряжениями РАН и настоящим Положением.

1.4. Основными принципами деятельности комиссии являются объективность, гласность, соблюдение норм профессиональной этики.

1.5. Комиссия осуществляет свою деятельность во взаимодействии с отделениями РАН по областям и направлениям науки, региональными отделениями РАН, представительствами РАН, структурными подразделениями аппарата президиума РАН, органами государственной власти, научными организациями и образовательными организациями высшего образования Российской Федерации независимо от их ведомственной принадлежности, СМИ, иными заинтересованными организациями, научным сообществом.

1.6. Комиссия может быть реорганизована или ликвидирована постановлением президиума РАН.

2. Основные направления деятельности комиссии:

2.1. проведение аналитической, методической и экспертной работы, направленной на выявление фальсификации научных исследований; обобщение результатов этой работы для представления президиуму РАН или президенту РАН;

2.2. разработка и внесение на рассмотрение президиуму РАН или президенту РАН документов в части, касающейся профиля деятельности комиссии;

2.3. подготовка и внесение для рассмотрения президиумом РАН или президентом РАН практических рекомендаций и предложений по противодействию фальсификации научных исследований;

2.4. подготовка предложений президиуму РАН или президенту РАН о возможных мерах по предотвращению фальсификации научных исследований, нарушениях норм научной этики при исследованиях, искажениях научных результатов при их публичной презентации;

2.5. проведение в установленном РАН порядке экспертизы отчётов о научных исследованиях, научных докладов, статей в научных журналах, в том числе входящих в перечень рецензируемых научных изданий Высшей аттестационной комиссии при Министерстве науки и высшего образования РФ, монографий, учебников, учебных пособий, диссертаций и иных работ на предмет наличия в них признаков фальсификации научных исследований, направление этих отчётов заинтересованным организациям;

2.6. организация и проведение публичных лекций, семинаров, иных мероприятий, носящих просветительский характер и направленных на распространение знаний о ситуации с фальсификацией научных исследований в Российской Федерации, мерах противодействия и способах борьбы с ними.

3. Состав и структура комиссии

3.1. Комиссия состоит из председателя, заместителя председателя, учёного секретаря и членов комиссии.

3.2. Членами комиссии могут быть члены РАН, работники аппарата президиума РАН, а также по согласованию ведущие учёные, популяризаторы науки, представители научных организаций и образовательных организаций высшего образования, научных центров, научных и научно-технических обществ, институтов развития, средств массовой информации, органов государственной власти, общественных объединений и других организаций, участвующих в работе по профилю и направлениям деятельности комиссии. К работе комиссии по согласованию могут привлекаться зарубежные учёные.

3.3. В структуре комиссии для решения возложенных на неё задач могут быть организованы рабочие группы.

3.4. Председатель комиссии назначается президиумом РАН. В отсутствие председателя по его представлению руководство комиссией осуществляет его заместитель.

3.5. Председатель комиссии:

3.5.1. назначает учёного секретаря комиссии;

3.5.2. утверждает план работы комиссии, повестку заседания и состав лиц, приглашаемых на заседание комиссии;

3.5.3. организует работу комиссии и председательствует на заседаниях;

3.5.4. подписывает протоколы заседаний и другие документы комиссии;

3.5.5. обеспечивает коллективное обсуждение вопросов, внесённых на рассмотрение комиссии;

3.5.6. формирует отчёт о проделанной работе и наиболее важных результатах, полученных в рамках деятельности комиссии;

3.5.7. распределяет обязанности между членами комиссии.

3.6. Заместитель председателя комиссии:

3.6.1. курирует одно или несколько направлений деятельности комиссии;

3.6.2. участвует в подготовке планов работы комиссии;

3.6.3. участвует в подготовке отчёта о проделанной работе и наиболее значимых результатах, полученных в рамках деятельности комиссии;

3.6.4. в отсутствие председателя комиссии проводит заседания комиссии и осуществляет руководство деятельностью комиссии.

3.7. Учёный секретарь комиссии:

3.7.1. организационно обеспечивает работу комиссии, готовит рабочие материалы к заседаниям, оформляет протоколы заседаний;

3.7.2. готовит и согласовывает с председателем проекты документов и другие материалы для обсуждения на заседаниях комиссии;

3.7.3. уведомляет членов комиссии о дате, месте и повестке предстоящего заседания;

3.7.4. рассылает членам комиссии документы и материалы;

3.7.5. участвует в подготовке отчёта о проделанной работе и наиболее значимых результатах, полученных в рамках деятельности комиссии;

3.7.6. обеспечивает хранение документации комиссии.

3.8. Члены комиссии:

3.8.1. руководствуются Положением о комиссии;

3.8.2. регулярно участвуют в заседаниях комиссии, назначаемых её председателем;

3.8.3. своевременно выполняют поручения президента РАН, президиума РАН, председателя комиссии (заместителя председателя комиссии), относящиеся к деятельности комиссии;

3.8.4. обеспечивают связь Комиссии с представляемыми ими организациями;

3.8.5. вносят предложения и замечания к планам работы и по текущей деятельности комиссии в целях повышения её эффективности;

3.8.6. запрашивают информацию о рассмотрении предложений;

3.8.7. получают информацию о деятельности комиссии;

3.8.8. вносят предложения по формированию повестки дня заседаний комиссии;

3.8.9. по поручению председателя комиссии возглавляют рабочие группы комиссии;

3.8.10. участвуют в подготовке материалов по рассматриваемым вопросам;

3.8.11. выступают с докладами на заседаниях комиссии.

4. Порядок работы комиссии

4.1. Комиссия работает в соответствии с ежегодными планами, утверждаемыми председателем комиссии.

4.2. Комиссия осуществляет свою деятельность посредством:

4.2.1. обмена электронными сообщениями по верифицированным адресам электронной почты членов комиссии;

4.2.2. проведения общих заседаний комиссии (очных, очно-заочных, заочных), заседаний рабочих групп, в том числе с использованием видеоконференц-связи;

4.2.3. выполнения членами комиссии поручений президента РАН, президиума РАН, председателя комиссии (заместителя председателя комиссии).

4.3. Комиссия решает вопросы в пределах задач и полномочий, возложенных на неё Положением о комиссии.

4.4. Комиссия для решения возложенных на неё задач и осуществления функций, в частности, вправе:

4.4.1. рассматривать и принимать решения по вопросам профильной деятельности;

4.4.2. создавать рабочие группы, в которые могут быть приглашены в том числе и лица, не являющиеся членами комиссии, для решения задач, входящих в компетенцию комиссии. Решение о создании рабочей группы и утверждении её состава принимается председателем комиссии по предложению члена комиссии — инициатора создания группы, решения о внесении изменений в состав рабочей группы, прекращении её деятельности — председателем комиссии по предложению руководителя рабочей группы;

4.4.3. проводить плановые, внеочередные и заочные мероприятия (координационные совещания, конференции и симпозиумы) по вопросам деятельности комиссии;

4.4.4. запрашивать материалы по вопросам, относящимся к деятельности комиссии;

4.4.5. приглашать на свои заседания с правом совещательного голоса представителей заинтересованных организаций, членов РАН, ведущих российских учёных, работников аппарата президиума РАН, представителей органов государственной власти;

4.4.6. готовить и при необходимости предлагать на обсуждение президиуму РАН и президенту РАН вопросы по профилю деятельности комиссии.

4.5. Заседания комиссии созываются по решению председателя комиссии, его заместителя или любых пяти членов комиссии по мере необходимости и могут проходить в очной, очно-заочной и заочной форме. Заседания могут проводиться с использованием технических средств аудио-и/или видео-конференц-связи, электронной почты и иных средств электронной коммуникации.

4.6. Комиссия правомочна принимать решения по рассматриваемым вопросам, если в голосовании участвует не менее половины её списочного состава.

4.7. Решения комиссии принимаются простым большинством голосов участвующих в голосовании и оформляются протоколом за подписью председателя комиссии и учёного секретаря комиссии. В случае равенства голосов голос председателя является решающим. Решения комиссии носят рекомендательный характер.

4.8. Организационно-техническое, информационное сопровождение деятельности комиссии, организация документооборота комиссии, в том числе электронного, ведение делопроизводства комиссии, в том числе в электронном виде, осуществляются учёным секретарём комиссии.

4.9. Документы и материалы, касающиеся деятельности комиссии, хранятся по месту нахождения президиума РАН.

4.10. Комиссия может иметь адрес в информационно-телекоммуникационной сети Интернет, ссылка на который размещается на портале РАН.

5. Заключительное положение

Положение о комиссии и вносимые в него изменения утверждаются президиумом РАН в установленном порядке.

• Считать утратившим силу приложение к постановлению президиума РАН от 30 марта 2004 г. № 114 "О создании Межакадемического совета по проблемам развития Союзного государства". Утвердить **Положение о Межакадемическом совете по проблемам развития Союзного государства**.

1. Общие положения

1.1. Межакадемический совет по проблемам развития Союзного государства создаётся на основе Соглашения между Российской академией наук и Национальной академией наук Беларуси в соответствии с Договором о создании Союзного государства с целью координации научной и научно-организационной деятельности двух академий в интересах становления и развития Союзного государства.

1.2. Совет в своей деятельности руководствуется настоящим Положением, а также решениями и постановлениями Высшего Государственного Совета, Совета министров и Постоянного комитета Союзного государства. Деятельность совета не может входить в противоречие с национальным законодательством Российской Федерации и Республики Беларусь. Финансирование совета осуществляется Советом министров Союзного государства либо другими государственными или межгосударственными органами.

1.3. Совет осуществляет свою деятельность во взаимодействии с органами Союзного государства, а также государственными структурами, общественными объединениями, юридическими и физическими лицами Российской Федерации и Республики Беларусь.

2. Основные задачи совета

2.1. Анализ состояния научных исследований в области теории и практики строительства Союзного государства.

2.2. Определение совместно с органами государственной власти Союзного государства приоритетных направлений и организация работ по проведению фундаментальных, поисковых и прикладных научных исследований с целью научно-технологического развития Союзного государства.

2.3. Определение совместно с органами государственной власти Союзного государства приоритетных направлений научно-технологической и инновационной деятельности в рамках Союзного государства.

2.4. Координация работы по систематическому анализу и прогнозированию научно-технологического развития Союзного государства на основе исследований, проводимых в рамках совместных программ и проектов.

2.5. Разработка методологии и методов совершенствования механизма проведения совместных комплексных научных исследований, соответствующих современному мировому уровню.

2.6. Организация проведения комплексной научной и научно-технологической экспертизы стратегий, концепций, методологий и научно-технических программ и проектов Союзного государства.

3. Организационная структура совета

3.1. Состав совета формируется на паритетных началах и состоит из трёх сопредседателей, двух учёных секретарей, членов бюро совета и членов совета, которые утверждаются президиумом РАН и президиумом НАН Беларуси.

3.2. Руководство советом осуществляется тремя сопредседателями: вице-президентом РАН, заместителем председателя президиума НАН Беларуси и заместителем государственного секретаря — члена Постоянного комитета Союзного государства.

3.3. Сопредседатели совета представляют его в государственных и межгосударственных органах.

3.4. Организационная работа совета ведётся учёными секретарями совета, которые утверждаются президиумом РАН и президиумом НАН Беларуси.

3.5. При необходимости совет может создавать на постоянной и временной основе иные совместные органы (секции, группы экспертов, рабочие группы и т. п.). В целях развития взаимодействия совета с межведомственными комиссиями и структурами по формированию единого научно-технологического пространства Союзного государства образуется Секция фундаментальных и прикладных исследований.

3.6. Для решения оперативных вопросов работы совета формируется бюро совета.

4. Регламент работы совета

4.1. Решения совета по вопросам координации научной деятельности и выработки соответствующих рекомендаций принимаются простым большинством голосов при участии в голосовании более половины членов совета.

4.2. Решения совета, принятые на его совещаниях и подписанные сопредседателями, направляются в РАН и НАН Беларуси, а также в другие ведомства и организации для их рассмотрения и учёта в работе.

4.3. Решения совета, относящиеся к экспертизе и реализации совместных программ и проектов Союзного государства, могут выноситься его представителями на заседания Постоянного комитета Союзного государства, комиссий и структур по формированию единого научно-технологического пространства Союзного государства и других государственных организаций.

4.4. Совет проводит свои заседания по мере необходимости, но не реже одного раза в год. Бюро проводит свои заседания по мере необходимости, но не реже двух раз в год.

5. Права совета

Совет в пределах своей компетенции:

5.1. может обращаться в установленном порядке в государственные органы двух стран с инициативными предложениями в целях наиболее эффективного решения задач развития Союзного государства;

5.2. может обращаться в установленном порядке в государственные органы двух стран за необходимым содействием в информационном, организационном, правовом и ином обеспечении в целях наиболее эффективного решения задач развития Союзного государства;

5.3. организует сотрудничество, в том числе обмен информацией и специалистами с соответствующими зарубежными организациями (исследовательскими центрами, союзами и пр.) для решения задач, стоящих перед советом;

5.4. публикует собственные научные материалы.

6. Заключительные положения

6.1. Совет имеет свой бланк установленного образца, грамоты и т. д.

6.2. Дополнения и изменения в настоящее Положение вносятся на основании решения совета, утверждённого президиумами РАН и НАН Беларуси.

DECISION OF THE RAS PRESIDIUM

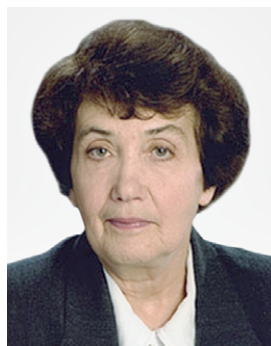
(december 2018)

Key words: Academic Board on Global Environmental Problems, the RAS Committee on the United Nations Environment Program, the RAS Commission on Combating Pseudoscience, the RAS Commission on Countering the Falsification of Scientific Research, the InterAcademy Council on the Development Problems of the Union State.

НАГРАДЫ И ПРЕМИИ

Ключевые слова: А.М. Бутлеров, И.П. Белецкая, гомогенный и гетерогенный катализ в органическом синтезе; А.А. Андронов, И.И. Блехман, А.Л. Фрадков, нелинейная механика и теория колебаний, воздействие высокочастотных вибраций на механические системы.

ЗОЛОТАЯ МЕДАЛЬ ИМЕНИ А.М. БУТЛЕРОВА 2018 ГОДА – И.П. БЕЛЕЦКОЙ



Президиум РАН присудил золотую медаль им. А.М. Бутлерова 2018 г. академику РАН Ирине Петровне Белецкой за выдающиеся работы в области органической химии.

И.П. Белецкая хорошо известна как выдающийся химик-органик широкого профиля. Её исследования относятся к области синтетической и физической органической химии, химии элементоорганических соединений. Весомым вкладом в отечественную и мировую химию служат её многочисленные разработки в области гомогенного и гетерогенного катализа в органическом синтезе.

Среди наиболее значимых результатов её работы — открытия в области S_E -замещения с участием элементоорганических соединений, исследования ароматического и винильного замещения с участием металлоорганических супернуклеофилов и создание новой расширенной

шкалы СН-кислотности; разработки в области металлоорганической химии редкоземельных элементов; создание новых методологий палладий-катализируемого образования связей углерод—углерод и углерод—гетероатом с использованием безлигандного палладия при проведении реакций в водных средах; применение наноразмерных катализаторов на основе палладия, в том числе иммобилизованных на твёрдые носители; создание нового метода каталитического синтеза азот- и кислородосодержащих макроциклических соединений различной архитектуры, в том числе и оптически активных, для использования их в качестве хемосенсоров; разработка каталитических методов модификации порфиринов с образованием порфиринсодержащих конъюгатов; активное развитие новых каталитических методов, реализующих принципы "зелёной химии", "атомной эффективности" в реакциях присоединения и замещения, катализа комплексами золота, а также органокатализа, дающего возможность проведения энантиоселективных реакций с образованием продуктов с высокой оптической чистотой.

ПРЕМИЯ ИМЕНИ А.А. АНДРОНОВА 2018 ГОДА – И.И. БЛЕХМАНУ И А.Л. ФРАДКОВУ



Президиум РАН присудил премию им. А.А. Андронova 2018 г. доктору технических наук Илье Израилевичу Блехману и доктору технических наук Алек-

сандру Львовичу Фрадкову (Институт проблем машиноведения РАН) за цикл работ "Синхронизация и управление нелинейными колебаниями".

Удостоенный премии цикл работ посвящён изучению воздействия высокочастотных вибраций на разнообразные механические системы. В его основу положена методика прямого разделения движений в соответствии с последовательными приближениями Пикара. Решено большое количество задач из разных областей техники, представленных в основном в энциклопедической монографии "Теория вибрационных процессов и устройств".

Работы лауреатов полезны для специалистов в области нелинейной механики и теории колебаний, а также для конструкторов и разработчиков вибрационных машин.

AWARDS AND PRIZES

Key words: A.M. Butlerov, I.P. Beletskaya, homogeneous and heterogeneous catalysis in organic synthesis; A.A. Andronov, I.I. Blekhan, A.L. Fradkov, nonlinear mechanics and oscillations theory, high frequency vibration effects on mechanical systems.