

ВЕСТНИК РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

научный и общественно-политический журнал

том 85 № 11 2015 Ноябрь

Основан в 1931 г.
Выходит 12 раз в год
ISSN: 0869-5873

*Журнал издаётся под руководством
Президиума РАН*

Главный редактор
В.Е. Фортов

Редакционная коллегия

Ж.И. Алфёров, А.Ф. Андреев, В.Н. Большаков,
В.И. Васильев, Г.С. Голицын, А.И. Григорьев,
И.И. Дедов, А.П. Деревянко, Ю.М. Каган, А.И. Коновалов,
В.В. Костюк (заместитель главного редактора),
Н.П. Лавёров, Г.А. Месяц, Ю.В. Наточин,
А.Д. Некипелов, О.М. Нефёдов, В.И. Осипов, Р.В. Петров,
В.В. Пирожков (ответственный секретарь), Г.А. Романенко,
Д.В. Рундквист, А.С. Спирин, В.С. Стёпин,
Л.Д. Фаддеев, Т.Я. Хабриева, Е.П. Челышев, А.О. Чубарьян,
В.Л. Янин

Заместитель главного редактора
Г.А. Заикина

Заведующая редакцией
В.В. Володарская

Адрес редакции: 119049 Москва, Крымский вал, Мароновский пер., 26
Тел.: 8(499) 238-21-44, 8(499) 238-21-23; тел.: 8(499) 238-25-10
E-mail: vestnik@naukaran.ru

Подписка на “Вестник РАН” по Москве
через Интернет WWW.GAZETY.ru

Москва
Издательство “Наука”

СОДЕРЖАНИЕ

Том 85, номер 11, 2015

Наука и общество

А.А. Кокошин

Стратегическая стабильность. Научно-технические, военные и политические аспекты 963

С кафедры Президиума РАН

В.Б. Бетелин

Суперкомпьютерные технологии в России: состояние и проблемы развития 971

Востребованность суперкомпьютерных технологий.

Обсуждение научного сообщения 979

А.Л. Иванов

Почвенный покров России в условиях глобальных вызовов 984

Организация исследовательской деятельности

В.М. Фомин, В.И. Молодин, В.Д. Ермиков

Междисциплинарные исследования — главный тренд развития науки в России.

Из опыта Сибирского отделения АН СССР/РАН 993

Из рабочей тетради исследователя

В.П. Николаев, А.И. Григорьев

Проблемы профилактики и лечения декомпрессионной болезни у водолазов 1005

Обозрение

А.А. Баранов, А.Н. Маянский, И.В. Чеботарь, Н.А. Маянский

Новая эпоха в медицинской микробиологии 1011

Точка зрения

А.Л. Журавлёв, А.В. Юревич

Психологические факторы коррупции 1019

Этюды об учёных

В.Н. Кудяров

Основатель отечественной агрохимии. К 150-летию со дня рождения
академика Д.Н. Прянишникова

1028

В мире книг

Рецензируются: “Биографический словарь сотрудников Библиотеки Российской академии наук”; Ю.Д. Гранин. “Национальное государство. Прошлое. Настоящее. Будущее”

1039

Официальный отдел

Президиум РАН решил. — Юбилей

1046

CONTENTS

Vol. 85, No. 11, 2015

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

Science and Society

A.A. Kokoshin

Strategic Stability. Scientific and Technological, Military and Political Aspects 963

On the Rostrum of the RAS Presidium

V.B. Betelin

Supercomputing Technologies in Russia: Status and Problems of Development 971

The Demand for Supercomputing Technologies. *Paper Discussion* 979

A.L. Ivanov

The Soil of Russia in Conditions of Global Challenges 984

Organization of Research

V.M. Fomin, V.I. Molodin, V.D. Ermikov

Interdisciplinary Researches – the Main Trend of Science Development in Russia 993

From the Researcher's Notebook

V.P. Nikolaev, A.I. Grigoriev

The Problems of Prevention and Treatment of Divers' Decompression Disease 1005

Review

A.A. Baranov, A.N. Mayansky, I.V. Chebotar, N.A. Mayansky

A New Era of Medical Microbiology 1011

Point of View

A.L. Zhuravlev, A.V. Yurevich

Psychological Factors of Corruption 1019

Profiles

V.N. Kudeyarov

Founder of the National Agricultural Chemistry. *To the 150th Anniversary of the Birth of Academician D.N. Pryanishnikov* 1028

In the Book World

Reviewed: "Biographical Dictionary of the Staff of the Library of Russian Academy of Sciences",
Yu. D. Granin "National State. The Past. The Present. The Future" 1039

Official Section

Decisions of the RAS Presidium. Anniversaries 1046

DOI: 10.7868/S0869587315110055

Обеспечение стратегической стабильности по-прежнему остаётся краеугольным камнем международной безопасности. Это многомерная междисциплинарная проблема, требующая учёта естественно-научных, научно-технических, политических и военно-стратегических факторов. Главную роль в решении данной проблемы продолжает играть сдерживающий эффект ядерного оружия.

СТРАТЕГИЧЕСКАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ. НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ, ВОЕННЫЕ И ПОЛИТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

А.А. Кокосин

Понятие “стратегическая стабильность”, возникшее в иное историческое время, сохраняет своё значение и в нынешних условиях. Более того, ситуация вряд ли изменится в будущем, по крайней мере, до середины XXI в. Речь идёт об одном из ключевых факторов обеспечения мира и международной безопасности, который нередко недоучитывается в политологических исследованиях, а зачастую и просто не принимается во внимание.

Стратегическая стабильность — комплексная, междисциплинарная тема, включающая в себя естественно-научный, инженерно-технический и военно-научный компоненты. В значительной мере она является также предметом политологии и политической психологии.

К концу 1980-х годов в советско-американских отношениях сложилась весьма разветвлённая система обеспечения стратегической стабильности, в которую входили определённая конфигурация вооружённых сил и средств сторон, а также зафиксированные в договорах ограничения на развитие отдельных компонентов стратегических ядерных сил. Огромную роль стали играть детально расписанные, обязательные для обеих сторон процедуры контроля за соблюдением со-

глашений об ограничении и сокращении наступательных и оборонительных стратегических вооружений. (Ничего подобного нет во взаимоотношениях других ядерных держав, что не может не вызывать серьёзной озабоченности.) Процедуры предполагали использование как “национальных технических средств контроля,” прежде всего разнообразных разведывательных спутников, так и “инспекции на местах” (на чём настаивали американцы, учитывая закрытый характер советского общества). Обе стороны обязались не чинить препятствий функционированию разведывательных спутников.

Следуя этой логике, в начале 1980-х годов СССР и США де-факто отказались от развития систем противоспутникового оружия на той стадии, когда потребовались бы натурные испытания по реальным мишеням в околоземном космическом пространстве. Толчком послужил объявленный Генеральным секретарём ЦК КПСС Ю.В. Андроповым 18 августа 1983 г. односторонний мораторий на испытания в космосе противоспутникового оружия. Неоднократные попытки нашей страны заключить советско-американский договор, который предотвращал бы создание противоспутникового оружия и размещение в космосе ударных средств (они могли бы использоваться и как противоспутниковые средства, и как средства противоракетной обороны, и как средства поражения из космоса наземных, воздушных и морских целей), не увенчались успехом. Сдерживающую роль в развитии противоспутникового оружия космического базирования играл советско-американский Договор по ограничению систем противоракетной обороны 1972 г. (Договор по ПРО), в соответствии с которым запрещались создание (разработка), испытания и развёртывание в космосе любых средств поражения стратегических баллистических ракет и



КОКОШИН Андрей Афанасьевич — академик РАН, академик-секретарь Отделения общественных наук РАН, декан факультета мировой политики МГУ им. М.В. Ломоносова. from-kokoshin@yandex.ru

их элементов. Такие средства в первую очередь представляли бы угрозу спутникам на низко- и даже средневысотных орбитах.

Важным этапом в кодификации взаимных представлений о стратегической стабильности в советско-американских отношениях явилось “Совместное заявление относительно будущих переговоров по ядерным и космическим вооружениям и дальнейшему укреплению стратегической стабильности” от 1 июня 1990 г. В документе отмечалось: “Цель этих переговоров будет состоять в том, чтобы ещё более уменьшить опасность возникновения войны, особенно ядерной войны, обеспечить стратегическую стабильность, транспарентность и предсказуемость посредством дальнейших стабилизирующих сокращений стратегических арсеналов обеих стран” [1, с. 60]. Кроме того, подчёркивалась взаимосвязь между стратегическими наступательными и оборонительными средствами (прежде всего противоракетной обороны) [1, с. 59, 60], чего долгое время настойчиво добивалась наша страна.

Значительное внимание рассматриваемой проблеме российская сторона уделяла при разработке нового “Договора между Российской Федерацией и Соединёнными Штатами Америки о мерах по дальнейшему сокращению и ограничению стратегических наступательных вооружений” (подписан в 2010 г.) и при подготовке к его ратификации Федеральным собранием РФ [2]. Данный договор анализировали видные отечественные эксперты [3, с. 122–126; 4, с. 117–121].

* * *

Наиболее опасный и разрушительный компонент современного военно-стратегического баланса — ядерные силы и средства стратегического назначения. Имеется тесная связь как между отдельными наступательными средствами, так и между средствами наступления и обороны и у противостоящих друг другу сторон, и внутри вооружённых сил каждой из них.

Понятие стабильности логически подразумевает вероятность возникновения ядерной войны при существующем соотношении и структуре военных (в первую очередь стратегических) потенциалов сторон. Главным аспектом стабильности является наличие некоего потенциального барьера, преодоление которого в результате внешних возмущений означало бы переход военно-стратегической суперсистемы ядерных государств в новое качественное состояние — от взаимодействия, характерного для мирного времени, к взаимодействию, определяемому принципиально иной логикой, ведущей к войне с использованием ядерного оружия.

Следует иметь в виду, что стратегическая стабильность может быть нарушена из-за дисбаланса

сил и средств общего назначения, оснащённых обычным оружием. Положение дел в этой сфере также следует рассматривать в парадигме стратегической стабильности, должный уровень которой снижает неопределённость во взаимоотношениях ядерных держав [5]. От этого напрямую зависит демократизация межгосударственных отношений, что, в свою очередь, является одной из наиболее актуальных проблем мировой политики, по крайней мере, на ближайшие 20–25 лет.

В самом общем виде стратегическую стабильность целесообразно рассматривать как состояние, которое обеспечивается запасами устойчивости, позволяющими компенсировать влияние внешних и внутренних возмущающих факторов. К ним относятся научно-технические прорывы контрпартнёра, изменяющие вклад отдельных систем вооружения в военный потенциал, собственные провалы в реализации каких-либо систем, входящих в состав основных компонентов стратегических ядерных сил, и т.п.

Стратегическая стабильность сводится к невозможности каждой из противостоящих сторон нанести обезоруживающий удар без опасения в случае ответных действий понести огромный, неприемлемый для неё ущерб и подразумевает уверенность обеих держав в надёжности их потенциалов ядерного сдерживания.

Способность к ответному удару складывается, в первых, из обеспечения боевой устойчивости, выживаемости своих сил сдерживания перед лицом упреждающего обезоруживающего (“обезглавливающего”) удара ядерных и неядерных средств противника (генерал армии В.М. Шабанов ещё в начале 1980-х годов подчёркивал, что при должной точности поражающая способность обычных боеприпасов большей мощности приближается к ядерным боеприпасам малой мощности) и, во-вторых, из возможности преодоления противоракетной обороны и противовоздушной обороны противника.

К первой задаче относится и обеспечение неуязвимости стратегических подводных ракетно-носцев с баллистическими ракетами, оснащёнными ядерными головными частями, то есть боевой устойчивости группировок морских стратегических ядерных сил перед лицом угрозы, исходящей от противолодочных сил противника, среди которых ведущую роль играют многоцелевые атомные подводные лодки.

До выхода в июне 2002 г. администрации президента США Дж. Буша-мл. в одностороннем порядке из советско-американского Договора по ПРО 1972 г. развитие систем противоракетной обороны в обеих странах серьёзно ограничивалось этим документом. Денонсация договора нанесла огромный ущерб стратегической стабильности. Её обеспечение оказывается более надёжным тогда, когда основные субъекты действуют в

одной парадигме, опираясь на присущую современной научной культуре логику мышления и научные знания.

* * *

Масштабы борьбы государств за усиление своих позиций и влияние определяются имеющимися у них ресурсами (в том числе интеллектуальными, играющими в последние десятилетия всё более заметную роль), соответствием этих ресурсов поставленным целям, глобальным и региональным балансом сил и т.д. Не менее важны субъективные мотивы, поведенческие особенности политических элит и отдельных государственных деятелей. С высокой степенью вероятности можно предположить, что характер этой борьбы останется неизменным в ближайшие десятилетия (по крайней мере, до 2040–2050-х годов), несмотря на рост взаимозависимости государств и негосударственных субъектов системы мировой политики, на дальнейшее обострение ряда глобальных проблем, требующих разноплановых совместных усилий [6].

Взаимное ядерное сдерживание базируется как на материальной основе, так и на учёте политическими и военными элитами большинства государств (начиная с обладателей ядерного оружия) опыта ядерных конфликтов*, которые имели место в прошлом. Уровень стратегической стабильности безусловно, выше тогда, когда ведётся диалог, в ходе которого снимаются взаимные претензии [8, с. 168–173].

Сейчас вновь возникла угроза политико-военной конфронтации, при которой ещё более рельефно проявится роль ядерного фактора (в духе 1950-х — начала 1960-х или первой половины 1980-х годов) и которая, как представлялось многим, навсегда ушла в прошлое.

В течение двух последних десятилетий США вели почти непрерывные войны с неочевидными политическими результатами, но с демонстрацией значительных возможностей в целом высокоэффективной военной машины, оснащённой самой современной боевой и специализированной техникой. В сознании многих американских политиков и высокопоставленных военных грань между войной и миром оказалась расплывчатой, исчезла острота восприятия опасности перерастания политико-военного противостояния в ядерный конфликт с угрозой применения ядерного оружия.

Систематические наблюдения за развитием событий в данной сфере позволили автору этой статьи более 10 лет назад предположить, что веро-

ятность ядерных конфликтов вновь начинает увеличиваться. Эта тенденция является частью процесса нарастания в мире конфликтности и стратегической неопределённости как по политико-военному, так и по экономическому параметрам одновременно. Стратегическая неопределённость усиливается по сравнению не только с периодом 1990-х годов, но и с 1970–1980-ми годами, когда существовали две сверхдержавы.

Очевидно, что вероятность ядерных конфликтов следует анализировать в контексте развития системы международных отношений, изменений, происходящих в её структуре, а также в связи с особенностями политической системы и с внутривнутриполитической обстановкой в той или иной стране.

Не надо преувеличивать вероятность ядерных конфликтов в ближайшие десятилетия, но в то же время принципиально неверно полностью исключать возможность, пусть даже гипотетическую, их возникновения. Подобные конфликты (прежде всего между СССР и США) приходилось разрешать политикам и военачальникам прошлых поколений. В 1950–1960-х годах это были государственные деятели и высший генералитет с опытом Второй мировой войны с её катастрофическими последствиями для многих стран — советские лидеры Н.С. Хрущёв, Н.А. Булганин, министры обороны СССР Г.К. Жуков, Р.Я. Малиновский; в США — президенты Д. Эйзенхауэр и Дж. Кеннеди, министр обороны Р. Макнамара и другие.

Сегодня в условиях силовых действий США и их союзников, оправдываемых “украинским кризисом”, вероятность дальнейшего обострения политико-военной обстановки значительно увеличилась. У Вашингтона может возникнуть соблазн воспользоваться преимуществом в силах общего назначения, особенно в военно-морских силах, для демонстрации своего превосходства, что на несколько ступеней поднимет конфликт вверх по “лестнице эскалации”. О возможности такого рода действий говорил, в частности, в нью-йоркском Совете по международным отношениям первый заместитель министра обороны США Р. Уорк [9].

Развитие кризисных ситуаций может иметь скоротечный и нелинейный, в том числе скачкообразный характер. При этом политические лидеры зачастую оказываются в стрессовой ситуации, снижающей степень рациональности принимаемых ими решений. (Анализ доступных американских документов, мнений, высказываемых западными специалистами позволяет утверждать, что опасные силовые действия могут быть предприняты и в отношении КНР, в частности, применительно к акваториям Южно-Китайского и Восточно-Китайского морей.)

* Ядерный конфликт — это кризисная ситуация, в которую вовлечены один или несколько обладателей ядерного оружия и в ходе которой эскалация доходит до уровня, когда рассматривается практическая возможность применения ядерного оружия [7, с. 5].

* * *

* * *

Задача поддержания военно-стратегического равновесия с учётом существующего потенциала ракетно-ядерных вооружений не предполагает обязательного симметричного равенства сторон по числу носителей, боевых блоков и бомб, мощности взрыва ядерных зарядов (в тротиловом эквиваленте), забрасываемому (выводимому) весу носителей. Огромная разрушительная сила ядерного оружия до определённых пределов нивелирует различия в размерах ядерных арсеналов, в технических характеристиках отдельных компонентов стратегических ядерных вооружений. Тем не менее количественные параметры ядерных средств имеют большое значение, особенно в глазах многих политиков и общественности в целом, не осведомлённой, по вполне понятным причинам, о качественной стороне дела. В публичной политике количественная оценка ядерных арсеналов зачастую превалирует, и это нельзя недоучитывать при определении состояния стратегической стабильности.

Исторический опыт разных стран показывает, что в качественных характеристиках ядерного оружия и средств его доставки часто плохо разбираются не только политические деятели, но и общевойсковые военачальники. Подавляющее большинство военачальников не считают ядерное оружие, включая тактические ядерные боеприпасы, которые в своё время получили широкое распространение и в США, и в СССР, реальным средством вооружённой борьбы.

В условиях “ядерного века” эффективность наступления войск измеряется прежде всего способностью поразить ядерные средства другой стороны и систему управления ими как в абсолютных, так и в относительных масштабах. А сила обороны, в свою очередь, выражается в способности выжить даже в случае внезапного нападения и нанести мощный ответный удар. Именно это и является главным фактором “защиты” в соотношении ядерных сил сторон: суть обороны состоит в наличии убедительного потенциала сдерживания вероятного агрессора от нападения, а не в традиционной форме буквального отражения такого нападения. Надо постоянно иметь в виду, что под воздействием совокупности политико-психологических факторов, когда возникают далеко не рациональные мотивы и формы поведения, даже не очень эффективная противоракетная система способна породить у обладающего ею государства опаснейшую иллюзию, будто бы можно отбить не столь мощный ответный удар другой стороны, которая ослаблена и дезорганизована внезапным ядерным нападением на её стратегические силы.

Возможные виды ядерных ударов в ответных действиях можно свести к следующим вариантам: встречный удар, ответно-встречный удар, ответный удар.

С точки зрения обеспечения стратегической стабильности наиболее важной является способность к ответному удару с целью нанести противнику “неприемлемый” ущерб. В Советском Союзе понимание этого сложилось преимущественно на рубеже 1960–1970-х годов, когда велись активные, подчас весьма острые закрытые дебаты в военном ведомстве и оборонно-промышленном комплексе.

Использование встречного и ответно-встречного ударов практически все специалисты считают крайне рискованным вариантом действий хотя бы из-за возможности сбоев в работе системы предупреждения о ракетном нападении, выдачи ложной информации о нападении. Но противник никогда не должен исключать вероятность ответно-встречного и даже встречного удара, которая создаёт для агрессора дополнительную неопределённость и может положительно сказаться на обеспечении стратегической стабильности стороны, подвергающейся нападению.

Количество боезарядов, которое требуется для нанесения “неприемлемого” (непоправимого) ущерба самому крупному государству, сегодня, по оценкам многих экспертов, значительно меньше, чем считалось раньше. Такие выводы делаются на основе более глубокого понимания последствий ядерных взрывов, в том числе вторичных и даже третичных, способных вызвать явление “огненного шторма”, особенно в крупных городских агломерациях. Огромную роль играют и медико-биологические последствия ядерного удара.

Большинство отечественных и зарубежных специалистов сходятся в том, что величина “неприемлемого” ущерба не может быть зафиксирована: она определяется политическими, социальными, историческими, экономическими и другими факторами для каждого государства. Более того, масштабы “неприемлемого” ущерба могут по-разному восприниматься высшими руководителями одной и той же страны. Успешное нападение и победа невозможны, если нападающий не способен предотвратить ядерное возмездие или, как минимум, снизить его мощь до “приемлемого” уровня. В этом наиболее агрегированном виде и выражается суть стратегического ядерного сдерживания. (В свою очередь, “приемлемый” уровень — величина весьма и весьма условная; представления о ней у конкретных государственных деятелей одной страны могут значительно различаться, не говоря уже о странах с разным национальным менталитетом, политической культурой, религией и пр.)

Надо постоянно иметь в виду, что ядерный взрыв отличается не только чрезвычайно высокой концентрацией выделяющейся энергии и крайне малым (доли микросекунды) временем её выделения, но и многообразием поражающих факторов. Бóльшая часть энергии — это кинетическая энергия продуктов ядерной реакции, нейтронного и гамма-излучения.

Способность нанесения ответно-встречного удара во многом зависит от возможностей системы предупреждения о ракетном нападении, состоящей, как правило, из двух эшелонов — космического и наземного. Кроме того, важную роль играют быстрдействие системы боевого управления стратегическими ядерными силами, механизм принятия решений высшим руководством страны, в частности, его готовность принять решение в считанные минуты, то есть до того, как боезаряды противника начнут поражать стратегические ядерные силы и пункты государственного и военного управления стороны, подвергшейся нападению.

Среди угроз стратегической стабильности следует отметить и опасность вывода из строя наземных и космических компонентов системы предупреждения о ракетном нападении, системы контроля космического пространства (предназначенной для выявления “опасных спутников” и выдачи целеуказаний для системы противокосмической обороны), а также поражения космических средств (спутников) связи, навигации, разведки и целеуказания.

Огромную роль играют надёжность и устойчивость системы боевого управления стратегическими ядерными силами, которая обеспечивает доведение приказов на их применение до исполнителей и контроль за их состоянием, степенью боеготовности и технической исправностью. Эта система может быть объектом кибератак, которые, как правило, носят анонимный характер. В современных условиях проблема кибератак становится ещё одним фактором угроз стратегической стабильности. В этом плане заслуживает внимания оценка Центра национальной оборонной политики Академии военных наук КНР: отмечается, что соответствующими органами США предусматривается использование дистанционных методов получения информации с компьютеров, не включённых в сеть Интернет (за счёт имеющегося у них электромагнитного излучения), и воздействие на эти компьютеры [10, с. 55].

* * *

После распада СССР центральный стратегический баланс поддерживается США и Российской Федерацией — наследницей и преемницей СССР в ядерной сфере. Формально равенство сторон по числу стратегических носителей и бое-

зарядов закреплено в соответствующих российско-американских договорах, в том числе в Договоре об СНВ 2010 г. Однако де-факто картина значительно сложнее. У нашей страны сегодня несколько меньшее число развёрнутых носителей, чем у США. Внушительным является так называемый “возвратный потенциал” американских стратегических носителей (наличие возможности в короткие сроки дозагрузить на носители ранее снятые ядерные боезаряды). При этом следует ещё раз подчеркнуть, что военно-стратегическое равновесие и его устойчивость определяются не только, а во многом и не столько количественным соотношением ядерных сил и средств сторон. В целом между Российской Федерацией и США существует определённое равновесие сил в ядерной сфере, нарушение которого в пользу США имело бы глобальные негативные последствия. Благодаря постоянно предпринимаемым усилиям российской стороны у этого равновесия есть определённый запас устойчивости.

КНР, догнав по валовому внутреннему продукту (с учётом паритета покупательной способности) в 2014 г. США, до настоящего времени находится как бы в тени “центрального” стратегического баланса США—РФ, который продолжает играть основную роль в глобальной стратегической стабильности. В области стратегических вооружений Китай с момента развёртывания своего первого ядерного оружия в 1964 г. до сих пор придерживается стратегии минимального сдерживания. Суть стратегии состоит в сознательном отказе от борьбы за ядерный паритет с СССР и США при сохранении за собой технических возможностей для нанесения гарантированного ущерба противнику в случае применения ядерного оружия или ядерного шантажа в отношении КНР [11, с. 106—129]. Китайское правительство подчёркивает, что осуществляет “ограниченное развитие” национального 121 ядерного арсенала и не намерено вступать в соперничество с другими странами [12]. Но как долго КНР может себе позволить пребывать в таком положении с учётом всего комплекса политических, экономических, идеологических и военно-стратегических факторов международных отношений? Можно предположить, что, достигнув высокого уровня в качественном развитии своих стратегических ядерных сил, КНР будет в состоянии в ближайшие 10—15 лет значительно нарастить ракетно-ядерный арсенал без какого-либо ущерба для экономики и других компонентов вооружённых сил. Возможно, к морскому и наземному компонентам в обозримой перспективе добавится и авиационный (в настоящее время у КНР нет самолётов-носителей ядерного оружия с межконтинентальной дальностью полёта).

Один из гипотетических вариантов для Китая заключается в том, чтобы увеличить свою группировку стратегических наступательных вооружений в сравнительно небольших масштабах, сделав акцент на развитие противоракетной обороны. При этом её архитектура могла бы прикрывать не только административный и промышленный центр страны (Пекин), но и стартовые позиции межконтинентальных баллистических ракет, и базы стратегических подводных лодок. Благодаря этому руководители КНР обрели бы большую уверенность в неуязвимости китайских стратегических ядерных сил перед угрозой потенциального упреждающего “обезоруживающего” удара со стороны США. Одновременно снижалась бы вероятность нанесения противником “обезглавливающего” удара по высшему государственному руководству и высшему военному командованию. Логичным было бы, кроме того, развивать китайское высокоточное дальнобойное оружие в неядерном оснащении, способное поражать ряд объектов на территории США. Отсутствие с 2002 г. такого ограничителя, как Договор по ПРО 1972 г., — важный дополнительный стимул для создания в Китае надёжного потенциала стратегического ядерного сдерживания.

Большого внимания заслуживает обеспечение стратегической стабильности во взаимоотношениях Индии и Пакистана, которое напрямую соотносится с интересами национальной безопасности КНР, а в определённой мере и Российской Федерации. Новые проблемы, безусловно, возникнут в случае обретения ядерного оружия Ираном. Если Иран станет ядерной державой, за ним с высокой степенью вероятности последует Саудовская Аравия (скорее всего, за счёт приобретения ядерных боезарядов у Пакистана, с которым у неё налажены исключительно тесные военные связи).

Весьма сложной остаётся ситуация на Корейском полуострове, где обладателем ядерного оружия стала КНДР, которой противостоит Республика Корея, находящаяся под “ядерным зонтиком” США. Это серьёзная проблема с точки зрения обеспечения национальной безопасности в равной мере и Китая, и Российской Федерации.

* * *

В настоящее время США предпринимают значительные усилия в области ПРО, хотя по своим масштабам они намного уступают тому, что имело место при администрации Р. Рейгана, когда реализовывалась обширная и дорогостоящая программа научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ “Стратегическая оборонная инициатива” (СОИ — Strategic Defense Initiative, SDI).

Одним из ключевых элементов НИОКР по программе СОИ было создание средств перехвата советских межконтинентальных баллистических ракет и баллистических ракет подводных лодок на разгонном участке траектории их полёта с поражением наиболее уязвимых частей — топливных баков. Тогда речь шла о возможном создании на различных орбитах космических боевых станций (КБС) с теми или иными средствами поражения на новых физических принципах: пучковое оружие, электродинамические ускорители массы, различные виды лазеров, в том числе рентгеновский лазер с накачкой от ядерного взрыва.

В современных условиях с учётом опыта реализации НИОКР в рамках СОИ в США тема КБС и массового использования средств на новых физических принципах и в политических кругах, и в профессиональном сообществе пока обсуждается мало. Ставка делается преимущественно на традиционные средства перехвата — противоракеты различных видов базирования, обладающие в целом значительно более совершенными средствами обнаружения, целеуказания, наведения и боевого управления, чем это было в 1980-е годы. Но не следует исключать того, что в обозримой перспективе в целях создания глобальной системы ПРО в США появится какое-либо “новое издanie” программы СОИ, особенно в условиях перехода обеих палат Конгресса после ноябрьских выборов 2014 г. в руки республиканцев, для многих из которых тема ПРО — это, скорее, вопрос “религиозной веры”, а не рациональных политико-военных и военно-стратегических расчётов.

Необходимо тщательно отслеживать развитие соответствующих технологий. Это относится и к лазерному оружию. В своё время было определено, что критическими элементами для такого оружия являются: адаптивная оптика, компенсирующая влияние турбулентности в атмосфере; достаточно компактные источники энергии; средства для компенсации вибрации при работе тех или иных видов лазеров [13, с. 18–75].

Несмотря на то, что масштабы усилий США в области ПРО в последние 10–15 лет значительно скромнее, чем в 1980-е годы, этот фактор в политико-психологическом плане играет дестабилизирующую роль, особенно в условиях приостановки Договора по ПРО 1972 г., который в значительной мере снижал степень неопределённости в этой сфере.

* * *

Всё более важным фактором обеспечения стратегической стабильности становится высокоточное дальнобойное оружие в неядерном снаряжении — морского и воздушного базирования, а в перспективе и наземного базирования.

Ещё на рубеже 1970–1980-х годов в Соединённых Штатах возник вопрос об оснащении неядерными боезарядами не только крылатых ракет большой дальности, но и межконтинентальных баллистических ракет, а также (чуть позже) баллистических ракет подводных лодок. Так что популярная в настоящее время в определённых кругах в США концепция “неядерного быстрого глобального удара” имеет давнюю (и во многом поучительную) предысторию. Дестабилизирующий характер такого рода планов очевиден, ибо их реализация вела бы к “размыванию ядерного порога”.

Дальнейшие действия США в этом направлении могут оказать отрицательное воздействие на стратегическую стабильность, причём не только в её российско-американском измерении, несмотря на то, что сторонники этой концепции в США подчёркивают, что соответствующие силы и средства предназначены исключительно для сравнительно ограниченных, точечных ударов по группам террористов, по их быстро меняющимся своим местоположениям базам.

Эффективность применения высокоточных дальнобойных средств в неядерном оснащении напрямую зависит от разветвлённой, практически глобальной системы боевого управления, разведки (наблюдения), целеуказания, связи, компьютерной обработки данных. Высокоточное дальнобойное оружие в войнах последних двух десятилетий использовалось США практически исключительно в оперативных и тактических целях (хотя и с определённым стратегическим и даже политико-психологическим эффектом), но оно может быть применено и в стратегическом масштабе.

В условиях значительного превосходства США в обычном высокоточном дальнобойном оружии России приходится, осуществляя политику стратегического сдерживания, в большей степени, чем США, полагаться на стратегические ядерные силы, развитию которых уделяется очень серьёзное внимание. Немаловажную роль в обеспечении национальной безопасности Российской Федерации играет тактическое и оперативно-тактическое ядерное оружие. Вместе с тем одно лишь ядерное сдерживание не может быть панацеей в обеспечении национальной безопасности в её военном измерении. Поэтому был поставлен вопрос о создании сил и средств предъядерного (неядерного) сдерживания потенциального агрессора с использованием высокоточного дальнобойного оружия в неядерном снаряжении [8, с. 11]. При этом силы и средства неядерного стратегического сдерживания не заменяют ядерного сдерживания, а дополняют его, работая на укрепление стратегической стабильности [14, с. 3–11].

Сейчас российской оборонной промышленностью и военным ведомством предпринимаются

заметные усилия в этом направлении, чтобы уменьшить дисбаланс в высокоточном неядерном дальнобойном оружии между Россией и США. Положение о неядерном (предъядерном) сдерживании в декабре 2014 г. было включено в новую редакцию Военной доктрины Российской Федерации “Система неядерного сдерживания – комплекс внешнеполитических, военных и военнотехнических мер, направленных на предотвращение агрессии против Российской Федерации неядерными средствами” [15]. Число крылатых ракет большой дальности (в том числе гиперзвуковых) к 2021 г. в Вооружённых силах РФ должно увеличиться в 30 раз [16]. Использование высокоточного дальнобойного оружия должно быть политически “обставлено” соответствующим образом, как акт “последнего предупреждения” в ходе военных действий перед селективным применением сравнительно маломощных ядерных боеприпасов [17, с. 21].

Наличие системы неядерного (предъядерного) стратегического сдерживания призвано сыграть важную роль в предотвращении политико-военной и военно-стратегической эскалации, перерастания кризисной ситуации в опаснейший ядерный конфликт [18, с. 21]. Данное обстоятельство весьма актуально в условиях нового обострения международной политико-военной обстановки в связи с действиями США и их союзников в ситуации “украинского кризиса”.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РГНФ, проект № 15-37-11136 “Влияние технологических факторов на параметры угроз национальной и международной безопасности, военных конфликтов и стратегической стабильности”.

ЛИТЕРАТУРА

1. Совместное заявление относительно будущих переговоров по ядерным и космическим вооружениям и дальнейшему укреплению стратегической стабильности от 1 июня 1990 г. // Вестник МИД СССР. 1990. № 13.
2. Федеральный закон Российской Федерации от 28 января 2011 г. № 1-ФЗ “О ратификации Договора между Российской Федерацией и Соединёнными Штатами Америки о мерах по дальнейшему сокращению и ограничению стратегических наступательных вооружений” (ст. 2, п. 5). Принят Государственной думой РФ 25 января 2011 г. Одобрен Советом Федерации 26 января 2011 г. Вступил в силу 1 февраля 2011 г. <http://www.rg.ru/2011/02/01/snv-dok.html> (дата обращения – 15.05.2015).
3. Савельев А.Г. Новый Договор о стратегических наступательных вооружениях: назад в будущее или вперёд в прошлое // Вестник Московского университета. Серия 25: Международные отношения и мировая политика. 2010. № 2.
4. Есин В.И. Договор СНВ-3: что он значит для России? // Вестник Московского университета.

- Серия 25: Международные отношения и мировая политика. 2010. № 2.
5. *Веселов В.А.* Ядерный фактор в мировой политике: структура и содержание // Вестник Московского университета. Серия 25: Международные отношения и мировая политика. 2010. № 1.
 6. *Кокошин А.А.* (рук. колл.). Долгосрочные изменения в системе мировой политики и интересы России в свете Санкт-Петербургского саммита “Группы двадцати”. М.: Ленанд, 2013.
 7. *Кокошин А.А.* Ядерные конфликты в XXI веке (типы, формы, возможные участники). М.: Медиа-Пресс, 2003.
 8. *Ефимов Н.Н.* К новой парадигме российско-американского политико-военного сотрудничества // Вестник Московского университета. Серия 25: Международные отношения и мировая политика. 2010. № 1.
 9. Deputy Secretary of Defense Robert Work on the Asia-Pacific Rebalance. <http://www.cfr.org/defense-and-security/deputy-secretary-defense-robert-work-asia-pacific-rebalance/p33538> (дата обращения — 01.01.2015).
 10. Strategic Review 2013. Center for National Defense Policy. Academy of Military Sciences. Beijing. April 2014.
 11. *Кашин В.Б.* На пути к глобальной военной державе: эволюция военной политики КНР в 1949—2014 гг. // Вестник Московского университета. Серия 25: Международные отношения и мировая политика. 2013. № 4.
 12. White paper on China’s national defense in 2006. Beijing: Information Office, State Council, 2006. <http://www.china.org.cn/english/features/book/194485.htm> (дата обращения — 10.05.2015).
 13. *Велихов Е.П., Сагдеев Р.З., Кокошин А.А.* Космическое оружие: дилемма безопасности. М.: Мир, 1986.
 14. *Кокошин А.А.* Стратегическое ядерное и неядерное сдерживание: приоритеты современной эпохи // Вестник РАН. 2014. № 3.
 15. Военная доктрина Российской Федерации // Российская газета. 2014. 30 декабря. Федеральный выпуск № 6570. — <http://www.rg.ru/2014/12/30/doktrina-dok.html> (дата обращения — 21.04.2015).
 16. *Герасимов В.В.* Оборона строится с использованием новейших научных разработок // Независимое военное обозрение. 2014. 12 сентября. http://nvo.ng.ru/concepts/2014-09-12/1_oborona.html. (дата обращения — 07.03.2015).
 17. *Кокошин А.А.* Проблемы обеспечения стратегической стабильности. Теоретические и прикладные вопросы. М.: Едиториал УРСС, 2011.
 18. *Кокошин А.А.* О системе неядерного (предъядерного) сдерживания в оборонной политике России. М.: Изд-во МГУ, 2012.

DOI: 10.7868/S0869587315110031

Развитие современных технических систем предполагает новые технологии производства. Эти технологии всё в большей степени опираются не на реальные испытания разрабатываемого изделия (проекта), а на его виртуальное представление, моделирование всевозможных опытных ситуаций с целью выявления всей той информации, которую ранее давал реальный эксперимент. Чем масштабнее система, чем большее число параметров и взаимосвязей необходимо принимать в расчёт, тем больше требуется вычислительных возможностей. Академик В.Б. Бетелин, выступая на заседании Президиума РАН, охарактеризовал научные, производственные и экономические аспекты наращивания вычислительной мощности современных компьютерных технологий, обрисовал ситуацию, сложившуюся в последние десятилетия на мировом ИТ-рынке, и положение в нашей стране.

СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РОССИИ: СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ

В.Б. Бетелин

Сформировавшиеся к 1940-м годам технологии создания сложных технических систем (самолёты, автомобили, двигатели, системы вооружения и т.д.) опирались на возможность *непосредственного измерения основных параметров функционирования* нового изделия в процессе стендовых и натурных испытаний. Такое измерение выступало в качестве главного инструмента отработки изготавливаемого продукта. Роль инженерных расчётов в рамках этих технологий, как правило, ограничивалась предварительными оценками ключевых параметров и их уточнением на основе результатов стендовых и натурных испытаний. Такой алгоритм работы оказался неприменим к созданию атомного оружия ввиду невозможности непосредственного измерения сверхвысоких скоростей, давлений и температур соответствующих физических процессов, а также совершенно неудовлетворительной точности инженерных расчётов. Поэтому в рамках атомных проектов в СССР и США фактически были заложены

основы принципиально новой технологии создания сложных технических систем, базирующейся как на натурных и стендовых, так и на компьютерных испытаниях, доля которых со временем неуклонно возрастала.

КОМПЬЮТЕРНЫЕ И ЗАЧЁТНЫЕ ИСПЫТАНИЯ

Компьютерные испытания — это расчётные технологии, обеспечивающие априорное численное предсказание изменения ключевых параметров сложных физических процессов во времени. Достижение приемлемой точности таких предсказаний требует выполнения огромного объёма вычислений, а значит, применения самых высокопроизводительных ЭВМ, а также создания чрезвычайно больших и сложных программных комплексов моделирования физических процессов.

До начала 1990-х годов производительность ЭВМ не превосходила 10^8 – 10^9 операций в секунду, и в этих условиях при создании высокотехнологических изделий всё ещё требовалось проведение значительных объёмов как стендовых, так и натурных испытаний. Запрет натурных испытаний ядерного оружия инициировал в конце 1990-х — начале 2000-х годов разработку нового поколения технологий создания сложных технических систем, базирующихся на компьютерных испытаниях как основном инструменте отработки нового изделия. Использование стендового оборудования в рамках подобных технологий прежде всего направлено на проведение *зачётных испытаний*, подтверждающих достоверность результатов ком-



БЕТЕЛИН Владимир Борисович — академик РАН, директор Научно-исследовательского института системных исследований РАН.
betelin@niisi.msk.ru

пьютерных испытаний. Указанные технологии потребовали применения ЭВМ производительностью не менее 10^{12} операций в секунду и создания принципиально новых физико-математических моделей, численных методов, расчётных схем и методик.

Владение технологиями компьютерных и зачётных испытаний сегодня является необходимым условием конкурентоспособности страны на высокотехнологичных мировых рынках, поэтому они относятся к категории стратегических и недоступны на коммерческих условиях. Именно это обстоятельство в значительной степени определило технологическое отставание авиационной, автомобильной, космической, энергомашиностроительной и нефтегазовой отраслей России. Лидерство этих отраслей отечественной промышленности на мировых нефтегазовом и высокотехнологичном машиностроительном рынках в XXI в. невозможно без создания собственных технологий полномасштабных компьютерных испытаний, предусматривающих радикальное уменьшение объёмов зачётных испытаний. Поясню: полномасштабность предполагает, например, при разработке самолёта моделировать его полёт на всех режимах и во всех допустимых условиях. Создание названных технологий требует применения супер-ЭВМ производительностью 10^{18} операций в секунду (эксафлопс), а значит, разработки отечественных технологий создания таких ЭВМ, новых физико-математических моделей, численных методов, расчётных схем и методик, а также новых технологий создания прикладных программных систем.

С января 2014 г. Министерство энергетики США ускоренными темпами реализует проект CORAL (The Collaboration of Oak Ridge, Argonne and Livermore National Labs) по разработке и изготовлению для трёх своих национальных лабораторий семейства суперкомпьютеров, обеспечивающих предэксафлопсный уровень вычислений. Цели проекта — поддержание экономического и военного лидерства США и боеспособности национальных ядерных арсеналов. В рамках реализации проекта в 2017 г. в названных лабораториях должны быть размещены три суперкомпьютера. Основные технические требования к CORAL-системам, выдвинутые заказчиком в начале 2014 г., включали обязательное использование двух различных архитектур, разработанных двумя независимыми изготовителями, обеспечение пиковой производительности не менее 100 петафлопс, а также не менее чем четырёхкратное ускорение на четырёх научных тестах (рекордный счёт) и шестикратное ускорение на смеси технических задач с умеренными требованиями к производительности.

Разработка и поставка CORAL-систем и *de facto*, и *de jure* ведётся не по схеме продавец—покупа-

тель, но в ходе постоянного сотрудничества разработчика-изготовителя и потребителя на всех стадиях процесса разработки—изготовления—эксплуатации. Бюджет проекта предусматривает общие затраты на проведение исследований и индивидуальные затраты на изготовление и четырёхлетнее сопровождение каждого из трёх суперкомпьютеров.

Конкурсная документация проекта CORAL включала следующие требования:

заявка разработчика-изготовителя должна содержать результаты измерения или предсказания производительности на специальных тестах с изложением методик измерений и предсказаний;

энергопотребление не должно превышать 20 МВт, а интервал между отказами, требующими вмешательства оператора, должен составлять не менее 144 ч;

должны быть проанализированы и описаны варианты модернизации в середине срока эксплуатации;

системы должны обеспечивать совместимость снизу вверх с первыми петафлопсными компьютерами на основе технологий программирования MPI, OpenMP, OpenACC и CUDA (использование существующих приложений в CORAL-системах должно реализовываться без радикального изменения программной модели).

По результатам конкурса в ноябре 2014 г. был подписан контракт на сумму 325 млн. долл., предусматривающий изготовление к 2017 г. двух суперкомпьютеров производительностью 150 петафлопс каждый для лабораторий Oak Ridge и Livermore National Labs. В обоих суперкомпьютерах планируется использовать процессоры семейства Power фирмы IBM, графические процессоры-ускорители фирмы NVidia и коммуникационную систему семейства Infiniband фирмы Mellanox. (В апреле 2015 г. Министерство энергетики США анонсировало выделение ещё 200 млн. долл. на разработку и ввод в эксплуатацию суперкомпьютера “Аврора” в Argonne National Lab.)

СУПЕРКОМПЬЮТЕРЫ НА ОСНОВЕ МАССОВЫХ КОММЕРЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

До начала 1990-х годов суперкомпьютер представлял собой уникальное и потому дорогостоящее изделие, создаваемое на основе последних технологических достижений в области электроники, микроэлектроники, межсоединений элементов и др., целью которых было максимальное увеличение производительности единичного центрального процессора обработки данных. В начале 1990-х годов в США была сформулирована идея увеличения производительности компьютера не за счёт увеличения производительности

сти уникального процессора, требующего огромных затрат, а за счёт использования большого количества параллельно работающих дешёвых коммерческих микропроцессоров, объединённых коммуникационной сетью. Эта идея была успешно апробирована при создании в 1993 г. компьютера INTEL PARAGON и далее была положена в основу предложенной Министерством энергетики США концепции ASCI (Accelerated Strategic Computing Initiative) — программы сохранения боеспособности ядерных arsenалов с помощью суперкомпьютерного моделирования.

В рамках названной программы ведущие компании США (INTEL, IBM, HP, SUN и др.) получили государственное финансирование на разработку массовых коммерческих технологий создания суперкомпьютеров, представляющих собой масштабируемую сеть из десятков и сотен тысяч параллельно работающих коммерческих микропроцессоров, соединённых с помощью коммерческих коммуникационных СБИС (сверхбольших интегральных схем). Одновременно национальными лабораториями США были созданы технологии производства масштабируемых приложений для таких суперкомпьютеров. На основе перечисленных технологий в течение 12 лет были созданы супер-ЭВМ с производительностью от единиц (1997) до тысяч терафлопс (2009). Эти суперкомпьютеры обеспечили решение предусмотренных программой ASCI конкретных задач по поддержанию и развитию ядерных боеприпасов.

Важнейшее достижение реализации программы ASCI — построение суперкомпьютеров путём объединения вычислительных узлов, разработанных не для узкого суперкомпьютерного рынка, а производимых серийно для более широкого рынка серверов и рабочих станций. Коммерческим результатом, имеющим стратегическое значение для экономики США, стало формирование за последние 15 лет новой ниши мирового ИТ-рынка — высокопроизводительных систем обработки данных (ВСОД) и их аппаратных и программных компонентов (вычислительные и коммуникационные узлы, конструктивы, соединители и т.д.), то есть немассовых, дорогостоящих (по сравнению с персональными компьютерами) систем обработки данных на базе основных массовых коммерческих технологий. Безусловными технологическими лидерами этой новой ниши мирового ИТ-рынка являются американские компании (INTEL, AMD, IBM, HP, SGI, CRAY, SUN и др.), создающие и развивающие, а также обеспечивающие массовый выпуск технологий проектирования и производства коммерческих микропроцессоров и коммуникационных СБИС, чипов оперативной памяти, межсоединений элементов и т.д. В результате деятельности ведущих компаний в 1997–2014 гг. стоимость одного терафлопса для суперкомпьютеров тера- и петафлопсного класса

на основе массовых коммерческих вычислительных и коммуникационных узлов снизилась с 60 млн. до 10–20 тыс. долл., то есть в тысячи раз. Сектор ВСОД демонстрирует устойчивый рост объёмов продаж: в 2009 г. он составил более 8.6 млрд. долл., в 2010 — около 9.5, в 2011 г. — более 10, в 2012 г. — более 11. Наиболее крупные участники рынка — IBM, HP, DELL — обеспечивают массовый выпуск серверов для центров хранения и обработки данных (более половины объёмов продаж) и серверов для высокопроизводительных вычислений (более 35% объёмов продаж). Массовые вычислительные и коммуникационные узлы последней категории таких серверов являются основой создания суперкомпьютеров терафлопсного и петафлопсного класса.

Как видим, в ходе реализации военной программы американскими компаниями был сформирован коммерческий мировой рынок высокопроизводительных вычислений, на котором они до настоящего времени доминируют. За исключением Китая и Японии, производители тера- и петафлопсных супер-ЭВМ в других странах, в том числе в России, на самом деле производителями не являются, а собирают супер-ЭВМ из готовых блоков, создаваемых американскими компаниями.

ТЕХНОЛОГИИ КОМПЬЮТЕРНЫХ ИСПЫТАНИЙ В РОССИИ

Состояние дел и существующие приоритеты развития. Суперкомпьютерные технологии — это взаимоувязанная триада, включающая супер-ЭВМ, программные системы предсказательного моделирования и технологии использования этого программно-аппаратного комплекса в процессе создания нового изделия. В России до 2009 г. государственная поддержка развития технологий компьютерных испытаний для промышленности, науки и образования, если не считать атомную отрасль, фактически сводилась к созданию только одной составляющей триады — суперкомпьютера. Государство выделяло средства либо на закупку “под ключ” супер-ЭВМ производства американских компаний (HP, IBM и др.), либо на закупку комплектующих, также изготавливаемых американскими корпорациями (Intel, AMD и др.), и создания на их основе супер-ЭВМ силами отечественных специалистов. Адресно выделялись средства на создание суперкомпьютеров терафлопсного класса (от нескольких десятков до нескольких сотен терафлопс) в Российской академии наук, в ряде ведущих научных центров и высших учебных заведений России.

Доступность законченных массовых вычислительных и коммуникационных узлов на мировом рынке обусловила возможность создания в России суперкомпьютеров мирового уровня производительности путём интеграции этих узлов по

технологиям, также доступным для приобретения. В 2001 г., всего через три года после ввода в эксплуатацию в США супер-ЭВМ ASCII RED производительностью 1 терафлопс, в Межведомственном вычислительном центре РАН при участии НИИ “КВАНТ” была введена в эксплуатацию супер-ЭВМ такой же производительности (№ 64 в TOP-500). В 2005 г. Межведомственным суперкомпьютерным центром РАН (МСЦ РАН) совместно с НИИ “КВАНТ” была создана и введена в эксплуатацию супер-ЭВМ производительностью 10.1 терафлопс (№ 56 в TOP-500), а в 2009 г. — супер-ЭВМ производительностью 140 терафлопс (№ 33 в TOP-500). В 2000 г. была развёрнута суперкомпьютерная программа СКИФ, главным исполнителем которой являлся Институт программных систем РАН. В рамках этой программы был создан целый ряд супер-ЭВМ терафлопсного класса производительностью от единиц до десятков терафлопс, включая суперкомпьютер СКИФ-МГУ (“Чебышев”) производительностью 60 терафлопс. Аналогичные работы велись и в госкорпорации “Росатом”. Создание в России этих супер-ЭВМ мирового уровня производительности, предназначенных для решения стратегически важных проблем в промышленности, науке и образовании, осуществлялось в рамках государственных программ на основе бюджетного финансирования. Этот процесс продолжается и в наши дни.

В 2011 г. совместными усилиями Института прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН и НИИ “КВАНТ” разработан и введён в эксплуатацию гибридный суперкомпьютер К-100, производительностью 100 терафлопс. В 2012 г. в МСЦ РАН при участии российской компании “РСК”, отвечавшей за систему охлаждения, создан суперкомпьютер МВС-10П производительностью 0.5 петафлопс на основе микропроцессоров Xeon Phi компании INTEL. Этот суперкомпьютер размещается на рекордно малой площади 10 м², имеет рекордно малое энергопотребление — 240 кВт и рекордно низкую цену создания — 136 млн. руб., выделенных из бюджета РАН.

Значительные государственные средства направлялись в последние годы на создание телекоммуникационной инфраструктуры, призванной, в частности, обеспечить доступ к суперкомпьютерным ресурсам. Предполагалось, что прикладное программное обеспечение создаваемых супер-ЭВМ и технология его применения будут разрабатываться в рамках бюджетов научных центров, институтов РАН, вузов и собственных средств промышленных предприятий и проектных институтов. Однако оказалось, что в рамках такого финансирования удаётся создать только лабораторные или, в лучшем случае, экспериментальные образцы прикладных программных систем и технологий их применения. Эти про-

граммные системы были практически неотчуждаемы от разработчиков и, конечно, не обладали необходимыми для использования вне организации-разработчика продуктовыми свойствами. В результате основная масса потенциальных потребителей высокопроизводительных вычислений и в науке, и в образовании, и в промышленности по-прежнему использует для проведения расчётов доступные на коммерческом рынке зарубежные программные системы, обладающие качествами программного продукта (STAR-CD, LS-DYNA, ECLIPSE и др.). Доступные основной массе российских потребителей пакеты предсказательного моделирования рассчитаны либо на кластеры с небольшим числом процессоров (10–30), либо на персональный компьютер с одним многоядерным микропроцессором. Именно эти зарубежные аппаратно-программные комплексы использует в повседневной работе основная масса потенциальных отечественных потребителей высокопроизводительных вычислений, в том числе конструкторы и технологи крупных промышленных предприятий при проведении вариантного анализа развития сложных физических процессов, поведения и функционирования конструкций и технологических маршрутов изготовления изделий.

В соответствии с известным тезисом президента Совета по конкурентоспособности экономики США Д. Уинс-Смит “Кто слаб в вычислениях, тот неконкурентоспособен на мировом рынке” наша отечественная промышленность “слаба в вычислениях”. Непосредственных причин этой слабости я вижу три. Во-первых, рост суммарной вычислительной мощности российских супер-ЭВМ за последние пять лет достигался в основном за счёт суперкомпьютеров, установленных в научных и образовательных учреждениях. Доля российских супер-ЭВМ, установленных на промышленных предприятиях, в 2009 г. составляла всего около 5%. Во-вторых, “слабость в вычислениях” объясняется тем, что выделение бюджетных средств на создание тера- и петафлопсных супер-ЭВМ и в науке, и в образовании не обусловливалось решением какой-либо конкретной стратегически важной технологической проблемы в реальном секторе экономики. Роль основного отчётного показателя целесообразности затрат играл номер позиции в списке TOP-500, занимаемой построенным суперкомпьютером. В-третьих, сложившееся положение объясняется диспропорциями в парке отечественных суперкомпьютеров. По оценке специалистов МГТУ им. Н.Э. Баумана, только 5–10% задач машиностроительных предприятий для обеспечения при высочайшей степени детализации времени расчёта одного варианта (включая подготовку исходных данных и анализ результатов) в пределах

100–200 ч (неделя) требуют для своего решения супер-ЭВМ производительностью 300–500 терафлопс. Примерно 20–25% задач при необходимости достаточно высокой степени детализации времени расчёта одного варианта в пределах 20–30 ч (сутки) требуют для своего решения супер-ЭВМ производительностью 30–50 терафлопс. Наибольшее число задач, примерно 70%, при поиске “быстрого решения” одного варианта в пределах 2–3 ч нуждаются в супер-ЭВМ производительностью 1–5 терафлопс. Другими словами, для решения 90–95% общемашиностроительных задач не требуются супер-ЭВМ из списка TOP-500.

Первопричиной такого положения является реализуемая уже в течение более 20 лет промышленная политика, когда государство несёт ответственность только за создание условий для инновационной деятельности предприятий, но не за создание ими продуктов с высокой добавленной стоимостью, к числу которых, конечно, относятся и супер-ЭВМ, их компоненты и программные системы предсказательного моделирования. В то же время развитие российской финансовой системы и её институтов ведётся методами прямой государственной поддержки. Финансовый сектор экономики России доминирует над реальным сектором, определяя, а в ряде случаев и диктуя методы и условия развития последнего, а также критерии успеха его деятельности.

Критерий успеха промышленной деятельности в России. В 2004 г. в газете “Аргументы и факты” было опубликовано интервью с представителем крупной финансовой компании, человеком из команды реформаторов [1]. В нём сформулированы основные приоритеты финансового курса, которым и в настоящее время следует Россия: главная цель отечественного бизнеса — зарабатывание денег для акционеров и клиентов; российский бизнес свободен от социальной ответственности перед обществом (рабочие места, уровень доходов и т.д.); ответственность перед государством ограничивается уплатой налогов; личный успех человека — его конкурентоспособность на рынке труда. У такого бизнеса, очевидно, нет обязательств по расширению рынков сбыта, поскольку это требует значительных инвестиций в создание продуктов с высокой добавленной стоимостью, что в краткосрочной перспективе может привести к снижению прибыли акционеров и клиентов. Поэтому отечественные предприниматели не мотивированы заниматься инновационной деятельностью, не ориентируются на создание новых технологий, на обеспечение технологической конкурентоспособности на мировом рынке. Сфера деятельности российского бизнеса, цель и задачи которого сводятся к зарабатыванию денег, — предоставление услуг и осуществление работ на основе приобре-

тённых зарубежных технологий и оборудования, что, собственно, закреплено в целом ряде директивных документов Правительства РФ, к числу которых относится основополагающий документ “Основные направления политики Российской Федерации в области развития инновационной системы на период до 2020 года” [2].

В сложившейся хозяйственной системе задачи государства ограничиваются формированием экономических условий и благоприятной экономической и правовой среды для ведения предприятиями инновационной деятельности. Определение инновационной деятельности как “работ и услуг, направленных на...”, оценка её успешности по вторичным, не рыночным показателям делают ненужным создание продукта с высокой добавленной стоимостью, обеспечивая при этом заданный уровень отчётных показателей и, самое главное, возможность увеличения прибыли.

Действительно, согласно “Основным направлениям...”, снижение собственных производственных затрат предприятия относится к инновационной деятельности: “Применение инноваций (нововведений)... обеспечивающих экономию затрат или создающих условия для такой экономии” [2, с. 1]. В результате подобных инноваций увеличивается прибыль предприятия (и, конечно, акционеров), но не добавленная стоимость выпускаемого продукта. Вместе с тем внутренние затраты на исследования и разработки, доля предприятий, осуществляющих инновационную деятельность, и доля инновационной продукции в общем объёме, разумеется, увеличиваются. Благодаря этому отчётные показатели предприятий и ведомств, заданные в “Основных направлениях...”, свидетельствуют об успешности инновационной деятельности. И она действительно успешна с точки зрения достижения основной цели российского бизнеса — зарабатывать деньги для акционеров и клиентов.

Сокращение собственных затрат на производство не только позволяет за сравнительно короткое время заметно увеличить прибыль, но и связано с существенно меньшими рисками, нежели создание нового продукта с более высокой добавленной стоимостью. Однако, с точки зрения бизнеса, для которого основная цель — создание продуктов с высокой добавленной стоимостью, российская инновационная система “ориентирована на имитационный характер, а не на создание новых технологий” [3, с. 10]. В реальном секторе экономики стран-лидеров мирового рынка инновационная деятельность — это не работы и услуги, а инвестиции в создание продуктов с высокой добавленной стоимостью, которые приносят компаниям основную долю прибыли, обеспечивающую как генерацию следующего поколения таких продуктов, так и контроль над соответствующим сектором мирового рынка высокотехнологичной продукции. Наиболее объективный критерий

оценки этой деятельности — годовой оборот отечественных и зарубежных компаний. Так, 21 компания с суммарной выручкой 3 трлн. 550 млрд. долл. имеет американскую прописку, обеспечивая США первое место в международном списке корпораций с годовой выручкой более 100 млрд. долл. Второе место в этом списке удерживает Китай (5 корпораций с суммарной выручкой 1 трлн. 75 млрд. долл.), за ним следуют Германия, Франция, Япония, Великобритания и Италия. В нашей стране всего два гиганта — “Газпром” и “Лукойл” с суммарной выручкой 259.8 млрд. долл. Для сравнения: суммарная выручка двух нефтяных компаний Китая PetroChina и Sinopec-China — 726.6 млрд. долл. Тот факт, что выручка китайских нефтяников почти в 3 раза превышает доходы российских, скорее всего, является следствием технологического преимущества. Общая выручка двух автомобильных компаний Германии Volkswagen и Dimler составляет 404.8 млрд. долл., а двух российских — АвтоВАЗа и КамАЗа — около 50 млрд. долл. Таков наглядный результат использования зарубежных технологий и оборудования, конечно, далеко не самых современных. Приведённые цифры не оставляют сомнений в том, что, продолжая придерживаться “Основных направлений...”, российские компании никогда не станут лидерами мирового рынка.

“Основные направления...” служат программной базой для целого ряда основополагающих правительственных документов, в числе которых “Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года”. В основе этого документа лежат обрисованная трактовка инновационной деятельности и её оценки. Планируется, что к 2020 г. доля инновационных предприятий увеличится до 40–50%, инновационной продукции — до 20–25%, российских публикаций в общем мировом потоке — до 3% и т.д. Однако при этом “к 2020 г. долю России на мировых рынках высокотехнологичной продукции планируется увеличить до 2%” [3, с. 17], что в 8 раз меньше, чем было в 2008 г. у Китая и в 6 раз — чем у США.

В документе “Прогноз научно-технологического развития Российской Федерации на период до 2030 года” (Минобрнауки России, Москва, декабрь 2013 г. ДМ-П8-5) в разделе “Энергоэффективность и энергоснабжение” констатируется, что угрозами для России в указанной сфере являются: низкий уровень извлечения и глубина переработки углеводородного сырья; технологическая отсталость и высокая степень износа оборудования; неразвитость энергетической инфраструктуры; недостаточные объёмы и низкая эффективность геологоразведочных работ [4, с. 64]. Эти угрозы — очевидное следствие нацеленности компаний на зарабатывание денег для акционеров и клиентов, а не на технологическое развитие.

В документе “Стратегия развития отрасли информационных технологий в Российской Феде-

рации на 2014–2020 годы и на перспективу до 2025 года” (утверждена Распоряжением Правительства РФ № 2036-Р от 01.11.2013 г.) констатируется, что “долгосрочное невмешательство государства... позволило сформировать основу имеющейся сегодня отрасли информационных технологий”, которую, по мнению авторов документа, составляют разработка программного обеспечения и ИТ-услуги [5, с. 4, 5]. Однако, по свидетельству авторов, эта отрасль “не является высоко привлекательной для иностранных инвесторов” [там же, с. 9], имеет высокую степень офшоризации, основная часть расходов приходится на фонд оплаты труда, средства производства не привязаны к конкретной территории, более 90% интеллектуальной собственности регистрируется за пределами России. Всё это свидетельствует, что сформированная в условиях доминирования либеральной парадигмы (минимальное прямое регулирование, приоритет малого бизнеса, встраивание в глобальную ИТ-индустрию и т.д.) ИТ-отрасль нацелена прежде всего на зарабатывание денег, а не на развитие технологий.

Согласно одной из главных идей “Основных направлений...”, государство призвано создавать условия для развития малого и среднего высокотехнологичного бизнеса. С этой целью в 2006–2010 гг. на средства федерального бюджета были созданы институты развития, такие как ОАО “Российская венчурная компания” (“РВК”), ОАО “Роснано”, Фонд развития Центра разработки и коммерциализации новых технологий “Сколково”.

Целью деятельности ОАО “РВК”, как прописано в уставе этой организации, является “содействие государственной политике в сфере развития российской инновационной индустрии и инфраструктуры инновационного рынка... а также извлечение прибыли от коммерческой деятельности” [6, с. 3]. К числу основных видов деятельности ОАО “РВК” относятся инвестирование в ценные бумаги и размещение денежных средств на депозитах в банках Российской Федерации.

Устав ОАО “Роснано” закрепляет в качестве целей деятельности этой организации “содействие реализации государственной политики в сфере создания и развития nanoиндустрии”, “финансирование инвестиционных проектов”, “извлечение прибыли в ходе реализации указанных целей” [7, с. 2, 3]. К числу основных видов деятельности относятся “капиталовложения в ценные бумаги, приобретение акций, долей, паёв и иных активов”, “предоставление займов, поручительств” [там же, с. 3].

По своей сути и ОАО “РВК”, и ОАО “Роснано” являются финансовыми компаниями, успех которых определяется только объёмом полученной прибыли (оборота), в том числе за счёт операций с ценными бумагами и размещения средств на де-

позитах. Эффективность этих компаний как институтов технологического развития хорошо иллюстрирует интервью главы ОАО “Роснано” А.Б. Чубайса журналу “Коммерсантъ-деньги” [8], в котором он констатирует, что в России существует четыре проекта, способные превзойти Google. Правда, произойдёт это не скоро: по оценке главы “Роснано”, придётся ждать 10 лет, а по оценке директора RUSNANO USA, Inc. Д. Аханова, — 20 лет. Из ожидаемых к 2015 г. 900 млрд. руб. выручки только 150–200 млрд. будет приходиться на созданные “Роснано” технологии мирового уровня. По-видимому, остальные 700 млрд. руб. планируется получить за счёт чисто финансовой деятельности, в том числе благодаря денежным вложениям в зарубежные компании.

Целью деятельности Фонда “Сколково” является создание и обеспечение функционирования территориально обособленного комплекса — инновационного центра “Сколково”, миссией — “создание экосистемы, благоприятной для развития”, предпринимательства и исследований [9, с. 4]. Ожидаемые к 2020 г. результаты: интегральный вклад в экономику — более 200 млрд. руб., 30 тыс. рабочих мест, не менее 2 млн. м² научно-производственных площадей. При этом не уточняется, будут ли получены эти 200 млрд. руб. только за счёт коммерциализации новых технологий или также за счёт коммерческой деятельности, в каких пропорциях будут соотноситься эти направления, достаточно ли данного объёма средств для обеспечения 30 тыс. рабочих мест, содержания 2 млн. м² площадей и обеспечения жизнедеятельности территориально обособленного комплекса “Сколково”.

Таким образом, созданные на средства федерального бюджета институты развития отвечают только за создание условий для разработки новых технологий, но не за создание этих технологий, критерий успеха их деятельности — чисто финансовый. Эти институты, создаваемые и поддерживаемые ими малые и средние отечественные компании функционируют в условиях описанного экономического курса, при котором основная цель российского бизнеса — обеспечение прибылью акционеров и клиентов, то есть получение финансового, а не технологического результата. И даже те немногие технологические новации, которые создаются в нашей стране, остаются практически не востребованными российским бизнесом, поскольку их внедрение связано со значительными рисками и гарантированным снижением прибыли. В рамках леволиберального экономического курса государством созданы (через директивные документы) условия для инновационной деятельности, понимаемой в обозначенном выше смысле.

В опубликованном в 2012 г. объёмном докладе “Стратегия-2020: новая модель роста — новая социальная политика” [10], над которым по поручению Правительства РФ работали более 1000 экспертов — сотрудников Государственного университета “Высшая школа экономики” и Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ, идеологи реформ фактически констатируют неутешительные результаты леволиберального экономического курса. К их числу относятся: разрыв между наукой, образованием и бизнесом, обособленность науки от вузов и предприятий, низкая степень участия бизнеса в поддержке научно-технической деятельности [там же, с. 76], а также “утечка умов”, перенос центра прибыли high-tech за рубеж [там же, с. 20]. Достаточно очевидно, что следствием этого курса является импортозависимость и технологическая отсталость реального сектора экономики России от лидеров мирового рынка. Несмотря на это, авторы документа безальтернативно и бездоказательно настаивают на продолжении курса на снижение государственного вмешательства в экономику и сокращение государственного сектора экономики [там же, с. 26], либерализацию рынка труда и привлечение на этот рынок иммигрантов [там же, с. 18, 29]. Основу экономики должны составлять сервисные [там же, с. 5], средние и низкотехнологичные отрасли [там же, с. 75].

В сложившейся ситуации необходима разработка альтернативной промышленной политики, в рамках которой государство несёт ответственность за формирование таких экономических условий, которые обеспечивали бы технологическую конкурентоспособность страны на мировом рынке путём создания промышленными предприятиями продуктов с высокой добавленной стоимостью. Сегодня достижению этой цели могли бы послужить отраслевые законы прямого действия, подобные закону о “Сколково”, но нацеленные не на создание условий для инновационной деятельности малых и средних предприятий, а на создание ключевых технологий для нефтегазовой отрасли, энергетического машиностроения, авиации и т.д., обеспечивающих их конкурентоспособность на мировом рынке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нищета — не наша забота! // Аргументы и факты. Выпуск 41 (1250). 2004. 13 октября.
2. Основные направления политики Российской Федерации в области развития инновационной системы на период до 2010 года. Утверждена Распоряжением Правительством РФ № 2473п-П7 от 05.08.2005 г. <http://iv.garant.ru>
3. Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года. Утвер-

ждена Распоряжением Правительства РФ № 2227-Р от 08.12.2011 г. www.rg.ru/pril/63/14/41/2227_strategiia.doc

4. Прогноз научно-технологического развития Российской Федерации на период до 2030 года. Минобрнауки России. М., 2013.
5. Стратегия развития отрасли информационных технологий в Российской Федерации на 2014–2020 годы и на перспективу до 2025 года. Утверждена Распоряжением Правительства № 2036-П от 01.11.2013 г. <http://government.ru/media/files/41d49f3cb61f7b636df2.pdf>
6. Устав Открытого акционерного общества “Российская венчурная компания”. Утверждён Распоряжением Федерального агентства по управлению государственным имуществом № 1029-Р от 28.05.2011 г. <http://rusventure.ru>
7. Устав Открытого акционерного общества “РОСНАНО”. Утверждён Постановлением Правительства РФ от 7 февраля 2011 г. № 55. <http://www.rusnano.com>
8. Коммерсантъ-деньги. № 39. 2013. 7 октября.
9. Устав Некоммерческой организации Фонд развития Центра разработки и коммерциализации новых технологий (Фонд “СКОЛКОВО”). Утверждён Советом Фонда Некоммерческой организации Фонд развития Центра разработки и коммерциализации новых технологий. Протокол № 3СФ от 21 июня 2013 г. <http://sk.ru>
10. Стратегия-2020: Новая модель роста — новая социальная политика. Итоговый доклад о результатах экспертной работы по актуальным проблемам социально-экономической стратегии России на период до 2020 г. <http://2020strategy.ru>

После выступления академик В.Б. Бетелин ответил на вопросы.

Академик Д.В. Рундквист: В качестве конкретных областей приложения технологий компьютерных испытаний в вашем выступлении упоминалось машино- и авиастроение, военно-промышленное производство. Но, очевидно, те же методы необходимы сегодня для геологических, биологических, космических исследований, решения таких проблем, как прогнозирование месторождений и т.д. Я упоминаю об этих направлениях науки, поскольку именно в них Россия должна занимать лидирующие позиции.

В.Б. Бетелин: Вы, безусловно, правы. Я не мог охватить в своём выступлении все сферы приложения. Мне представлялось важным другое: на примере суперкомпьютерных технологий показать специфику и проблемы развития передовых технологий как таковых. Если же говорить о приоритетах, надо понимать: машиностроение и энергетика — это фундамент научно-промышленной деятельности, без которого не будет ни биотехнологий, ни электроники. И для них суперкомпьютерные технологии — ключевой фактор развития.

Д.В. Рундквист: Я несколько изменю свой вопрос: если взять различные научные области, например, сообразно структуре тематических отделений академии, где сейчас можно найти наиболее перспективные идеи, разработки, способствующие развитию информационных технологий?

В.Б. Бетелин: Проблема совершенствования информационных технологий является междисциплинарной, к её решению следует привлекать институты разных отраслей знания. Но чтобы эта работа была возможна, надо иметь междисциплинарную систему, которой академия была раньше, но которой она больше, к сожалению, не является. Восстановить её можно, только прибегнув к законам прямого действия. Других вариантов я не вижу.

Академик Р.И. Нигматуллин: Продолжая поднятую тему применения суперкомпьютерных технологий, хочу указать на проблемы, возникающие в некоторых областях. Прежде всего — прогнозирование климата, которое осуществляется благодаря расчётам на суперкомпьютерах, в том числе эксафлопсных. Я занимался этой проблемой и должен сказать, что подобные расчёты крайне проблематичны, так как основаны на огромном количестве неопределённых исходных данных. Похожая ситуация в нефтедобыче. Существует такой фактор, как проницаемость. Она очень неоднородна, сильно меняется по пластам, и чтобы знать её наверняка, нужно каждый раз бурить, а это — десятки миллионов долларов. Полагаю, сказанное относится и к молекулярной динамике — потенциалы взаимодействия несимметричных молекул уже и померить нельзя. Я не против подобных расчётов, но не надо ими увлекаться и забывать, что мы имеем дело с коэффициентами при старших производных, которые задаются с точностью порядков.

В.Б. Бетелин: Что касается прогнозирования климата, тут я полностью доверяю вашей оценке. Прогнозированием месторождений я занимаюсь последние пять лет и соглашусь, что моделирование носит имитационный характер. Но вы правильно указываете причину: нужно получить первичные данные, а для этого оснастить скважины соответствующими датчиками. Да, они стоят немалых денег, но за рубежом их ставят. И должен возразить: хотя добываемая таким образом информация неточна и недостаточна, зарубежные компании на её основании осуществляют прогнозирование нефтедобычи, не раскрывая, правда, применяемых технологий. Я далёк от того, чтобы фетишизировать эти технологии, но практика показывает: они представляют собой тот инструмент, без которого сегодня невозможно развитие очень многих направлений научно-технического прогресса.

Академик Д.М. Климов: Совершенствование суперкомпьютерных технологий обостряет проблему отставания программирования. Писать программы очень сложно, работа на суперком-

пьютерах требует специальной профессиональной подготовки. Ожидается ли какой-то прогресс в этом отношении?

В.Б. Бетелин: К настоящему времени завершился процесс разделения труда. Инженер не занимается программированием, он использует

уже имеющиеся системы. За программирование отвечают специализированные команды. Вместе с тем инженеры взаимодействуют с программами, объясняя, что им нужно для эффективной работы. Алгоритмы совместной деятельности в принципе хорошо отработаны.

ВОСТРЕБОВАННОСТЬ СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

ОБСУЖДЕНИЕ НАУЧНОГО СООБЩЕНИЯ

Директор Российского федерального ядерного центра (РФЯЦ-ВНИИЭФ) **В.Е. Костюков** рассказал собравшимся о реализации проекта суперкомпьютерных технологий “Развитие суперкомпьютеров и ГРИД-технологий”. В нём принимали участие РФЯЦ-ВНИИЭФ, на который было возложено решение фундаментальных задач — развитие аппаратно-программной части, создание масштабных моделей и т.д., и представители различных отраслей промышленности (авиа- и автомобилестроение, атомная энергетика и др.), отвечавшие за разработку прикладных аспектов. Опираясь на имеющийся опыт РФЯЦ-ВНИИЭФ по использованию методов имитационного моделирования и расчётного цифрового проектирования, оказалось возможным осуществить проверку и корректировку отдельных положений, уточнить ряд показателей и коэффициентов. Задел, созданный в промышленности в рамках описания полнофункциональных моделей, позволил применить фундаментальные результаты к решению конкретных прикладных задач. Работа над проектом помогла выявить три особенности существующего расчётного обоснования высокотехнологических изделий. Оно предполагает наличие, во-первых, компьютерных моделей и конструкций с высокой детализацией, которые сегодня реализуются за счёт использования от десятков миллионов до миллиардов счётных элементов, во-вторых, полномасштабных физико-математических моделей для комплексного сквозного расчёта различных режимов функционирования систем и, в-третьих, возможности ускорения проводимых расчётов.

За время выполнения проекта (2009–2012) базовые продукты были не только разработаны, но и прошли верификацию на промышленных предприятиях, что привело к созданию конкретных продуктов, обучению персонала и в целом к возникновению предпосылок формирования новой конкурентоспособной технологии. Таким образом, в результате работы над проектом были созданы предпосылки для вхождения суперкомпьютерных технологий (аппаратно-программных

средств имитационного моделирования и расчётного цифрового проектирования) не только в процесс разработки высокотехнологичного продукта на всех его стадиях — проектирования, изготовления, испытания, производства, но и в полный жизненный цикл такого продукта, включающий этапы как его создания, так и эксплуатации. Кроме того, было достигнуто существенное увеличение расчётных мощностей.

В начале реализации проекта “Развитие суперкомпьютеров и ГРИД-технологий” его участники ориентировались на широко применяемые в промышленности зарубежные аналоги. Однако к концу имеющийся в ядерно-оружейном комплексе и РФЯЦ-ВНИИЭФ научный и инженерно-производственный задел позволил получить продукты, не уступающие по своим характеристикам зарубежным аналогам. Они предназначены для моделирования таких определяющих для авиационной, автомобилестроительной и энергетической промышленности процессов, как аэро- и газодинамические, тепломассоперенос, турбулентное перемешивание, деформация, разрушение и др.

Параллельно с созданием виртуальных моделей технологических систем, то есть совершенствованием программного обеспечения, шло развитие и самих аппаратных средств, что привело к созданию серии машин средней и высокой производительности. Была реализована технология предоставления услуг в виде удалённых вычислений. Всё это вкпе позволило заключить ряд договоров о предоставлении услуг расчётного и имитационного моделирования, создать серию продуктов, связанных с их прикладным использованием.

В.Е. Костюков отметил, что после завершения проекта “Развитие суперкомпьютеров и ГРИД-технологий” РФЯЦ-ВНИИЭФ выступил с инициативой его продолжения, но, несмотря на поддержку Академии наук, проект был закрыт. В то же время возникающая научно-промышленная кооперация в части своей производственной дея-

тельности сохранилась и продолжает реализацию предложенных разработок.

В 2013 г. после утверждения Президентом и Правительством РФ ряда документов, касающихся обеспечения информационной безопасности, суперкомпьютерные технологии получили новый стимул. Требования, сформулированные в этих документах, по словам В.Е. Костюкова, фактически спроецированы на оборонно-промышленный комплекс. В апреле 2014 г. РФЯЦ-ВНИИЭФ провёл третью конференцию, посвящённую информационным технологиям оборонно-промышленного комплекса. На ней была представлена новаторская прикладная технология создания продуктов, объединяющая ИТ-инфраструктуру и архитектуру систем управления в новую технологию цифрового предприятия оборонно-промышленного комплекса.

В.Е. Костюков подчеркнул, что решение задач обеспечения информационной безопасности требует создания отечественных конкурентоспособных операционных систем и систем управления базами данных, а затем и национальной аппаратно-программной импортонезависимой платформы. Надо понимать, что многие зарубежные технологии относятся к военно-промышленному сектору и никогда не будут доступны на рынке. Это накладывает ограничения на реализацию целого ряда проектов, требующих обоснования и проработки, основным инструментом которых является имитационное моделирование и суперкомпьютерные расчётные технологии. На примере строительства корпорацией “Росатом” атомной электростанции в Финляндии В.Е. Костюков показал, что цифровое и виртуальное обоснование касается не только системы в целом и отдельных её элементов, а также материаловедческих вопросов, но и расчётов технико-экономических показателей, показателей безопасности и пр. Возникает проблема разработки комплексных процессных моделей и методологии создания предприятий, особенно предприятий оборонно-промышленного комплекса.

Процессная модель представляет собой стратегию развития отдельных отраслей, позиционированную на “дерево целей” предприятия, и включает оценку базовых критических технологий, результаты прогнозной и плановой разработки целей и продуктов/услуг (“дерево целей” и “дерево продуктов и услуг”), базу (карту) знаний, каталог документов, бизнес-процессов, регламентов актуализации и классификации информационных технологий. На основе такой модели расписываются организационная модель и модель управления, и обеспечение сквозного жизненного цикла продукта включается в этот контекст. Выполнение перечисленных задач моделирования и планирования деятельности невозможно без развития суперкомпьютерных технологий, за-

ключил В.Е. Костюков и поддержал мнение В.Б. Бетелина о том, что наиболее эффективно указанные технологии развиваются в рамках реализации мегапроектов.

Заместитель директора “ОКБ Сухого” **Е.П. Савельевских** охарактеризовал применение суперкомпьютерных технологий в авиастроении. Создание перспективных летательных аппаратов опирается на взаимодействие различных дисциплин и формирование комплекса междисциплинарных исследований, а также на сочетание уже имеющихся решений в области аппаратно-программного обеспечения, которые адаптируются к конкретным задачам и развиваются с учётом возникающих проблем и требований.

В 2008–2009 гг. “ОКБ Сухого” столкнулось с необходимостью решения комплексных задач для расчёта тактико-технических характеристик и их изменения во времени, а также обеспечения соответствующих стоимостных параметров, развития наземных средств, связанных с испытательной базой и проверкой этих характеристик. Такие задачи сделали актуальным применение новейших суперкомпьютерных технологий. Началось создание виртуальных моделей перспективных летательных аппаратов с применением супер-ЭВМ, потребовавшее формирования единой базы данных, адаптированных программных средств и ряда детальных компьютерных моделей.

В этой работе “ОКБ Сухого”, с одной стороны, тесно сотрудничало с отраслевыми институтами, с ЦАГИ и ЦИАМом, партнёрами из области двигателестроения, с другой — выступило в качестве заказчика услуг специалистов из Сарова. Благодаря этому удалось удвоить аппаратные возможности “ОКБ Сухого”, в том числе перейдя к использованию компьютеров производительностью 3–5 терафлопс. Одновременно используется супер-ЭВМ, расположенная в Сарове и позволяющая решать пакетные задачи. И если сегодня работа ведётся в открытом режиме, то в перспективе ожидается переход к работе в режиме государственной тайны.

В качестве примера описанной масштабной деятельности Е.П. Савельевских привёл программный комплекс “ЛОГОС”, позволяющий рассчитывать стационарные аэродинамические характеристики, нестационарное обтекание, течение воздуха в заборнике, температурные поля в кабине экипажа и ряд других параметров, определяющих как облик будущего летательного аппарата, так и широкий класс вопросов, связанных с управлением, режимом работы двигателя, взаимодействием носителя и отделяемых грузов и др. В ближайшей перспективе “ОКБ Сухого” намерено перейти к решению задач 3D-моделирования реальных условий.

В использовании суперкомпьютеров можно выделить три основных направления, отметил академик **Г.И. Савин**. Это фундаментальные исследования, прикладные работы, связанные с проектированием, и промышленное производство, включающее вопросы управления. Последнее направление распадается на два — закрытого оборонного и открытого типов. Наиболее мощные компьютеры, по словам Г.И. Савина, устанавливаются в целях проведения фундаментальных научных изысканий.

В то же время промышленное производство в настоящее время не может обходиться без суперкомпьютерных технологий. Г.И. Савин, в частности, прокомментировал американскую практику систематического анализа усилиями целой группы суперкомпьютерных центров эффективности работы нефтегазовых скважин. Этот анализ проводится параллельно с аналогичными работами коммерческих компаний, тем самым осуществляется государственный контроль над их деятельностью.

Во всём мире совершенствование рассматриваемых технологий является предметом государственного финансирования и стратегического планирования. Так соответствующие исследования позиционируются, например, правительством США. В России ещё 15 лет назад понятие “суперкомпьютерные технологии” было чем-то экзотичным и не имеющим перспектив для реального приложения. С тех пор ситуация кардинально изменилась, чему способствовали различные научные и промышленные организации — Российская академия наук, университеты, Курчатовский институт, Росатом. В результате сегодня сложилась хорошая стартовая позиция: отечественные центры, лишь немногим уступающие зарубежным по производительности, хотя и работающие на импортной элементной базе, профессионально подготовленные кадры, опыт внедрения продуктов в промышленность, наконец, собственные технологии. Теперь необходимо определиться с использованием этой стартовой платформы, понять, началом чего может стать созданный потенциал. В конце 2000-х годов ведущие российские центры получили финансирование и работали над государственными проектами, но по их завершении каждый оказался поставлен перед вопросом: что делать дальше?

В сложившейся ситуации, по мнению Г.И. Савина, специалистам во главе с В.Б. Бетелиным следует подготовить ряд предложений, а затем передать их в Правительство РФ. Конечно, последующая судьба этих предложений будет зависеть от эффективности работы самого правительства. Должен быть определён человек, курирующий вопрос развития информационных технологий. Это тем более необходимо, поскольку вопрос является комплексным: нужно решать задачи не

только аппаратного и программного характера, но и образовательные проблемы, проблемы развития промышленной среды, а главное, задачи создания системы научных, образовательных и промышленных учреждений и цепочек их взаимодействия. Но для инициирования соответствующих мероприятий нужно выстраивать отношения с властными структурами — функция, которую, по мнению Г.И. Савина, должна взять на себя Академия наук.

Ещё несколько областей применения расчётных технологий и моделирования с использованием супер-ЭВМ получили освещение в выступлении академика **Б.Н. Четверушкина**. Среди них — аэроакустика, физика плазмы, прогнозирование поведения “космического мусора”. В академии, отметил Б.Н. Четверушкин, есть несколько мощных машин, но, во-первых, со временем компьютеры, сегодня считающиеся передовыми, становятся общедоступными, во-вторых, требования к производительности продолжают расти, в-третьих, уже сегодня обнаруживается проблема отставания программного обеспечения от аппаратной базы. В сто раз более мощная машина автоматически не даёт возможности решать в сто раз более мощные по требуемой производительности вычислительные задачи. Нужны логически простые и одновременно эффективные алгоритмы, и это мировая проблема, уже породившая несколько новых подходов. Б.Н. Четверушкин отметил, что ситуация близка к той, что сложилась в начале 1950-х годов, накануне революции в прикладной математике. По его мнению, создание нового программного продукта начнётся через два-три года, а потому Россия сегодня находится в благоприятных условиях — этот сектор рынка пуст, и есть возможность первым занять перспективную отрасль. Хотя деньги на необходимые для решения этой задачи исследования выделяются — академией и РФФИ, Б.Н. Четверушкин выразил пожелание, чтобы была оказана и прямая государственная поддержка. Стоит понимать привлекательность открывающихся перспектив как экономического характера, так и связанных с обеспечением национальной безопасности, и помнить, что скупой платит дважды.

Академик **В.Г. Бондур** перечислил области применения суперкомпьютерных технологий в космической деятельности, среди них: обработка больших потоков изображений, которые формируются при дистанционном зондировании Земли и визуализации космических данных; моделирование различных процессов и явлений в атмосфере, океане, геологической среде и околоземном космическом пространстве; космические исследования и астрофизика; проектирование летательных аппаратов и их оборудования; моделирование радиационной защиты спутников; задачи математической физики; моделирование мето-

дом Монте-Карло; вероятностная оптимизация; решение специальных задач, связанных с обеспечением национальной безопасности и обороны страны с использованием космической информации.

Особое внимание В.Г. Бондур уделил дистанционному зондированию Земли (ДЗЗ) и аэрокосмическому мониторингу. Так, он отметил, что сегодня функционируют 170 аппаратов ДЗЗ, 5 из которых — российские. К 2017 г. их число планируется увеличить до 15–18, а к 2020 г. — до 26. Соответственно, объём получаемой информации будет постоянно увеличиваться. Эта информация имеет очень широкую сферу приложения, начиная от проведения исследований в области наук о Земле и кончая предупреждением и ликвидацией последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и осуществлением контроля природопользования.

В процессе ДЗЗ, как правило, регистрируются или электромагнитное излучение, или потоки частиц, или гравитационные поля; 90% получаемых данных — изображения, формируемые в различных диапазонах спектра электромагнитных волн. Это хроматические, мультиспектральные, гиперспектральные, радиолокационные и другие изображения. Каждое изображение имеет объём до 5 Гбайт. При аэрокосмическом мониторинге речь, разумеется, идёт не об отдельных изображениях, а о потоках таких изображений. Более того, в случае, например, космического мониторинга пожаров формируется несколько потоков информации, потому что часть получаемых изображений — более детальные с высоким разрешением. Затем формируются ещё и производные продукты для оценки последствий: площади, пройденной огнём, объёмов эмиссии вредных газов и мелкодисперсных аэрозолей в атмосферу и т.д.

Если характеризовать получаемую информацию количественно, то, по словам В.Г. Бондура, суточный объём составляет примерно 230 Гбайт — суммарно для всех данных, собираемых в интересах фундаментальных исследований, 290 Мбайт — при оперативном мониторинге пожаров, 280 Мбайт — в случае мониторинга гидрометеорологической обстановки пространственно распределённой системы. При осуществлении детального аэрокосмического мониторинга с использованием не только спутников, но и авиационных средств объём получаемой информации значительно возрастает, достигая 1200 Гбайт в сутки. Следующий скачок связан с применением специального мониторинга, в котором задействованы воздушные и космические средства, а также беспилотные летательные аппараты. При этом все потоки информации необходимо обрабатывать в реальном или квазиреальном масштабе времени. Обработка включает целый ряд процедур. На первом этапе происходит предварительная обработка

с растровыми изображениями, повышение качества изображений, формирование спектров на основе гиперспектральных данных. Затем наступает очередь тематической обработки и классификации, распознавания образа и интерпретации изображений с целью выявления признаков определения значимых параметров. Наконец, данные получают символическое представление и семантическую интерпретацию, формируются временные ряды тематически обработанных изображений, после чего они подлежат комплексному анализу. Наиболее трудоёмкими являются: при предварительной обработке — операции над растровыми цифровыми массивами (например, синтез радиолокационных изображений из радиоголограмм, построение стереомодели местности, 3D-радиовизуализация), при тематической обработке — численное решение обратной задачи дистанционного зондирования, операции типа двумерного быстрого преобразования Фурье, вычисление текстурных характеристик, сигнатурный анализ и т.д. Не менее сложными являются задачи, связанные с хранением данных и биопространственной информации: требуется обеспечивать параллельность файловых систем, масштабируемость узлов, наличие коммуникационных связей на произвольных вычислительных кластерах. При получении и использовании информации об объекте в реальном времени нередко возникает необходимость оперативно перестраивать информационные потоки, формировать 3D-визуализацию подвижных объектов, реализовывать стереосмотр и т.д.

Очевидно, что ДЗЗ и аэрокосмический мониторинг нуждаются в вычислительных инструментах повышенной производительности. К способам её увеличения В.Г. Бондур отнёс: увеличение физического быстродействия компонентов, проблемную ориентацию, использование в процессорах ПЛИС-ускорителей, применение новых алгоритмов, прикладных программ и системного программного обеспечения, новые способы программирования с учётом множества процессоров и эффективное администрирование. В аэрокосмическом мониторинге требуются также специфические меры, прежде всего обеспечение многоуровневости вычислительного процесса, для чего необходимо задействовать в обработке данных суперкомпьютеры коллективного пользования с высокой и сверхвысокой производительностью. Требуется также создание специализированных вычислительных машин для выполнения наиболее ресурсоёмких процедур, в том числе на борту летательных аппаратов, и использование компактных супер-ЭВМ производительностью 5–10 терафлопс (в качестве примера последней В.Г. Бондур указал на машину, созданную в Сарове). Он предложил также архитектуру взаимодействующих высокопроизводительных вычисли-

тельных средств в пространственно распределённой системе космического мониторинга — общий центр с выделенным суперкомпьютером пета- или эксафлопсного класса, затем уровень региональных центров, использующих компактные супер-ЭВМ, и, наконец, уровень мобильных наземных центров, принимающих информацию и также оборудованных суперкомпьютерами компактного типа.

В заключение В.Г. Бондур поддержал идею создания единой программы развития суперкомпьютерных технологий и их эффективного использования в различных сферах деятельности.

Академик **Д.М. Климов** разделил скепсис, прозвучавший в вопросе академика Р.И. Нигматулина: повышение вычислительных возможностей не сделает предсказуемыми и моделируемыми процессы, характеризующиеся неопределённостью начальных данных, необходимых для расчётов. Задача науки, подчеркнул выступавший, — объяснение физических, химических и других явлений, и компьютеры, какими бы мощными они ни были, никогда не заменят человека. Академик С.А. Христианович говорил, что задача в механике решена тогда, когда расчёт можно сделать при помощи логарифмической линейки. Д.М. Климов рассказал о том, как в Институт проблем механики РАН обратился крупный конструктор с просьбой помочь с проектом ракеты, которую не удавалось запустить. Проблема была решена после упрощения тех уравнений, которые закладывались в расчёты. Суперкомпьютеры предоставляют огромные вычислительные возможности, но что считать — решает человек, заключил Д.М. Климов.

Электронно-вычислительные машины создавались первоначально в основном для решения практических задач, в частности, вставших при реализации Атомного проекта, напомнил академик **В.В. Козлов**. Однако уже тогда формировалось второе направление их эксплуатации — в интересах фундаментальной науки. Так, в Лос-Аламосе группа Э. Ферми, Дж. Пасты и С. Улама осуществила первые работы по применению

ЭВМ для изучения различных моделей механики и теоретической физики. Сегодня полученные результаты являются классическими.

Роль предсказательного моделирования в условиях технологического прогресса трудно переоценить. Без него невозможны ни модернизация, ни поддержание военного потенциала, в частности в сфере ядерного вооружения. Не менее важен и круг вопросов, оставшихся в ходе обсуждения выступления В.Б. Бетелина в тени, — вопросов защиты информации и криптографии, отметил В.В. Козлов.

Несмотря на то, что Россия вынуждена работать на импортной элементной базе, она сохраняет традиционно присущие отечественным школам преимущества — использование адекватных физических моделей и создание оптимальных вычислительных алгоритмов. Эту деятельность, комплексную и междисциплинарную по своему характеру, надо развивать, ориентируясь на примеры, представленные, в частности, в выступлении академика Б.Н. Четверушкина. В качестве реального механизма В.В. Козлов, развивая идею Г.И. Савина, указал на деятельность координационных советов РАН, один из которых возглавляет В.Б. Бетелин. Академии стоит совершенствовать принципы их деятельности, выделив советы по приоритетным направлениям, введя в их состав ведущих специалистов из вузовской и отраслевой науки, сделав постоянной практикой заслушивания отчётных докладов об их работе. Такие доклады должны содержать и конкретные рекомендации, которые следует подвергать критическому анализу, а затем в окончательной формулировке представлять в Правительство РФ или соответствующие министерства.

*Материалы обсуждения подготовила к печати
кандидат философских наук
С.В. ПИРОЖКОВА,
Институт философии РАН
pirozhkovasv@gmail.com*

DOI: 10.7868/S0869587315100060

Почвенные ресурсы природных и сельскохозяйственных ландшафтов России подвергаются крайне неблагоприятному воздействию с тяжёлыми экологическими последствиями. Положение осложняется ошибками в процессе аграрных преобразований, несообразностью земельного оборота, невосприимчивостью производства к научно обоснованным схемам адаптивно-ландшафтного земледелия и дифференцированным по интенсивности агротехнологиям. Автор представленной ниже статьи, в основу которой положено научное сообщение на заседании Президиума РАН, рассматривает модель и функции земельной службы России, задачи государственного учёта и мониторинга состояния почвенного покрова.

ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ РОССИИ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНЫХ ВЫЗОВОВ

А.Л. Иванов

В мае 2014 г. по инициативе парламентариев было проведено расширенное заседание Комитета Государственной думы по природным ресурсам, природопользованию и экологии [1], рекомендации которого, выверенные, обоснованные, профессиональные, прошли научную экспертизу на первой открытой Всероссийской конференции (октябрь 2014 г.) в Почвенном институте им. В.В. Докучаева РАН [2].

“Разве не поразителен факт, что в России, где такая масса роскошных земель, урожай наиболее распространённых хлебов — пшеницы, ржи и пр. — в два-три раза ниже, чем в Англии, Голландии, Бельгии, Франции и Германии? Неужели мы никогда не примем действенных мер к устранению этого поразительного и крайне бедственного, для России факта?” [3, с. 152]. Этим вопросом задавался когда-то В.В. Докучаев, и, к сожалению, он актуален до сих пор.

Не менее удивляет тот факт, что русская научная мысль, создавшая науку о почвах и предвосхитившая современные биосферные тенденции

природопользования и устойчивого агропроизводства, не всегда находит должное применение в собственном отечестве. При переходе к принципам биосферного природопользования, поддержанных Россией в рамках различных конвенций и соглашений, необходимо решать сложные задачи, требования которых не всегда совпадают с государственной земельной и агротехнологической политикой.

Обширность территории, наличие большого природно-ресурсного потенциала — обнадёживающий фактор экономического развития, стратегический ресурс, залог безопасности и выживания, запас прочности в глобальных экстремальных ситуациях. Однако при огромной площади земельного фонда России (более 1.7 млрд. га) доля сельскохозяйственных угодий составляет менее 13%. Занимая 13% площади Земли, Россия располагает 35% мировых запасов природных ресурсов, обеспеченность которыми несопоставима ни с одной страной, однако жизненное потребление их в 6 раз ниже, чем в США, вдвое ниже, чем в странах Западной Европы, Канаде и Японии.

Обсуждаемая проблема напрямую касается и реализации основных программно-прогнозных документов, отвечает курсу устойчивого развития сельскохозяйственного производства России на фоне интеграции страны в ВТО и другие экономические сообщества [4]. В данной ситуации необходимо: создание оптимальной производственной, социальной и природоохранной инфраструктуры; определение специализации производства, его потенциальной продуктивности и затратности; рациональное размещение угодий; консервация и восстановление деградированных земель;



ИВАНОВ Андрей Леонидович — академик РАН, директор Почвенного института им. В.В. Докучаева РАН.
ivanov_al@esoil.ru

Таблица 1. Потенциальные возможности производства зерна в России при различных агротехнологиях и потребность в минеральных удобрениях

Показатель	Уровень интенсификации технологий			
	экстенсивные	нормальные	интенсивные и нормальные	интенсивные, нормальные и высокоинтенсивные
На площади посева зерновых 45 млн. га				
Внесение удобрений на 1 га, кг действующего вещества (д.в.)	до 20	100	150	200
Окупаемость удобрений, кг зерна/кг д.в.	—	8	10	12
Урожайность, т/га	1.7	2.5	3.2	4.1
Валовой сбор зерна, млн. т	77	113	144	185
Потребность удобрений, млн. т д.в.	0–1.5	4.5	6.8	9
На площади посева зерновых 70 млн. га				
Внесение удобрений на 1 га, кг д.в.	до 10	100	150	200
Окупаемость удобрений, кг зерна/кг д.в.	—	7	9	12
Урожайность, т/га	1.5	2.2	2.85	3.9
Валовой сбор зерна, млн.	105	168	200	273
Потребность удобрений, млн. т д.в.	0–1.5	7	10.5	14

создание оптимальной полевой инфраструктуры; дифференцированное размещение полей севооборотов и производственных участков, сенокос- и пастбищеоборотов; проведение лесозащитных мероприятий, устранение дальнеземья, чересполосицы, вкраплений, вклиниваний, организация природоохранных мероприятий, введение ограничений, сервитутов и др.

Отметим, что мы всё ещё не достигли среднемирового уровня урожайности зерна (3 т/га), несмотря на то, что располагаем более чем половиной мировых чернозёмов, мощным производством минеральных удобрений (16–18 млн. т действующего вещества). Эти ресурсы в обозримой перспективе позволяют обеспечить валовой сбор зерна порядка 120–150 млн. т (табл. 1). Неустойчивая геополитическая ситуация, ориентация на импортозамещение создают уникальный шанс принятия государственного решения о направлении потока минеральных удобрений на нужды страны. Санкции могут быть не только эффективными, но и полезными.

Сложившаяся ситуация дополняется объективными вызовами, а также противоречиями. Среди них — глобальные изменения климата, последствия которых в условиях исключительной широтной и меридиональной протяжённости страны отчасти смягчаются, но число экстремальных, аномальных ситуаций растёт. Наблюдаются несоответствия почвенных условий природно-климатическим, неожиданные и неуправляемые сукцессии вредных организмов (рис. 1) [5]. Участие России в выполнении ряда конвенций,

соглашений, вступление в ВТО и другие торгово-экономические сообщества при незавершённости реформ, несовершенстве земельных отноше-

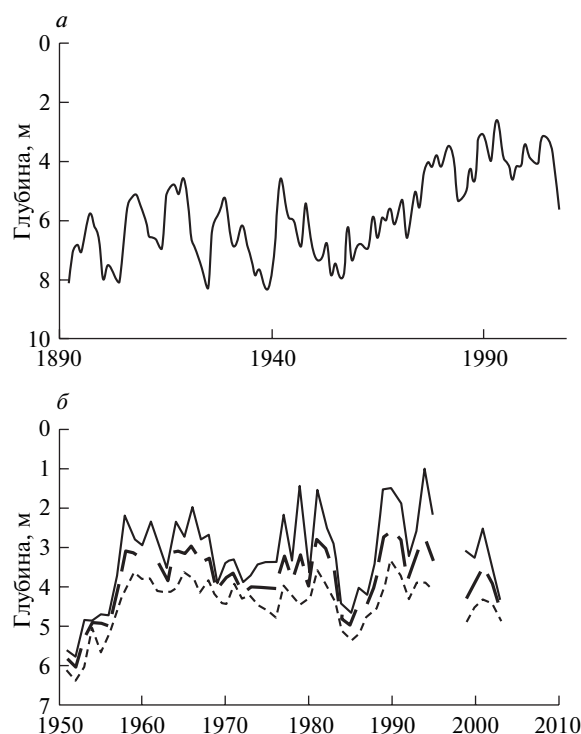


Рис. 1. Наблюдение за гидрологическим режимом в Каменной степи (Докучаевский колодец)
 а — Докучаевский колодец № 1 (с 1892 г.); б — поле на водоразделе (с 1951 г.)

Таблица 2. Дифференцированное использование земель, выбывших из активного сельскохозяйственного производства России

Мероприятие	Площадь, млн. га
Возврат плакорных, слабодegradированных плодородных почв в пашню при использовании современных адаптивно-ландшафтных технологий	12–15
Использование и перевод полугидроморфных, слабо- и среднедеградированных почв, с уклоном 3–5° в сенокосы и пастбища	~10
Перевод средне- и сильнодеградированных почв, в том числе с уклоном 3–5° и более, в условиях сформировавшихся сомкнутых лесных пространств в земли Лесного фонда	~10
Консервация деградированных и техногенно-нарушенных земель для восстановления природных экосистем в соответствии с “Положением о порядке консервации земель с изъятием их из оборота” (постановление Правительства РФ № 355 от 05.08.92)	3–5
Использование земель под заказники, охотничьи угодья, рекреационные зоны, территории экологического туризма и т.д.	

ний и неустойчивой геополитической обстановке также представляет определённую проблему.

Следование природоохранным тенденциям мирового агропроизводства подменяется экстенсивным характером отечественного, что искажает суть истинной биологизации. Между тем в обществе всё ещё культивируется агрохимический “нигилизм”, неприятие мелиорации, пропаганда органических форм земледелия и других “спасительных” для России псевдоноваций, которые представляют собой формы ухода от реальной технологической модернизации. Термины “биологизация”, “органическое земледелие” и “органическая продукция” отнюдь не синонимы, они не равнозначны, не взаимозаменяемы, часто противоположны, разнонаправленны, а их отождествление — грубая научная небрежность.

Без полного устранения этих противоречий нельзя говорить о построении систем эффективного использования почвенных ресурсов. Вся история землепользования в России связана с адаптацией его к природным условиям. Вспомним монастырские хозяйства Русского Севера и ополлий Европейской равнины, горное террасирование Кавказа, уникальные схемы использования почвенных ресурсов казачеством и переселенцами в Северном Прикаспии, Сибири, на Дальнем Востоке. По интеллектуальной ёмкости они превосходят современные представления и трактовки точного (прецизионного) земледелия.

Сегодня землепользование видоизменяется с учётом климата, становится предметом всестороннего межведомственного взаимодействия и глубокого научного анализа. В научно обоснованных проектах ландшафтного земледелия и агротехнологий пространственная дифференциация уже принимается во внимание с учётом тепло- и влагообеспеченности культур, крутизны и экспозиции склонов, гидрогеологических и гидрологических условий, особенностей микро- и мезоклимата [6].

В пореформенной России сложилась устойчивая тенденция вывода земель из активного сельскохозяйственного использования. Впрочем, во второй половине XX в. в мире в целом наблюдалась тенденция сокращения используемых земель: в 1961–2003 гг. было выведено из оборота 223 млн. га сельхозугодий, больше всего в России — 58 млн. га, Австралии — 41 млн. га, США — 36 млн. га, Западной Европе — 25 млн. га. Существуют два типа такого процесса — интенсификационный и кризисный, характерный для России. Причиной обвального сокращения сельскохозяйственных земель в нашей стране стал глубокий системный кризис, пашни сократились на 10 млн. га, посевные площади — на 40 млн. га (в том числе под зерновыми — на 17 млн. га). В обиход вошёл термин “социальное опустынивание”. Если процесс консервации и возврата не будет научно регламентирован, он может привести к нарушению всей инфраструктуры села, продовольственной базы, потребует чрезвычайных и высокочрезвычайных мер.

Возвращению в активное агропроизводство подлежат 10–12 млн. га. Уже давно стоит вопрос об управлении сомкнутыми лесными пространствами, сформированными на землях, выведенных из активного сельхозоборота. Вполне допустим перевод таких земель (8–10 млн. га) в категорию лесного фонда с целью создания высокопродуктивных лесосырьевых плантаций, но здесь необходимо преодолеть законодательные противоречия в вопросах собственности, государственной, частной и паевой (табл. 2).

Особыми свойствами и функциями обладают почвы лесных земель, занимающих более $\frac{2}{3}$ территории страны (882 млн. га). Часть из них (включая лесные питомники) используется аналогично сельскохозяйственным землям, но обладает своей спецификой. Их роль в экосистемах страны и использование отличаются от земель сельскохозяйственного назначения.

К серьёзным нарушениям почвенного покрова ведут лесоразработки, которые и в лучшие времена создавали условия безвозвратных потерь, а сейчас такие случаи часто даже не регистрируются официально. Однако самое ощутимое негативное влияние на почвы, особенно торфяные и торфянистые, оказывают пожары и их следствие — пирогенез, принимающий форму национального бедствия. Спасти положение могут мелиоративные системы двойного регулирования.

Особенного внимания науки и бережного использования требуют горные почвы с необычайной сложной структурой почвенного покрова, сильным развитием различных негативных процессов и явлений (эрозия, дефляция, переувлажнение, заболачивание, деградация и дигрессия пастбищ и др.). Это треть территории России, с исключительным разнообразием природных ландшафтов (от полярной Новой Земли до субтропического южного склона Большого Кавказа), этнокультурных, конфессиональных и исторических особенностей. Сегодня общая площадь горных природных кормовых угодий, включая мелкосопочные и предгорные пастбища и сенокосы, составляет около 40 млн. га. Важно отметить, что запас древесины основных лесобразующих пород здесь составляет около 40% от общего запаса лесов России.

Невоспроизводимость (в масштабе реального времени) рыхлого мелкозёмистого чехла горных почв на плотных массивно-кристаллических и осадочных породах делает научный ландшафтный подход единственным отвечающим требованиям экономической эффективности и экологической безопасности землепользования, с максимальным сохранением природного механизма саморегулирования. Ранее нами была подготовлена Концепция научного обеспечения развития агропроизводства Северного Кавказа, которая в настоящее время выполняется. В условиях реорганизации науки важно не потерять наработанные годами усилиями учёных координационные связи [7]. Впрочем, это относится и к аридным территориям, и к российскому Северу, Сибири, Дальнему Востоку, Крыму, а также к Евразийскому союзу. Особого внимания заслуживают почвы мелиорированных ландшафтов, количество и состояние которых не отвечают требованиям передовой аграрной державы. Мелиорированных земель больше всего в Китае (74 млн. га), США (70 млн. га), Индии (61 млн. га); доля их в пашне в Англии — 80%, Китае — 35%, в России — всего 9 млн. га, то есть 8%.

Определённые проблемы для сельскохозяйственного производства представляют засоленные почвы (их около 30 млн. га), в основном в Поволжье и Западной Сибири. В них сейчас развивается новый, малоисследованный эволюционный вектор почвообразования, что делает

традиционные рекомендации по их использованию непригодными и снижает точность прогнозов последствий внешних воздействий.

Наибольшую тревогу вызывает то обстоятельство, что неэффективность государственного контроля, экстенсивный характер хозяйствования и техногенез привели к угрожающей деградации почвенного покрова сельскохозяйственных угодий. На сегодняшний день в России 70 млн. га подвержены эрозии и дефляции; 73 млн. га имеют повышенную кислотность; 40 млн. га засолены в разной степени; 26 млн. га переувлажнены и заболочены; 12 млн. га засорены камнями; 7 млн. га засорены кустарниками и мелколесьем; 5 млн. га загрязнены радионуклидами; более 1 млн. га подвержены опустыниванию; 56 млн. га пашни страны характеризуются низким содержанием гумуса; 28 млн. га — низким содержанием фосфора; 12 млн. га — низким содержанием калия; 2 млн. га земель нарушено в результате добычи полезных ископаемых и торфа; 62 тыс. га занято шламоископителями и хвостохранилищами; 67 тыс. га — санкционированными и несанкционированными свалками; на 240 тыс. га размещены отходы; 16 тыс. га захламлено в населённых пунктах; более 35 млн. га пашни не используется в сельскохозяйственном производстве (залежь); 1.7 млн. га занимают овраги; 6.8 млн. га почвенного покрова пойм речных долин затоплено водами водохранилищ; 6.3 млн. га — незакреплённые пески; 180 тыс. га подвергнуты консервации вследствие их деградации; большие площади пахотных почв (40%) и пастбищ переуплотнены.

Парадоксом современной России является отсутствие единой земельной службы как самостоятельного государственного органа. На земельные ресурсы началось мирное по форме, но агрессивное по существу наступление. Наиболее наглядными последствиями массового проявления пороков землепользования являются парцелляризация земель (дробление на мелкие участки), дальнотельность, чересполосица, вкрапления, вклинивания. Вкрапления в крупные массивы земель участков, находящихся в частной собственности, часто представленные бурьянистыми перелогам, создают неблагоприятную фитосанитарную ситуацию и делают невозможным проведение почвозащитных мероприятий. Собственники часто оказываются в тупике в связи с невозможностью консолидации разобщённых участков земель. Там же, где это возможно (например, Белгородская область), требуются землеустроительные работы. Особое значение при этом имеет соблюдение владельцами и пользователями земель ограничений и обременений в целях предотвращения деградации, загрязнения, захламления в процессе хозяйственной деятельности.

В СССР в сельском хозяйстве функционировал ряд технологических служб, среди которых

особое место занимала землеустроительная. Она была частью хозяйственного механизма, обосновывала капитальные вложения в развитие социальной инфраструктуры, мелиорацию, генеральные схемы, которые увязывали интересы различных отраслей и регионов. В 1980-е годы стал развиваться научный дифференцированный подход к формированию зональных систем земледелия, а в начале 1990-х годов — ландшафтный подход к землеустройству. Однако с началом земельной реформы эти работы были прекращены, мощная служба распалась, хотя имелись теоретические предпосылки её адаптации, но ими не воспользовались.

Впоследствии была сформирована Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии. Земля рассматривается как объект недвижимости. Служба включает более 30 предприятий, из которых большинство — аэрогеодезические. В её функции формально входят землеустройство и государственный мониторинг земель. Эти работы обозначены законодательно, но в реальности не проводятся. Контроль был передан саморегулируемым организациям и частным компаниям. Федеральный закон “О землеустройстве” (№ 78-ФЗ) исключил земельные участки из перечня объектов землеустройства, они стали предметом кадастровых работ. По Федеральному закону № 221 “О государственном кадастре недвижимости” на смену землеустроителям пришли кадастровые инженеры.

Обустройство земель в России, как и во всех развитых странах, является важнейшим рычагом государственной земельной политики. Российское земельное законодательство чрезвычайно усложнено и противоречиво, в то время как мировая практика давно выработала механизмы экономических отношений в землепользовании и их государственного регулирования. Охраняя частную собственность, многие из них берут на себя всё больше функций контроля над использованием земли.

Несмотря на сегодняшнюю геополитическую конъюнктуру, для России полезен опыт США, в частности, многолетний опыт Службы охраны почв (ныне Служба охраны природных ресурсов). Технологические и социальные задачи решаются другой государственной службой — Extension Service.

В функции Службы охраны почв США входят:

- учёт и контроль за нефедеральными землями;
- инвентаризация и мониторинг природных ресурсов;
- организация почвенной съёмки и учёта почвенных ресурсов, разработка нормативов и методов почвенных изысканий;

- разработка почвоохранных требований при реализации сельскохозяйственных, лесоводческих, рекреационных и других проектов;

- организация экономических и экологических экспертиз различных систем и вариантов землепользования;

- решение задач по организации землеустройства, созданию мелиоративных систем;

- разработка программ по планированию и реализации почвоохранных мероприятий, управлению землепользованием, развитию сельских местностей, оптимизации использования водных ресурсов и др.;

- развитие дистанционных методов в картографировании земной поверхности, программного обеспечения проектов;

- содействие развитию почвенно-экологического образования землепользователей.

В западноевропейских странах большое внимание уделяется разработке планов использования ландшафтов для удовлетворения общественных потребностей при условии сохранения или улучшения средо- и ресурсовоспроизводящих способностей. Развиваются различные формы ландшафтного планирования, усиливается роль государства и населения в процедурах планирования, возрастает общее понимание значимости этой проблемы.

Приоритеты в мировой практике ландшафтного планирования в начале XXI в. следующие:

- оптимизация технологий землепользования по условиям сохранения ландшафтного и биологического разнообразия;

- учёт влияния антропогенных нагрузок на биологическое разнообразие;

- определение оптимальных пропорций хозяйственных угодий в ландшафтах, принятие пространственных решений в связи с ландшафтной иерархией;

- проектирование ландшафтно-экологических каркасов, определение приоритетов землепользования и интенсивности антропогенных нагрузок на основе прогноза цепных реакций между компонентами ландшафта;

- сравнение альтернативных сценариев и поиск компромиссных решений многофункционального землепользования на основе анализа противоречий между экологическими, экономическими, социальными, технологическими условиями и интересами землепользователей, разработка методов согласования их интересов с учётом возможных альтернатив развития территории.

В нашей стране данное направление активно разрабатывается в ряде научных институтов и университетов. Наряду с развитием работ по ландшафтному планированию создана методология проектирования собственно агроландшафтов. Накоплен большой опыт проектирования

ландшафтных систем в различных природно-сельскохозяйственных провинциях, который мог бы успешно применяться при создании земельной службы [6]. На ландшафтно-экологической основе развиваются современное научное землеустройство, системы территориального планирования использования земель. В этой связи чрезвычайно актуальны задачи, которые должны решаться на государственном уровне: экологический мониторинг земель; государственный контроль за использованием и охраной земель; территориальное (ландшафтное) планирование, землеустройство; оценка земельно-ресурсного потенциала, кадастровая оценка и инвентаризация земель; регулирование земельных отношений и рынка земель; сохранение экологических функций почв и ландшафтов; обеспечение экологической экспертизы; разработка экологических нормативов и регламентов; создание единой системы информационного обеспечения. Эти функции не следует смешивать с функциями по оказанию государственных услуг в сфере недвижимого имущества, которые несёт Росреестр, так же, как не следует путать понятие “земля” с сугубо утилитарными категориями, такими как “имущество” или “недвижимость”. Современное понятие “земля” чрезвычайно ёмкое, оно сложилось в рамках упомянутой биосферной парадигмы природопользования, законодательно оформленной Декларацией в Рио-де-Жанейро в 1992 г.

Специфика сельскохозяйственных земель определяет необходимость создания земельной службы при Минсельхозе России с функциями агроэкологического мониторинга, инвентаризации, районирования и оценки земель. Академическое и вузовское профессиональное сообщество считает это требование базальтернативным и обязательным. Конкретные меры содержатся в рекомендациях упомянутых заседаний Высшего экологического совета Госдумы и первой открытой конференции. Речь идёт о создании самостоятельного подконтрольного Правительству РФ органа. Мы осознаём, что задача амбициозна, требует времени, организационно сложна, законодательно пока не обеспечена и финансово затратна. Целесообразным представляется некий переходный вариант, который обсуждался на Коллегии Минсельхоза летом 2008 г. на базе имеющейся фактуры ГУПов, вузов, НИИ и др. Но и в этом случае необходимы генеральное межведомственное соглашение, подзаконные акты, постановления Правительства РФ, расширение полномочий (функций) Минсельхоза России, дополнительное финансирование из Госпрограммы.

Важно разработать и утвердить в Правительстве РФ “Порядок проведения землеустройства в Российской Федерации” и “Порядок установления и регулирования цен на землеустроительные услуги”. Наиболее важным для страны, перманентно осуществляющей земельную реформу, является принятие закона “Об охране почв”, готовящегося в недрах Минприроды непозволительно долго. В общем виде перечень законодательных и связанных с ними сопутствующих проблем и коллизий довольно широк и доступен в интернет-пространстве (<http://esoil.ru/>).

Существенной коррективке должны подвергнуться приоритеты научного обеспечения проблемы. Императив биосферных, экологических функций почв и ландшафтов должен быть распространён на земли сельскохозяйственного назначения, где главным средством (технологией) регулирования почвенных условий является адаптивно-ландшафтный подход к формированию систем землепользования. Этому должно способствовать преобладание методологии изучения свойств почв на уровне модельного описания функций (функционалов) и процессов взамен эмпирической доминанты.

Понятие “почва-депо” должно трансформироваться в депозитарные функции почвы, статику пространства состояний в почвенной системе, в описание динамики (термодинамики) процессов. Их совокупность определяет, по мнению Г.В. Добровольского, экологические функции (гидросферные, атмосферные, литосферные, биоценоотические и др.) и, как следствие, более полное толкование плодородия почв [8]. Пока же чрезвычайно ощутима острая диспропорция между фундаментальной наукой о почвах и тем, как она практически воспринимается. Основные приоритеты — депозитарные и экологические функции почв в агроландшафтах, агрогенная эволюция и деградация почв в условиях техногенеза и глобальных изменений климата, пространственные закономерности и изменения почвенного покрова под воздействием природных и антропогенных факторов, рациональное использование почвенных ресурсов.

Существенным в научном исследовании чрезвычайно разнообразного почвенного покрова России, идентификации и индикации его состояния является использование достижений в смежных областях, необычайные возможности современного физико-технологического и информационного базиса. Развивается новое направление — метагеномика почвы, изучающая почвы как самый обширный депозитарий на Земле, содержащий огромную массу разнообразного генетического материала. Интенсивное изучение почвенных метагеномов может обогатить мировую науку как принципиально новыми фундаментальными знаниями, так и, в силу универсальности, новыми практическими решениями — от создания почвенных коллекций индикаторов их агроэкологического состояния и таксонометрической идентификации до кардинального изменения схем землепользования и агротехнологий. Они же

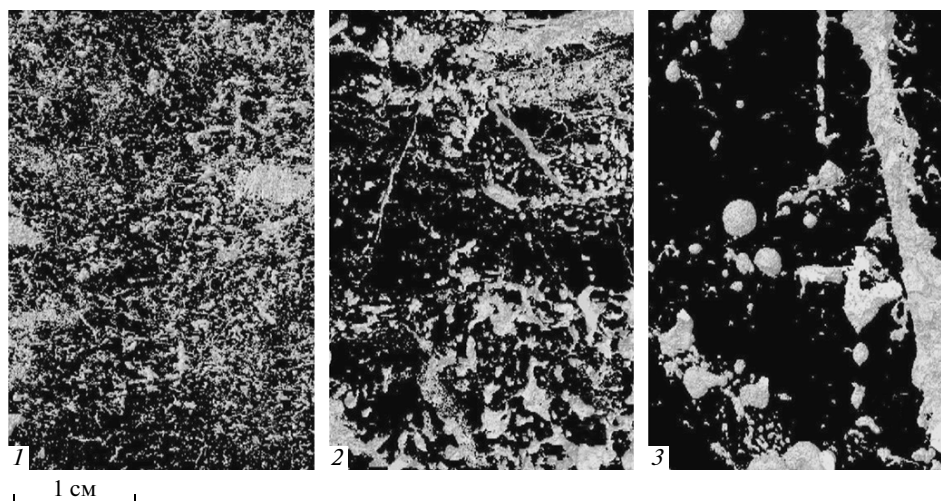


Рис. 2. Микротомографические 3D-модели порового пространства в морфонах горизонта EL (элювиальный) дерново-подзолистой почвы под берёзово-еловым лесом, Московская область

Съёмка на микротомографе SkyScan 1172 при разрешении 8,6 мкм/пиксель; поры белые; морфоны: 1 – EL серовато-палевый, 2 – EL белый, 3 – EL белый/ВТ (срединный текстурный горизонт)

могут быть использованы в целом ряде отраслей народного хозяйства. Предпосылками для проведения исследований подобного рода в России является наличие авторитетных классических школ почвоведения, ставящих десятки стационарных опытов на необычайно разнообразных почвах, находящихся в различном агроэкологическом состоянии.

Необходимо ещё большее взаимопроникновение наук для восстановления традиций отечественной школы моделирования, но уже на уровне оценки рисков с использованием вероятностного подхода взамен детерминистского [9]. Такие модели уже есть. В этой связи следует обратить внимание на по-прежнему актуальное замечание В.И. Вернадского: “Для учёного эмпирическое обобщение есть основа всех его знаний, самая достоверная их форма. Но для того, чтобы связать какое-нибудь эмпирическое обобщение с другими фактами и с другими эмпирическими обобщениями, необходимо пользоваться теориями, аксиомами, моделями, гипотезами, абстракцией. В этой области существуют лишь несовершенные попытки” [10, с. 53].

Не менее пророчески сейчас звучат слова Н.В. Тимофеева-Ресовского: “Мы по-прежнему... сталкиваемся со взаимодействием, в общем-то, чёртовой прорвы факторов всяких”. Не всегда удаётся “вычислить в качестве варианта какой-нибудь один фактор или компоненту... Основное правило — никакой звериной серьёзности. Для серьёзного развития серьёзных наук нет ничего пагубнее звериной серьёзности. Нужен юмор и некая издёвка над собой и над науками. Тогда всё будет процветать” [11, с. 207].

Обнадёживающие результаты уже получены на стыке минералогии, физики, физикохимии почв, физиологии растений (рис. 2) [12]. Агрометеорологи, в последнее время весьма тесно и плодотворно координирующие научную деятельность с почвоведомы, выделяют приоритетные фундаментальные и прикладные направления, которые созвучны задачам фундаментального изучения состояния почв и включены в утверждённый Правительством РФ “Комплексный план изучения погоды и климата” [13, 14].

Возникли вопросы подготовки кадров, новых образовательных программ, интеграции науки и образования, адресного трудоустройства почвоведов и сохранения экспериментальной сети опытных станций, государственных унитарных предприятий, ранее подведомственных Россельхозакадемии. В Федеральном законе № 253 эти вопросы не прописаны, будущее их туманно (хотя и предсказуемо, к сожалению), новые правоустанавливающие документы окончательно разрывают связь с наукой. В данной ситуации наиболее остра проблема неопределённости, она может привести к необратимым последствиям.

До недавнего времени несовершенство законодательной базы мониторинга состояния почвенного покрова России сглаживало отсутствие актуального федерального информационного ресурса. Забота об учёте почвенного покрова России и его оценке необходима на государственном уровне, независимо от политического строя и социально-экономических метаморфоз.

Составление государственных почвенных карт 1- и 2,5-миллионного масштаба — одно из самых весомых достижений российского почвоведения. Они к тому же являются наиболее унифициро-

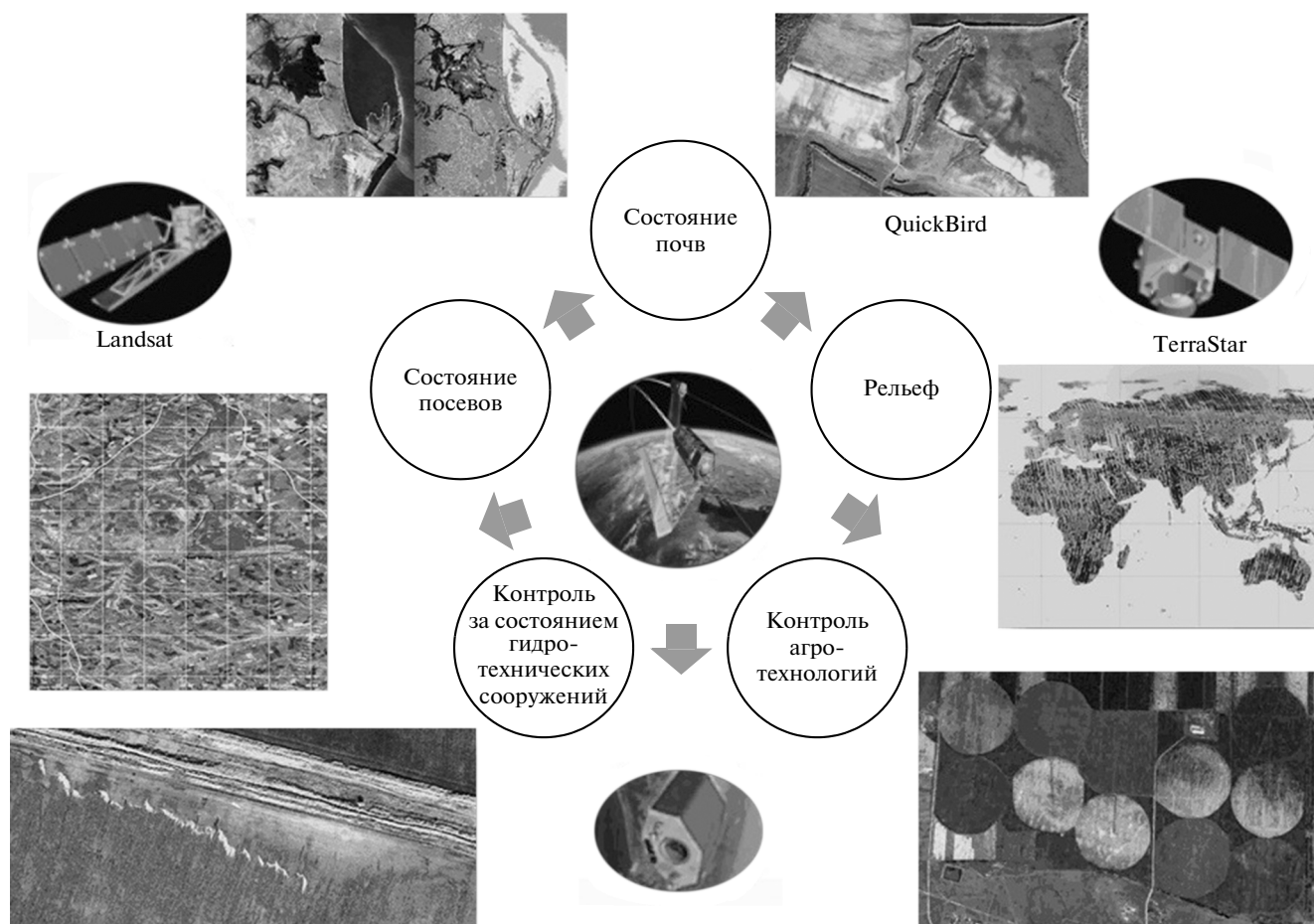


Рис. 3. Дистанционное зондирование Земли и прикладные задачи для сельского хозяйства

ванной, законодательно оформленной основой разработки землеустроительных планов, природоохранных и мелиоративных мероприятий, дорожного строительства, таксационной политики, обеспечивают единство почвенных исследований в стране. В них синтезированы представления о генезисе и географии почв российской школы генетического почвоведения, они способствуют объединению вокруг этой школы учёных бывшего СССР.

Стоит отметить, что из природных карт государственный статус имеет лишь Геологическая карта СССР, причём работы по данному направлению приравнивались по значимости к Атомному проекту.

Сейчас создан “Единый государственный реестр почвенных ресурсов России”, на очереди — “Список земель России (оценка пригодности) для развития отраслей агропроизводства” [15]. Большим достижением в развитии реестра и хорошим примером взаимодействия с Минсельхозом является создание Архива почвенных карт и его легального использования Почвенным институтом им. В.В. Докучаева РАН.

В архиве содержится более 22 тыс. карт и около 21 тыс. очерков. На суперкомпьютере обрабатывается информация объёмом более 6 Тбайт, используются локальные, адаптированные к условиям региона варианты классификации почв 1977 г. Архив представляет собой уникальный наиболее детальный информационный ресурс о почвах страны, имеющийся на текущий момент, но требующий обновления. Для этого необходима актуализация почвенно-географических выделов на основе данных дистанционного зондирования, в том числе космического. Такие технологии востребованы и широко используются. В обиход науки вошли конкурентоспособные технологии инвентаризации и мониторинга почв, базирующиеся на использовании спутниковых данных и ГЛОНАСС, а также методы прикладного компьютерного анализа оценки пригодности и неблагоприятности земель для ведения сельского хозяйства, сценариев использования земель, в том числе при вступлении в ВТО и проектировании агроландшафтов, кадастровой оценки земель. Совокупность данных позволяет осуществлять гармонизацию и трансфер современных за-

рубежных технологий, методов таксономии и классификации (рис. 3).

Совместными усилиями выполнена систематизация огромного массива информации по разным видам деградации почв и земель, факторам и причинам их возникновения и развития, потенциальной опасности их проявления, особенно в распространении деградированных почв в России. Это необходимо для оценки экономического ущерба, а также при формировании фискальной и субсидиарной политики [16]. На этой основе принято постановление Правительства РФ об утверждении правил отнесения территорий к неблагоприятным для производства сельскохозяйственной продукции в условиях вхождения в ВТО с целью поддержания крестьянских хозяйств (№ 1 от 25 января 2015 г.). Нужно создать широкую иерархическую систему (до уровня регионов) ведения упомянутого реестра, создания пилотных проектов (в первую очередь в Арктике, на Дальнем Востоке, в Крыму) [17].

Отметим, что по сравнению с большинством других стран в России значение работ, связанных с упорядочением землепользования, особенно велико. Причина этого — огромная территория, преобладание крупных хозяйств и разнообразие ландшафтов. Отечественные сельхозпроизводители сталкиваются с последствиями шаблонов прежней системы, с печальными результатами аграрного реформирования и действиями неконтролируемого земельного рынка.

Государство должно вернуться к своим функциям в области земельной политики, но уже с учётом трудного собственного и мирового опыта организации сельского хозяйства. Очевидно, что для решения этой задачи потребуются значительные усилия по преодолению многочисленных искусственных барьеров. Отечественная наука к этому готова, сохраняя за собой право и компетенцию на экспертизу мирового уровня.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рекомендации “Состояние земельных и водных ресурсов. Законодательное обеспечение их рационального использования и охраны” // Материалы заседания ВЭС Комитета по природным ресурсам, природопользованию и экологии / Под ред. В.И. Кашина. Госдума ФС РФ. 12.05.2014.
2. Почвенные и земельные ресурсы: состояние, оценка, использование. Материалы первой открытой конференции. 8 октября 2014 г. М.: Почвенный институт, 2014.
3. Докучаев В.В. Сочинения. Т. I–VIII. М.—Л.: Изд-во АН СССР, 1949–1951.

4. Иванов А.Л. Основные приоритеты развития почвоведения в Россельхозакадемии // Почвоведение в России: вызовы современности, основные направления развития: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием к 85-летию Почвенного института им. В.В. Докучаева РАСХН. М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХН, 2012.
5. Глобальные изменения климата и прогноз рисков в сельском хозяйстве России / Под ред. А.Л. Иванова, В.И. Кирюшина. М.: Россельхозакадемия, 2009.
6. Агроэкологическая оценка земель. Проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий / Под ред. В.И. Кирюшина, А.Л. Иванова. М.: Росинформагротех, 2005.
7. Состояние и основные мероприятия по обеспечению устойчивого развития агропромышленного комплекса в Северо-Кавказском федеральном округе на период до 2020 года. М.: Россельхозакадемия, 2010.
8. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Функции почв в биосфере и экосистемах (экологическое значение почв). М.: Наука, 1990.
9. Устойчивость земледелия и риски в условиях изменения климата (резюме коллективной монографии) // Под ред. А.Л. Иванова, И.Б. Ускова. СПб.: Агрофизический институт, 2009.
10. Вернадский В.И. Биогеохимические очерки. М.—Л.: Изд-во АН СССР, 1940.
11. Тимофеев-Ресовский Н.В. Воспоминания. М.: Вагриус, 2008.
12. Иванов А.Л., Сычёв В.Г., Державин Л.М. и др. Агро-биогеохимический цикл фосфора // Под ред. А.Л. Иванова. М.: Россельхозакадемия, 2012.
13. Вильфанд Р.М. Технологии метеорологического прогнозирования в Российской Федерации // Материалы VII Метеорологического съезда. СПб., 2–3 июня 2014 г.
14. Фролов А.В. Современная Российская гидрометеорологическая служба: эволюция, инновации. Перспективы развития // Материалы VII Метеорологического съезда. СПб., 2–3 июня 2014 г.
15. Единый государственный реестр почвенных ресурсов России. Версия 1.0 / Под ред. А.Л. Иванова, С.А. Шобы. М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 2014.
16. Научные основы предотвращения деградации почв (земель) сельскохозяйственных угодий России и формирование систем воспроизводства их плодородия в адаптивно-ландшафтном земледелии. Т. 1–3. Коллективная монография / Под ред. А.Л. Иванова. М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХН, 2013.
17. Иванов А.Л., Савин И.Ю., Столбовой В.С. Качество почв России для сельскохозяйственного использования // Доклады РАСХН. 2013. № 6.

ОРГАНИЗАЦИЯ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

DOI: 10.7868/S0869587315110043

Общеизвестно, что на нынешнем этапе развития научного знания многие открытия совершаются на стыке разных, иногда, казалось бы, достаточно далёких дисциплин. Огромный, насчитывающий десятилетия опыт осуществления комплексных исследований накоплен в Сибирском отделении РАН. Этому посвящена публикуемая ниже статья.

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ – ГЛАВНЫЙ ТРЕНД РАЗВИТИЯ НАУКИ В РОССИИ

ИЗ ОПЫТА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ АН СССР/РАН

В.М. Фомин, В.И. Молодин, В.Д. Ермаков

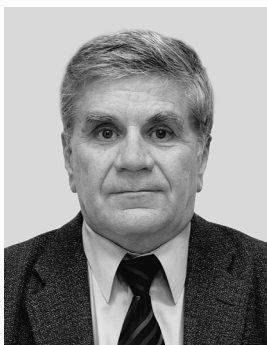
8 декабря 2014 г. в Санкт-Петербурге, на заседании Совета по науке и образованию при Президенте РФ, посвящённом ходу реформ академической науки, В.В. Путин сделал ряд важных замечаний, касающихся роли и путей развития науки в нашей стране. В частности, он подчеркнул, что “культура и наука на протяжении столетий являются символом национального успеха, гордости, да и, можно сказать, величия России. И сейчас очень важно не просто сохранять, но и преумножать наши достижения”. И далее отметил: “Фундаментальная база, научные заделы – это важнейшие ресурсы развития страны, нужно ими эффективно распоряжаться... надо уже сейчас искать решения задач завтрашнего дня. Здесь вижу особую роль нашей академической науки”; “важнейшим направлением деятельности академических институтов должны стать *междисциплинарные исследования* (курсив наш. – Авт.), базисные возможности для этого созданы” [1].

Следует заметить, что ещё во времена становления Академии наук многие из первых её членов были естествоиспытателями-энциклопедистами.

Так, Леонард Эйлер имел существенные результаты в целом ряде математических дисциплин, включая теорию чисел, заложил основы комплексного анализа, вариационного исчисления, аналитической механики и, вместе с Даниилом Бернулли, гидродинамики. Его математические исследования были тесно связаны с практически проблемами механики, баллистики, картографии, кораблестроения, навигации.

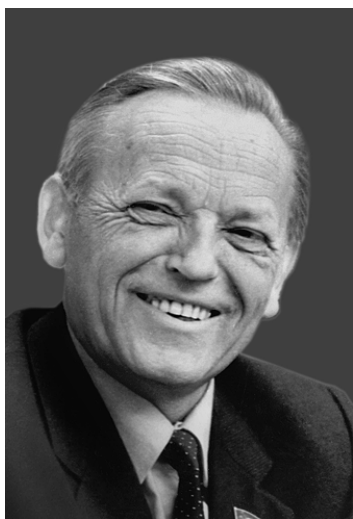
Целую эпоху в российской науке составила деятельность академика Михаила Васильевича Ломоносова. Он обогатил её фундаментальными открытиями в области химии, физики, астрономии, геологии, географии, внёс большой вклад в разработку истории и языкознания.

По инициативе Российской академии наук были осуществлены комплексные экспедиционные исследования – Великая Северная (1733–1742) и две академические Камчатские экспедиции 1760–1770-х годов. Капитальные труды их участников И.Г. Гмелина, С.Г. Гмелина, Д.Г. Мессершмидта, Г.Ф. Миллера, С.П. Крашенинникова, С.П. Палласа сыграли выдающуюся роль в



ФОМИН Василий Михайлович – академик РАН, научный руководитель Института теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН, заместитель председателя СО РАН. МОЛОДИН Вячеслав Иванович – академик РАН, заместитель директора Института археологии и этнографии СО РАН. ЕРМАКОВ Валерий Дмитриевич – кандидат геолого-минералогических наук, заведующий отделом инновационных программ Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева РАН.

fomin@itam.nsc.ru; molodin@archaeology.nsc.ru; ermikov@igm.nsc.ru



Академик Валентин Афанасьевич Коптюг

развитии географии, биологии, этнографии, археологии, истории и культуры народов России и были высоко оценены в Европе, открыв европейским исследователям малоизвестные территории, по существу, шестую часть нашей планеты. Эти достижения позволили молодой Российской академии наук быстро занять достойное место среди научных учреждений Европы.

Естественно, за прошедшие с тех пор два с половиной века наука в мире кардинальным образом изменилась. Число учёных и развиваемых ими научных направлений увеличилось многократно, а количество объектов исследований приближается к бесконечности. На фоне резко возросшей специализации (по многим направлениям число специалистов в мире измеряется единицами) прослеживается всё более явная тенденция использования при решении сложных задач методов и результатов, полученных в смежных областях знаний.

Богатый опыт успешных фундаментальных исследований на стыке различных дисциплин накоплен в отечественной науке. Идеей новых возможностей, которые открываются благодаря междисциплинарным исследованиям, руководствовались основатели Сибирского отделения АН СССР академики М.А. Лаврентьев, С.А. Христианович, С.Л. Соболев, А.А. Трофимук при формировании в 1957 г. институтов в строившихся сибирских научных центрах (академгородках). Позднее эту идею развивали их последователи — академики Г.И. Марчук и В.А. Коптюг. Сегодня каждый из девяти научных центров СО РАН представлен мультидисциплинарным составом институтов. Направления их научной деятельности отчасти отражают специфику тех регионов, где они расположены, вместе с тем большинство

институтов успешно работают в области фундаментальных исследований. В новосибирском Академгородке на ограниченной территории размещается половина научного потенциала СО РАН, здесь представлено большинство научных направлений, развиваемых в Российской академии наук.

Многие институты СО АН СССР задумывались как комплексные. В знаменитом Институте гидродинамики, носящем сегодня имя М.А. Лаврентьева, успешно развиваются глубокие математические исследования, физика взрыва с многочисленными приложениями, гидродинамика подземных и поверхностных вод и другие направления. В Институте химической кинетики и горения представителями школы академика В.В. Воеводского, ученика академика Н.Н. Семёнова, заложены основы новой области науки — спиновой химии, направленной на изучение магнитных и спиновых эффектов в химических реакциях (академики Ю.Н. Молин, Ю.Д. Цветков, Р.З. Сагдеев). Сотрудники этого института одними из первых в мире занялись проблемами физико-химической биологии (академик Д.Г. Кнорре). Институт геологии и геофизики, созданный академиком А.А. Трофимук, сочетает в своей деятельности все основные направления геологии, геохимии и геофизики, представляя собой, по словам академика А.Л. Яншина, академию геологических наук.

Развивавшиеся на основе линейного программирования в Институте математики СО АН СССР исследования на стыке математики и экономики оказали значительное влияние на развитие экономической науки, открыв неразрывную связь оптимизационных решений и ценообразования, а также планирования и организации производства. Теоретические разработки академика Л.В. Канторовича, помимо экономики, нашли успешные применения в физике, энергетике, теории управления, геологии и других науках, за что учёный в 1975 г. был удостоен Нобелевской премии.

Особенности научных центров Сибирского отделения, а также воплощённые в жизнь лаврентьевские принципы триединства, кратко сформулированные им как «наука—внедрение—кадры», принесли сибирским академгородкам заслуженную славу в научных кругах не только нашей страны, но и за рубежом. Их стали копировать при строительстве научных центров во Франции (София-Антиполис), Японии (Цукуба), Южной Корее (Тэджон). Сегодня можно сказать, что междисциплинарные исследования были и остаются отличительной чертой Сибирского отделения на протяжении всех лет его существования.

Широкое развитие междисциплинарные исследования получили при реализации Программы научных исследований и разработок по комплексному использованию природных ресурсов и развитию производительных сил Сибири (программа “Сибирь”). Эта программа оказалась эффективным и привлекательным для участников механизмом организации междисциплинарных исследований. Она была утверждена совместным постановлением ГКНТ СССР и Президиума АН СССР “как важнейшая долгосрочная научно-исследовательская программа государственного значения” и действовала с различной степенью интенсивности в течение 17 лет — с 1978 по 1995 г. В работе по программе приняли участие более 350 научно-исследовательских и проектно-конструкторских организаций 60 министерств и ведомств СССР и РСФСР. На Сибирское отделение АН СССР были возложены функции головного ведомства, главным координатором назначен академик А.А. Трофимук. Программа “Сибирь” обеспечила концентрацию потенциала академической, отраслевой и вузовской науки на главных направлениях научно-технического прогресса в регионе, способствовала совершенствованию сети научных учреждений и повышению эффективности их работы.

Среди крупных результатов хотелось бы назвать только два, эффективность которых в то время не могла быть в полной мере оценена. Первый — это открытие впервые в мире нефти и газа в древнейших докембрийских отложениях Восточной Сибири. Сегодня здесь околонулевые десятки крупнейших месторождений и начата подача углеводородного сырья по специально построенному трубопроводу “Восточная Сибирь — Тихий океан”. Второй — спасение озера Байкал благодаря разработке и принятию Федерального закона о его охране, а также создание на уникальном озере международной научной “природной лаборатории”; 25 кубических километров чистой воды озера — ценнейший ресурс, который будет только дорожать.

Широкое развитие междисциплинарные исследования получили в рамках 18 международных научных центров, организованных при содействии ГКНТ и МИДа СССР в конце 1980-х — начале 1990-х годов на базе ведущих институтов СО РАН, имеющих высокий международный рейтинг. Деятельность этих центров была направлена на изучение уникальных природных объектов в Сибири, таких как озеро Байкал, бореальные леса, вечная мерзлота и др.; реализацию совместных проектов с использованием крупных научных установок институтов СО РАН (солнечный радиотелескоп ИСЗФ, аэродинамические трубы ИТПМ, ускоритель на встречных пучках и лазер



Академик Николай Леонтьевич Добрецов

на свободных электронах ИЯФ и др.); создание новых технологий [2].

Идея создания в Сибири международных научных центров на правах открытых лабораторий вызвала за рубежом большой интерес. Разработки лучших зарубежных учёных-грантодержателей и самые современные приборы потекли в Россию. Например, соучредителями Байкальского международного центра экологических исследований на базе Лимнологического института в Иркутске стали: Сибирское отделение АН СССР/РАН, Королевский музей Центральной Африки (Бельгия), Лондонское королевское общество, Швейцарский федеральный институт окружающей среды и технологий, Университет Южной Каролины (США), Японская ассоциация международных байкальских исследовательских программ. За право работать на Байкале каждый из зарубежных соучредителей внёс первоначальный взнос в размере 100 000 долл. Совместные международные исследования дали быстрый видимый эффект. Количество международных экспедиций на Байкале выросло в разы. Число ссылок на статьи с ключевым словом “Байкал” в Web of Science за первые пять лет увеличилось с 2–3 до 100 и более в год. Широкую мировую известность получили труды других сибирских международных научных центров, в том числе Синхротронного излучения, Аэродинамических исследований в Новосибирске, Бореальных лесов в Красноярске, Солнечно-Земной физики в Иркутске. Правильно поставленная работа позволила привлечь в страну уважаемых учёных и финансирование. Этому следует учиться!

“Смутные времена” конца 1990-х — начала 2000-х годов заставили председателя СО РАН академика Валентина Афанасьевича Коптюга, по со-

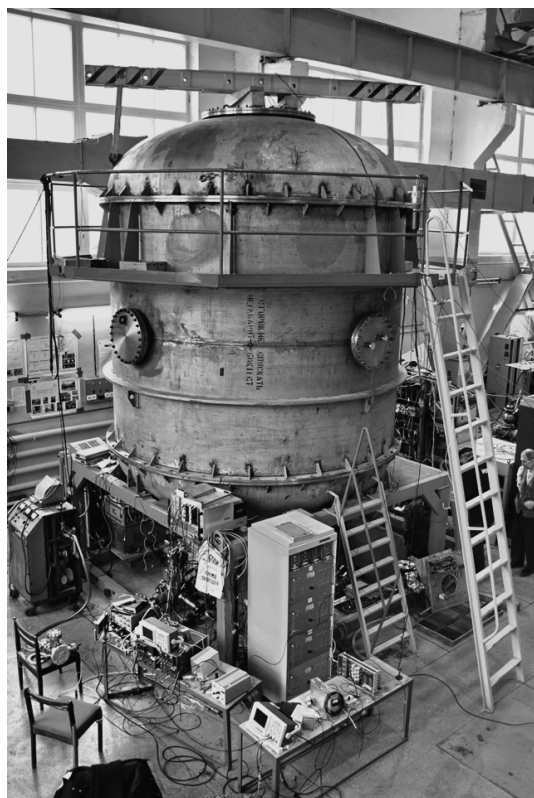


Рис. 1. Ускорительный масс-спектрометр (AMS), построенный ИЯФ СО РАН для ЦКП геохронологии кайнозоя

гласованию с общим собранием отделения, выделить из куцеого бюджета институтов часть средств, направив их на конкурс международных интеграционных программ. Такая процедура была возможна, поскольку со времени организации и до 2013 г. Сибирское отделение РАН было вписано в государственный бюджет отдельной строкой как «главный бюджетополучатель».

В начале 1997 г. в Сибирском отделении произошла смена председателя. Новый председатель — академик Николай Леонтьевич Добрецов — провёл одно из первых заседаний Президиума в виде научной сессии, где были заслушаны результаты работ по международным интеграционным программам. В ходе состоявшейся после докладов дискуссии отмечалось, что существует два типа интеграционных работ. Как сказал академик А.С. Алексеев, есть работы, где общий результат является суммой результатов, полученных в рамках отдельных научных дисциплин, а есть исследования, где результат — не просто сумма, а своего рода синтезированный итог изысканий по двум и более направлениям науки. Учитывая, что на научной сессии наибольший интерес вызывали работы, которые носили мультидисциплинарный характер, председатель отделения предложил провести конкурс интеграционных

проектов фундаментальных исследований СО РАН, не ограничивая их научную направленность, но финансировать только проекты с участием специалистов из разных областей знаний.

Первый конкурс междисциплинарных интеграционных проектов был организован в том же 1997 г. В соответствии с утверждённым Президиумом СО РАН положением основным условием интеграционных проектов было решение крупных проблем на стыке наук и участие в исследованиях специалистов разных научных направлений. Проекты могли быть инициативными без ограничения перечня проблем, но с обязательной поддержкой учёных советов и долевым финансовым вкладом институтов по месту работы заявителей. Была создана конкурсная комиссия, включавшая членов Президиума СО РАН — руководителей объединённых учёных советов по направлениям наук, председателем которой стал академик В.М. Титов. Правила экспертизы и отбора проектов были в основном заимствованы из конкурсов РФФИ и INTAS. На первый конкурс было представлено 174 заявки. После экспертизы и рассмотрения проектов конкурсной комиссией были отобраны 43 из них, то есть грантами Президиума СО РАН была поддержана одна из четырёх заявок.

Важная особенность этого конкурса — выделение средств на создание институтами СО РАН уникального научного оборудования, которое невозможно было приобрести каким-либо иным путём. Последовательно в СО РАН были созданы:

- ряд целевых исследовательских станций при Центре синхротронного излучения Института ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН (научный руководитель академик Г.Н. Кулипанов);
- Сибирский центр фотохимических исследований на базе лазера на свободных электронах ИЯФ и Института химической кинетики и горения СО РАН (научные руководители академик А.Н. Скринский и член-корреспондент РАН Н.А. Винокуров);
- гиперзвуковая аэродинамическая труба адиабатического сжатия — Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича, Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева и СКБ гидроимпульсной техники СО РАН (научный руководитель профессор А.М. Харитонов);
- SPF-виварий Института цитологии и генетики СО РАН (научный руководитель профессор М.П. Мошкин);
- центр коллективного пользования геохронологии кайнозоя (рис. 1) — Институт археологии и этнографии, Институт геологии и минералогии, а также Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН (научный руководитель академик А.П. Деревянко).

Центры коллективного пользования СО РАН, обладающие уникальными аналитическими и методическими возможностями, сыграли важнейшую роль в реализации многих междисциплинарных проектов. С использованием уникального оборудования (зачастую единственные экземпляры в нашей стране) были получены результаты мирового уровня.

Так, сотрудники трёх институтов СО РАН — Института гидродинамики им. М.А. Лаврентьева, Института химии твёрдого тела и механохимии и Института ядерной физики им. Г.И. Будкера, — используя источник синхротронного излучения, исследовали поведение кристаллической решётки взрывчатых веществ и конденсированных наночастиц во время детонации, что не удавалось сделать никому в мире. На основе данных по рентгенографии взрыва усовершенствован метод определения механических параметров детонационного течения, который позволяет бесконтактно регистрировать пространственные распределения плотности, массовой скорости, давления и скорости звука. Схема эксперимента и внешний вид станции приведены на рисунке 2.

Гиперзвуковая аэродинамическая труба АТ-303 по своим параметрам на то время не имела аналогов в мире (рис. 3). Сотрудники западных научных центров считали необходимым проверить свои результаты на высоких параметрах и поэтому приезжали работать или заказывали исследования, которые проводились на этой уникальной установке в их интересах. На АТ-303 были впервые в мире экспериментально показаны механизмы стабилизации ламинарного течения при гиперзвуковых скоростях, когда поверхность обтекаемого тела шероховатая по заданному закону.

Конкурсы междисциплинарных интеграционных проектов проводились Президиумом СО РАН трёхлетними циклами до 2013 г. Среди научного сообщества они имели огромный успех. К СО РАН быстро присоединились Дальневосточное и Уральское отделения РАН, затем академии наук Белоруссии, Киргизии и Украины, а также Монголии, Вьетнама и КНР (в рамках Ассоциации академий наук Азии, которая была организована в те же годы по инициативе СО РАН и АН Республики Корея). Для совместных конкурсов принятыми считались заявки, поддержанные экспертами с двух сторон. В работах по отдельным междисциплинарным научным проектам со своим финансированием приняли участие учёные и научные организации из Бельгии, Германии, США, Тайваня, Франции, Японии и ряда других стран.

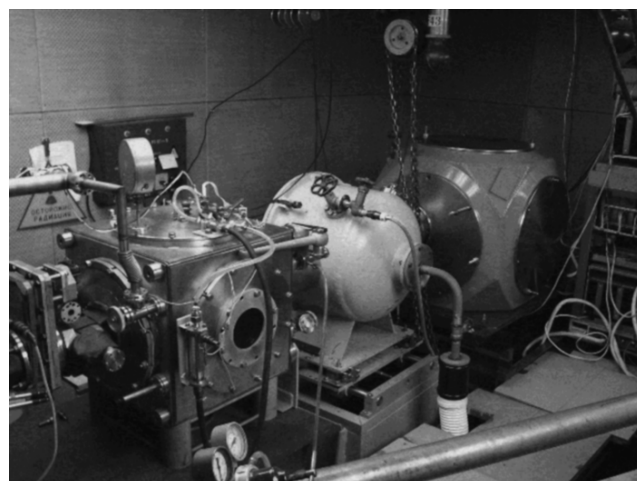
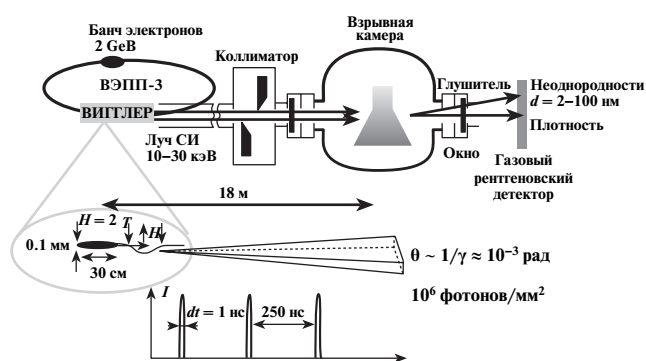


Рис. 2. Станция по исследованию динамических процессов с использованием синхротронного излучения (ИЯФ, ИГиЛ СО РАН)

<http://ancient.hydro.nsc.ru/srexpl>

* * *

Результаты работ по междисциплинарным интеграционным проектам оформлены в серии “Интеграционные программы СО РАН” из 47 опубликованных к настоящему времени монографий. Многие зарубежные издательства, в том числе “Эльзевир”, интересуются возможностями перевода и издания этих работ на английском языке.

Результаты междисциплинарных исследований получили высокую оценку в нашей стране. За последние годы пяти сотрудникам Сибирского отделения РАН — академику В.И. Молодину и члену-корреспонденту РАН Н.В. Полосьмак, академику А.Н. Скринскому, члену-корреспонденту РАН Н.А. Винокурову, академику А.П. Деревянко — были присуждены Государственные премии России (нового образца) за выдающиеся достижения в области науки и технологий.

Приведём лишь некоторые примеры результатов междисциплинарных проектов, которые аккумулированы в коллективных монографиях, изданных за последнее десятилетие.

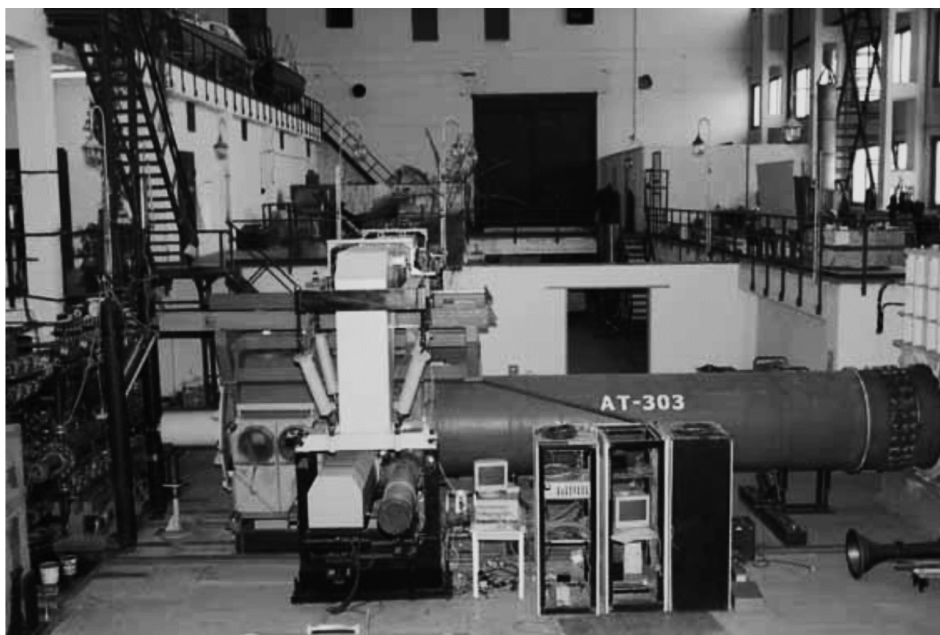


Рис. 3. Гиперзвуковая аэродинамическая труба адиабатического сжатия АТ-303 ИТПМ, ИГиЛ, СКБ ГИТ СО РАН

Программа “Глобальные и региональные изменения климата и природной среды позднего кайнозоя Сибири”. Исполнителями являлись сотрудники десяти институтов Сибирского отделения РАН: Археологии и этнографии, Геологии и минералогии им. В.С. Соболева, Нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука, Геохимии им. А.П. Виноградова, Леса им. В.Н. Сукачёва, Лимнологического, Ядерной физики им. Г.И. Будкера, Земной коры, Мерзлотоведения им. П.И. Мельникова, Вычислительного моделирования. Научными руководителями программы были академики Е.А. Ваганов, М.А. Грачёв, А.П. Деревянко, М.И. Кузьмин.

Исследования по программе продолжались с 1997 по 2007 г. За это время было выполнено несколько последовательных проектов: “Изменения климата и природной среды Сибири в голоцене и плейстоцене в контексте глобальных изменений”, “Основные закономерности глобальных и региональных изменений климата и природной среды в позднем кайнозое Сибири”, “Хронология и периодичность глобальных изменений климата и природной среды в позднем кайнозое Сибири и их воздействие на развитие человека”, “Эволюция природных процессов, человека и его культуры в позднем кайнозое Сибири и их влияние на стабильность эко- и геосистем”. Параллельно в эти же сроки с участием учёных из Японии (Японская ассоциация байкальских исследовательских программ) и США (Университет Южной Каролины) был осуществлён уникаль-

ный проект “Глобальные изменения во внутренней Азии и прогноз их развития на основе комплексных исследований озера Байкал (Байкал-бурение)”. В разных точках в донных осадках Байкала были пробурены скважины со сплошным отбором керна. Одна из них, пробурённая в 1998 г. на подводном Академическом хребте (рис. 4), превысила 600 м и дала уникальный материал по реконструкции климата за период более 10 млн. лет.

Следы разномасштабных изменений климата и природной среды были выявлены не только в донных осадках озера Байкал, но и в отложениях замкнутых озёрных котловин (таких, как озеро Телецкое), в лёссово-почвенной последовательности, в торфяниках, в речных и озёрных образованиях, в геотермических записях, в древесно-кольцевых хронологиях и в археологических памятниках. Разновременные климатические события были всесторонне охарактеризованы комплексом методов на всех этих объектах.

Проведённые исследования свидетельствуют о глобальном характере климатических записей в Сибири, подтверждают общность хода и единый механизм климатических изменений как в средних широтах Северной Азии, так и всей планеты. Некоторые различия в структуре временных серий климатических последовательностей, полученных по разным данным, отражают неодинаковую чувствительность природных систем к орбитальному форсингу и другим климатическим



Рис. 4. Глубоководное бурение на Байкале зимой 1998 г.

факторам. Эти результаты убедительно свидетельствуют, что современное потепление имеет естественный характер, его уровень пока не превысил порога естественных изменений климата, происходивших в течение даже последней 1000 лет, а тем более всего четвертичного периода.

Несмотря на климатические колебания в верхнем плейстоцене, воздействовавшие на растительные и животные сообщества, районы Алтая и Забайкалья всегда представляли собой богатый ресурсный потенциал. На это указывает высокая плотность памятников различных эпох палеолита, особенно увеличивающаяся на заключительной стадии древнекаменного века [3].

Программа “Население Южной Сибири: археологический, палеогенетический и антропологический аспекты”. В рамках этой программы реализован ряд интеграционных проектов: “Биогенетический анализ генофонда древнего населения Сибири”, “Население Горного Алтая в эпоху раннего железного века как культурный феномен: происхождение, генезис, исторические судьбы (по данным археологии, антропологии, генетики)”, “Антропогенетические, экологические и социально-культурные составляющие этногенеза древнего населения Западной Сибири (IV–I тысячелетия до н.э.)”.

Получены принципиально новые данные, демонстрирующие генетический потенциал, особенности, социально-экономический уровень развития пазырыкской культуры, антропологический тип её носителей (VI–III вв. до н.э.). На принципиально новом уровне поставлены

проблемы происхождения, генезиса и исторических судеб представителей пазырыкской культуры, разработана оригинальная концепция этногенеза населения Южной Сибири в эпоху раннего железного века [4].

По существу теми же методами исследованы памятники эпохи бронзы на территории Барабинской лесостепи. В результате интегрированного осмысления представительной базы источников, демонстрирующей феномен консервации автохтонных элементов в биологических характеристиках населения, показан сложный, многокомпонентный состав древних популяций, выявлены существенные территориальные и культурные различия в направлениях этнических связей у населения данного региона Западной Сибири на протяжении почти 5 тыс. лет. В генетическом плане впервые вводятся в научный оборот принципиально новые данные. Они не ограничиваются изученным ареалом и дополняются масштабными сравнительными коллекциями, собранными на сопредельных территориях. Полученные результаты позволили авторскому коллективу поставить вопрос о происхождении, генезисе и исторических судьбах представителей культур IV–I тысячелетий до н.э. и выработать оригинальную концепцию этногенеза населения обширного региона Западной Сибири в эпоху бронзы [5].

Разработчиками данных проектов явились творческие коллективы Института археологии и этнографии и Института цитологии и генетики СО РАН. Кстати сказать, результатом этого многолетнего сотрудничества стало создание межин-

ститутской лаборатории палеогенетики, оснащённой новейшей приборной базой и “чистыми комнатами”.

Замечательные результаты были получены в ходе изучения археологических источников методами естественных наук. Приведём лишь два примера. Творческими коллективами Института археологии и этнографии, Новосибирского института органической химии им. Н.Н. Ворожцова, Института катализа им. Г.К. Борескова, Центрального сибирского ботанического сада СО РАН изучены древнейшие ткани и войлока, найденные в “замерших” захоронениях пазырыкской культуры (VI–III вв. до н.э.). Полученные результаты являются настоящим открытием в этой области. Определены виды и источники древних красителей. Впервые проделана исследовательская работа по выявлению и характеристике древних красящих растений Алтая, что необходимо для оценки возможностей местной сырьевой базы с точки зрения окрашивания текстиля и других предметов материальной культуры пазырыкцев. Были идентифицированы все растительные остатки, выявлены красители неорганического происхождения. Важно подчеркнуть, что эти исследования проводились с использованием новейших физико-химических методов, они не имеют аналогов в мировой практике ни по кругу исследовательских задач, ни по комплексу методов их решения [6].

Не менее значимым явился проект в рамках интеграции исследователей академической и вузовской структур (Институт археологии и этнографии СО РАН и научно-образовательный центр “Молекулярный дизайн и экологически безопасные технологии” при Новосибирском государственном университете). Разработан оптимальный с точки зрения экономичности и информативности комплекс аналитических методов, направленных на изучение самого массового и значимого археологического источника, каким является древняя керамика. Выяснилось, что наилучшие результаты обеспечивает комбинация термогравиметрии, порошковой рентгенографии и петрографии. Для каждой из методик был разработан алгоритм проведения анализа. В качестве альтернативы общепринятому подходу, ориентированному на оценку температуры обжига, предложена интерпретация результатов, при которой значение имеет сравнительный анализ сохранности глинистых компонентов в формовочных массах керамики для определения качества обжига. Впервые в практике мировой науки создан банк данных результатов комплексного изучения образцов древней керамики Сибири, Зауралья и Дальнего Востока [7].

Программа “Взаимодействие микроорганизмов и окружающей среды”. Исследования по этой программе выполнялись в рамках двух междисциплинарных интеграционных проектов СО РАН: “Роль микроорганизмов в функционировании живых систем: фундаментальные проблемы и биоинженерные приложения” и “Организация живых систем и геохимическая эволюция гидротерм в зонах современной вулканической деятельности”. Творческий коллектив составили научные сотрудники девяти институтов СО РАН: Цитологии и генетики, Общей и экспериментальной биологии, Систематики и экологии животных, Лимнологического, Вычислительного моделирования, Геологии и минералогии им. В.С. Соболева, Химической биологии и фундаментальной медицины, Биофизики, Катализа им. Г.К. Борескова, а также Сибирского федерального университета. Научные руководители работ — академики В.В. Власов, А.Г. Дегерменджи, Н.А. Колчанов, В.Н. Пармон.

Авторы представили результаты исследования микробных сообществ гидротерм Долины гейзеров и Байкальской рифтовой зоны. Наряду с характеристиками эубактерий, выделенных из гидротермальных источников, дано детальное описание геохимических особенностей исследованных гидротерм. Кроме того, были изучены микробные сообщества минерализованных озёр юга Сибири и Забайкалья, многолетнемерзлых пород плейстоцена. Рассмотрены общие проблемы экологической микробиологии, в том числе молекулярно-эволюционные механизмы и механизмы адаптации микробных сообществ к экстремальным факторам среды, роль микробиоты в возникновении первичных экосистем на Земле.

В области биотехнологической и медицинской микробиологии изучены наиболее эффективные бактериальные штаммы, используемые в переработке отходов с целью получения химических веществ. Анализировались проблемы молекулярной эпидемиологии ряда социально значимых заболеваний, включая механизмы возникновения лекарственной устойчивости и филогении туберкулёза; организации и функционирования паразитарных систем природно-очаговых трансмиссивных инфекций человека, обусловленных сложными биоценотическими связями между клещами-переносчиками, резервуарными хозяевами и собственно патогенными микроорганизмами.

Были также рассмотрены подходы к оптимизации метаболических процессов в бактериальной клетке на основе биоинформационных технологий и методов математического моделирования. Осуществлён компьютерный анализ и моделирование ряда молекулярно-генетических

систем, в частности, процессов эволюции в семействах белоккодирующих генов архей рода *Pirococcus* при адаптации к высоким давлениям океанических глубин; моделирование коэволюции одноклеточных гаплоидных организмов с помощью программного комплекса “Эволюционный конструктор”; на основе экспериментально-компьютерного моделирования проведён анализ молекулярных геносенсоров для детекции токсичности окружающей среды; для моделирования молекулярно-генетических систем разработан компьютерный ресурс “Генетический конструктор” и создана база элементарных моделей ферментативных реакций, протекающих в клетке *E. Coli* [8].

Проект “Разработка принципов и технологий создания наноструктурных состояний в поверхностных слоях и на внутренних границах раздела высокоресурсных конструкционных и функциональных материалов”. Этот интересный по своим результатам проект (научный руководитель академик В.Е. Панин) был выполнен в сотрудничестве механиков, химиков, физиков [9]. Проблемы пластической деформации и разрушения твёрдых тел до середины XX столетия рассматривались исключительно на основе феноменологических подходов механики сплошной среды, которые позволяли успешно решать широкий круг инженерных задач на макромасштабном уровне. Однако для понимания механизмов пластической деформации и разрушения необходимы новые подходы, учитывающие эффекты, которые проявляются на микромасштабном уровне.

Такой прорыв физиков в микромир произошёл в середине XX столетия. Это стало возможным, когда появилась электронная микроскопия, позволившая наблюдать на поверхности движение различных деформационных дефектов — дислокаций. Современная теория дислокаций в кристаллах позволила качественно объяснить многие закономерности поведения твёрдых тел в различных условиях нагружения. Однако рассчитать кривую напряжение—деформация на основе только микроскопических представлений теории дислокаций не удалось до сих пор. Нужно было искать нетрадиционный подход. Он формировался продолжительное время на основе накопления экспериментальных данных, которые не укладывались в общепринятые представления. Сотрудники шести институтов СО РАН (Физики прочности и материаловедения, Теоретической и прикладной механики, Гидродинамики им. М.А. Лаврентьева, Химии твёрдого тела и механохимии, Катализа им. Г.К. Борескова, Неорганической химии им. А.В. Николаева), объединённые одним общим интеграционным проектом, сформулиро-

вали теоретически и экспериментально обосновали принципиально новый подход к описанию нагруженного твёрдого тела как многоуровневой системы. Этот подход служит основой конструирования материалов новых поколений со сложной структурой и разработки технологий их получения, что в настоящее время находит своё место в практике.

Проект “Динамика структурно-фазовых состояний и фундаментальные основы синтеза наноконструктивных кумулятивных потоков”. Исследование возможностей получения новых соединений и структурно-фазовых состояний в экстремальных условиях — одна из актуальных фундаментальных проблем физики твёрдого тела и современного материаловедения. Сотрудники семи институтов СО РАН (Гидродинамики им. М.А. Лаврентьева, Физики прочности и материаловедения, Отдела структурной макрокинетики ТНЦ, Химии твёрдого тела и механохимии, Неорганической химии им. А.В. Николаева, Проблем химико-энергетических технологий, Вычислительной математики и математической геофизики) и Томского государственного университета рассмотрели обширный круг задач, связанных с новым динамическим методом решения указанной проблемы — кумулятивным синтезом. Этот способ синтеза основан на столкновении высокоскоростных пучков частиц — реагентов, которые формируются в результате детонации кумулятивных зарядов с порошковыми облицовками. По сути это новая технология, которая позволяет использовать широкий спектр химических элементов и их композиций, включая совмещение тяжёлых и лёгких элементов, что невозможно любыми другими методами. В результате взаимодействия были синтезированы различные кристаллические фазы. Развитие данного метода открывает, кроме того, перспективы получения высокотвёрдых покрытий [10].

Следует упомянуть об интеграции научных направлений, которые на первый взгляд кажутся достаточно далёкими, однако и такие проекты были удачно реализованы. Речь идёт о совместном проекте математиков и философов. Результатом этой работы стала объёмная монография академика Ю.Л. Ершова и профессора В.В. Целищева “Алгоритм и вычислимость в человеческом познании” (2012), в которой подводятся итоги исследований по проблемам алгоритмизации мышления, связанным с выяснением широко обсуждаемого вопроса: “Может ли машина мыслить?”. Математик и философ с единых позиций проанализировали все аспекты проблемы понимания деятельности, связанной с вычислимостью и компьютерными методами изучения возможностей мышления [11].

Накопленный успешный опыт трёхлетних циклов исследований по интеграционным междисциплинарным проектам имел дополнительный положительный эффект — концентрацию научного потенциала Сибирского отделения РАН на приоритетных направлениях. С 2004 г. отделение полностью перешло на программно-целевую конкурсную систему планирования НИР и распределения бюджетных средств. Благодаря новому подходу удалось добиться значительного укрупнения тематики научных исследований. Вместо 2500 разрозненных тем, которые институты СО РАН вели по “базовым” фундаментальным исследованиям, были сформированы 107 межинститутских исследовательских программ, включающих 515 проектов. Одновременно удалось на 20% сократить количество юридических лиц — научно-исследовательских, конструкторско-технологических и экспериментальных организаций.

* * *

Созданный в середине XX в. на основе новаторских для того времени принципов, выдвинутых академиком М.А. Лаврентьевым и его сподвижниками, мультидисциплинарный научный кластер в Сибири эффективно работает более полувека. Он пережил “смену веков”, не потеряв своего лица, и успешно адаптировался к новым социально-экономическим условиям. Высокий научный уровень большинства институтов СО РАН признаётся международным научным сообществом (см. недавно опубликованный “Nature Index 2014 Global” [12]). Наряду с фундаментальными научными проблемами здесь успешно решаются многие другие задачи, тесно связанные с научной деятельностью и важные для развития страны. Среди них — связь с вузами и подготовка высококвалифицированных кадров для науки, образования и бизнеса, внедрение научных достижений в практику. Во многом этому способствовала сложившаяся матричная система управления развитием науки в регионе, органично сочетающая в себе академические традиции самоуправления (в качестве отделения Академии наук) и тесные связи научного руководства с властью. Последние осуществлялись через правительственные органы Российской Федерации (в 1957–1990 гг. СО АН СССР финансировалось из бюджета РСФСР) и взаимодействие на регулярной основе с руководством субъектов Федерации региона по договорам о сотрудничестве.

В сентябре 2013 г. Государственной думой РФ принят Федеральный закон № 253-ФЗ “О Российской академии наук, реорганизации государственных академий наук и внесении изменений в

отдельные законодательные акты Российской Федерации”, который в корне меняет организационную структуру науки в России, в том числе сложившуюся систему управления научными исследованиями.

После вступления закона в силу прошло два года. Относительно благополучно завершился процесс передачи институтов Академии наук под эгиду ФАНО России и их адаптация к новым условиям. Наступает этап преобразований. В этот период мы считаем чрезвычайно важными заключительные слова В.В. Путина на упомянутом в начале статьи заседании Совета по науке и образованию, где рассматривался ход реформирования Российской академии наук: “Нам нужно... отыскать эту золотую середину, объединяя, но ничего не разрушая, не дай бог. Мы ещё в одном месте ничего, может быть, как следует, не создали, другое уже разрушили, то, что наработано там веками. Ни в коем случае этого делать не будем. Но сближать, взаимно дополнять друг друга не только возможно, а обязательно нужно делать, аккуратно, не разрушая, а только наращивая наши возможности” [1].

Любые реформы должны быть нацелены не только на создание нового, но и на сохранение эффективно действующего старого, его развитие в соответствии с изменившимися условиями. Система программно-целевых междисциплинарных интеграционных исследований СО РАН показала высокую результативность и хорошую адаптивность к меняющейся социально-экономической обстановке. С учётом накопленного опыта, в условиях преобразования нормативно-правовой базы науки активизация усилий государства и учёных в этом направлении может стать главным трендом развития научных исследований в России на ближайшее время.

Этот путь не требует принципиального увеличения бюджетных ассигнований и крупных структурных преобразований. Междисциплинарные интеграционные проекты ориентированных исследований, проводимых на конкурсной основе, могут стать современным инструментом объединения творческих усилий специалистов разных дисциплин для решения сложнейших приоритетных задач фундаментальной и прикладной науки. Опыт показывает, что при введении таких конкурсов в систему резко повышается публикационная активность учёных, а по многим направлениям удаётся достичь прорыва, “обогнать, не догоняя” мировую науку.

В качестве предложения назовём несколько направлений, по которым Федеральное агентство научных организаций в тесном сотрудничестве с Российской академией наук (с региональными

отделениями РАН — в качестве пилотного проекта) может быстро реализовать конкурсы междисциплинарных интеграционных исследований по приоритетным направлениям.

1. Проекты международных междисциплинарных интеграционных исследований:

на крупных российских научных установках

- по изучению уникальных природных ресурсов на территории России;
- на уникальных археологических памятниках культурного наследия;
- как часть крупных международных научных программ, таких как мониторинг парниковых газов, изучение динамики озонового слоя Земли и др.

В отличие от реализуемых сегодня инициатив, организация такого конкурса в России будет способствовать равноправному объединению усилий учёных разных стран в рамках исследовательских проектов по актуальным проблемам современной науки. Этому способствует ряд обстоятельств:

- многие институты РАН достигли высокого уровня исследований и стали лидерами по отдельным направлениям мировой науки [12];
- ряд институтов РАН обладает исследовательскими установками национального масштаба, работа на которых привлекательна для иностранных учёных;
- логика исследований уникальных природных объектов России, таких как вечная мерзлота, озеро Байкал, бореальные леса и некоторые другие, требует привлечения многих современных методов, которыми не всегда обладают российские учёные;
- совместные исследования в России привлекают зарубежных учёных относительной дешевизной работ на дорогостоящих установках и уникальных природных и культурных объектах, мобильностью структуры, а также возможностью прямых контактов с российскими коллегами;

• для российской науки такая форма сотрудничества привлекательна тем, что создаёт приток в Россию лучших зарубежных разработок и современных приборов, обеспечивает некоторый дополнительный источник финансирования (за счёт зарубежных грантов), а также позволяет более эффективно осуществлять подготовку молодых научных работников.

Сибирское отделение РАН имеет длительный положительный опыт подобного международного сотрудничества.

2. Междисциплинарные программы национального масштаба с исполнителями в составе институтов региональных научных центров — академгородков, наукоградов и т.п., например:

• “Силовая электроника” (Новосибирский и Красноярский научные центры СО РАН, в стадии реализации с 2005 г.);

• “Аддитивные технологии: сырьё — источники энергии — системы интеллектуального управления — системы позиционирования и координатной развёртки” (Новосибирский и Томский научные центры СО РАН).

3. Междисциплинарные ориентированные фундаментальные исследования в составе инновационных программ, имеющих перспективу быстрой окупаемости (совместно с крупными корпорациями), например:

- импортозамещение катализаторов и технологий в отечественной нефтегазопереработке и нефтегазохимии;
- научное обеспечение строительства завода по выделению гелия на Ковыктинском газоконденсатном месторождении;
- производство принципиально новых отечественных лекарств (тромбовазин, таблеточный инсулин и др.);
- обеспечение условий создания продукции для высокотехнологичных отраслей Российской Федерации на основе редкоземельных элементов месторождения Томтор;
- обоснование создания ассортимента новых видов продукции для высокотехнологичной промышленности на базе попигайского алмазно-лонсдейлитового сырья;
- замена малых котельных ЖКХ на блочные на базе каталитического сжигания отходов углеобогащения, угольного метана, водоугольного топлива.

В настоящее время Минобрнауки России активно готовит новый вариант программы фундаментальных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период, где предполагается переход от “директивной” системы управления фундаментальной наукой к “сетевой” модели организации исследований. При чтении этого проекта программы создаётся впечатление, что всё будет хорошо: кто должен умереть, тот умрёт, а кто должен жить, будет жить. Но, как всегда бывает, дьявол скрывается в мелочах, которые не оговариваются. Как эта задача будет решаться? Вопрос очень непростой. В Сибирском отделении РАН мы уже многое прошли и достаточно успешно. Почему не воспользоваться этим положительным опытом?!

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ, проект № 14-50-00036.

ЛИТЕРАТУРА

1. kremlin/news/47196 – Президент России.
2. *Ермиков В.Д.* Международные научные центры в Сибири // *Науковедение*. 2001. № 3.
3. Глобальные и региональные изменения климата и природной среды позднего кайнозоя в Сибири / Отв. ред. А.П. Деревянко. Интеграционные проекты СО РАН. Вып. 16. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2008.
4. Население Горного Алтая в эпоху раннего железного века как этнокультурный феномен: происхождение, генезис, исторические судьбы (по данным археологии, антропологии, генетики) / Отв. ред. В.И. Молодин. Интеграционные проекты СО РАН. Вып. 1. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2003.
5. Мультидисциплинарные исследования населения Барабинской лесостепи IV—I тыс. до н.э.: археологический, палеогенетический и антропологический аспекты / Отв. ред. В.И. Молодин. Интеграционные проекты СО РАН. Вып. 46. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2013.
6. Текстиль из “замерших” могил Горного Алтая IV–III вв. до н.э. (опыт междисциплинарного исследования) / Отв. ред. Б.А. Литвинский. Интеграционные проекты СО РАН. Вып. 5. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2006.
7. Физико-химические исследования керамики (на примере изделий переходного времени от бронзового к железному веку) / Отв. ред. В.В. Болдырев, В.И. Молодин. Интеграционные проекты СО РАН. Вып. 6. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2006.
8. Роль микроорганизмов в функционировании живых систем: фундаментальные проблемы и биоинженерные приложения / Отв. ред. В.В. Власов, А.Г. Дегерменджи, Н.А. Колчанов, В.Н. Пармон, В.Е. Репина. Интеграционные проекты СО РАН. Вып. 28. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2010.
9. Поверхностные слои и внутренние границы раздела в гетерогенных материалах / Отв. ред. В.Е. Панин. Интеграционные проекты СО РАН. Вып. 8. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2006.
10. Динамика структурно-фазовых состояний и фундаментальные основы кумулятивного синтеза нанокмполитов / Отв. ред. В.К. Кедринский, С.Г. Псахье. Интеграционные проекты СО РАН. Вып. 42. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012.
11. *Ершов Ю.Л., Целищев В.В.* Алгоритмы и вычислимость в человеческом познании / Отв. ред. К.Ф. Самохвалов, А.С. Морозов. Интеграционные проекты СО РАН. Вып. 40. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012.
12. *Campbell N., Grayson M.* Nature Index 2014 Global. Nature 515. 2014. 13 November.

ИЗ РАБОЧЕЙ ТЕТРАДИ ИССЛЕДОВАТЕЛЯ

DOI: 10.7868/S0869587315110092

Обеспечение безопасности, сохранение здоровья и поддержание работоспособности водолазов, подвергающихся воздействию декомпрессии и риску декомпрессионной болезни, — фундаментальная проблема водолазной физиологии и медицины. Авторы рассматривают природу декомпрессионной болезни, биофизические основания моделирования обуславливающих её процессов, в том числе главные обчитываемые параметры, и сравнивают различные режимы де- и рекомпрессии по их эффективности при тех или иных начальных условиях.

ПРОБЛЕМЫ ПРОФИЛАКТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ ДЕКОМПРЕССИОННОЙ БОЛЕЗНИ У ВОДОЛАЗОВ

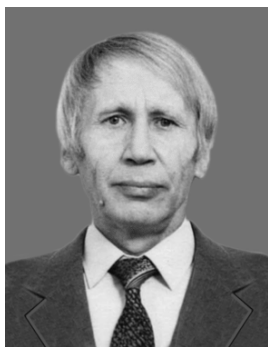
В.П. Николаев, А.И. Григорьев

Профессиональная деятельность водолазов, рабочих-кессонщиков, лётчиков и космонавтов сопряжена с воздействием на их организм перепадов давления и, следовательно, с риском возникновения у них декомпрессионной болезни (ДБ). Ещё в XIX в. П. Бером было показано [1], что эта болезнь вызывается газовыми пузырьками (ГП), которые образуются в крови и тканях при их перенасыщении растворёнными газами вследствие снижения давления окружающей среды. Основную часть избытка растворённых газов в тканях составляет инертный компонент дыхательной смеси, в частности азот. Согласно теории метастабильных систем, зародышами растущих ГП становятся микроскопические газовые ядра, размер которых превышает критическую величину, определяемую поверхностным натяжением

окружающей их жидкости и степени перенасыщения ткани газами. В то же время возможность образования ГП внутри интактных тканевых клеток реализуется лишь в случае их перенасыщения растворёнными газами порядка 100 ата [2], то есть при безостановочном подъёме водолазов на поверхность с глубины 1000 м, значительно превышающей предел глубины погружения в водолазном снаряжении. Симптомы ДБ возникают в результате прямого действия ГП на нервные ткани или блокирования микроциркуляции в других тканях организма. При этом из-за случайного характера действия механизмов образования газовых ядер и превращения их в зародыши растущих ГП симптомы ДБ возникают как случайные события.

Математическое моделирование динамики роста и растворения ГП в тканях. Процессы возникновения и последующей эволюции ГП, образующихся в тканях человека при воздействии декомпрессии, не поддаются прямому наблюдению, и поэтому основным инструментом исследования этиологии ДБ является математическое моделирование. Предложенные многими авторами математические модели описывают динамику роста ГП и их последующего растворения в какой-либо ткани в зависимости от:

- исходного напряжения азота в ткани;
- профиля декомпрессии;
- периода полунасыщения и полурассыщения ткани от азота ($T_{1/2}$), определяемого её кровоснабжением и растворимостью в ней азота;
- эффективной скорости диффузии азота между ГП и тканью (D_T);
- поверхностного натяжения тканевой жидкости (γ);
- деформационного давления ткани (δ), создаваемого ГП.



Авторы работают в Институте медико-биологических проблем РАН. НИКОЛАЕВ Виктор Петрович — доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник. ГРИГОРЬЕВ Анатолий Иванович — академик РАН, вице-президент РАН, научный руководитель.
viknik@imbp.ru, grigoriev@pran.ru

Согласно известным данным о структуре, общем объёме и удельном кровоснабжении тканей человека и растворимости в них азота, значения параметра $T_{1/2}$ для разных тканей лежат в диапазоне от 0.14 до 300 мин. Однако в теле человека, по-видимому, имеются ткани, для которых параметр $T_{1/2}$ принимает большие значения. Например, А. Бюльман полагает, что у некоторых фрагментов костных и суставных тканей он превышает 600 мин [3].

Реальные величины эффективной скорости диффузии азота между ГП и окружающими их тканями до сих пор остаются предметом дискуссий. Косвенные методы оценки позволяют получить значения в диапазоне от 10^{-6} до $10^{-8} \text{ см}^2 \cdot \text{с}^{-1}$ и даже до $7 \times 10^{-11} \text{ см}^2 \cdot \text{с}^{-1}$ [4], что в $10\text{--}10^6$ раз меньше скорости диффузии азота в воде и межклеточной жидкости. Как показано в работе [5], диффузия азота между гетерогенными по своей структуре тканями и образующимися в них ГП протекает со сравнительно малой скоростью из-за действия мембран тканевых клеток, становящихся препятствием на пути диффузионного потока газа. Кроме того, в процессе роста каждого пузырька его поверхность обрастает оболочкой из молекул поверхностно-активных веществ, содержащихся в межклеточной жидкости, что создаёт дополнительное препятствие на пути диффузии газа. Значения D_t неодинаковы для разных по структуре и составу тканей организма и, вероятно, не являются константами, поскольку в процессе роста и последующего растворения ГП меняется плотность окружающего их слоя ткани, что вызвано изменениями конфигурации расположения её клеток и объёма межклеточной жидкости. Кроме того, при обрастании ГП оболочкой из поверхностно-активных веществ происходит снижение поверхностного натяжения с присущего воде значения $\gamma = 60 \text{ дин} \cdot \text{см}^{-1}$ до $30\text{--}50 \text{ дин} \cdot \text{см}^{-1}$ [6]. Это приводит к снижению давления газов внутри пузырька и тем самым способствует увеличению скорости роста и замедлению скорости растворения пузырька. Отметим также, что эластичные мягкие ткани организма имеют сравнительно малый модуль упругости (эластичности) и образование в них пузырьков приводит к возникновению деформационного давления лишь при концентрации ГП порядка 10^5 см^{-3} [5].

Режимы декомпрессии для водолазов. Риск возникновения ДБ у человека при подводных погружениях в принципе можно было бы полностью предотвратить, прибегая к режимам декомпрессии (при подъёме с глубины на поверхность), исключаящим перенасыщение всех тканей организма растворёнными в них газами (O_2 , CO_2 и инертным газом дыхательной смеси), а следовательно, и возможность образования в них ГП. Однако такие абсолютно безопасные режимы де-

компрессии имеют чрезвычайно большую длительность из-за очень медленного вымывания инертного газа из слабо снабжаемых кровью тканей, и поэтому их использование для профилактики ДБ лишало бы практического смысла выполнение любых подводных погружений. В то же время при воздействии декомпрессии, вызывающей перенасыщение тканей газами, создаются условия для образования в них ГП и развития ДБ с некоторой отличной от нуля вероятностью. Симптомы ДБ появляются в тех случаях, когда суммарный объём ГП, образовавшихся в единице объёма какой-либо ткани, в процессе своего роста достигает критического для этой ткани удельного объёма фазы свободного газа [7, 8].

Традиционные методы расчёта режимов декомпрессии для водолазов основаны на математических моделях сатурации и десатурации тканей организма и значениях предельно допустимого перенасыщения газом разных тканей [4, 9, 10]. Соответствующие значения этих параметров тканей получены при анализе результатов большого количества погружений водолазов на разные глубины и, помимо периода полунасыщения и полурассыщения, зависят от величины внешнего давления. Режимы декомпрессии, нацеленные на сохранение допустимого уровня перенасыщения тканей инертным газом удерживают процессы образования и роста ГП в тканях на безопасной для организма человека стадии их развития.

Рекомендуемые водолазам режимы декомпрессии расписаны в виде таблиц в существующих во многих странах “Руководствах по проведению водолазных спусков”. Каждая из таких таблиц включает профили ступенчатого снижения давления при подъёме на поверхность в зависимости от глубины погружения, длительности пребывания на грунте и состава дыхательной смеси. Тем не менее соблюдение всех предписаний не гарантирует водолазам абсолютную защиту от возникновения ДБ. Так, при погружениях, совершаемых в соответствии с предписаниями, установленными в ВМС США, риск возникновения ДБ у водолазов составляет от 0.5 до 2% [11]. Примерно такому же риску развития ДБ подвергаются водолазы-любители (дайверы), несмотря на соблюдение ими режимов декомпрессии, которые оперативно рассчитываются персональными компьютерами по традиционно используемому алгоритму.

Принципиально новым шагом на пути совершенствования методов профилактики ДБ у водолазов явилось внедрение в практику водолазных спусков режимов декомпрессии, при которых возникновение этой болезни предотвращается с априорно заданной степенью надёжности. Расчёты таких режимов декомпрессии основаны на вероятностной модели возникновения ДБ [12], которая была разработана при статистической обработке результатов погружений водолазов по

различным профилям (глубина, время пребывания на грунте, режим декомпрессии), содержащимся в базах данных водолазных ведомств ряда стран. В частности, в Университете Дьюка (США) разработаны таблицы режимов декомпрессии, при использовании которых риск возникновения ДБ не превышает 2%. Однако, как показано в работе [11], длительность этих режимов декомпрессии больше длительности режимов, рассчитанных традиционным методом.

Вероятностная модель возникновения ДБ, описанная в работе [8], в отличие от указанной выше модели, опирается на математическое моделирование процессов образования и роста ГП в тканях организма и критерии перехода этих процессов в опасную стадию. Модель определяет кумулятивную вероятность возникновения ДБ экспоненциальным уравнением, показателем которого является сумма функций кумулятивного риска поражения ГП всех тканей организма. Каждая из этих функций описывает динамику роста средней величины удельного суммарного объёма ГП в ткани с весовыми коэффициентами, определяемыми величиной объёма ткани и её чувствительностью к ГП (обратной величиной критического для неё удельного объёма фазы свободного газа). В принципе предложенная вероятностная модель ДБ может служить теоретической основой для расчёта режимов декомпрессии с заданной степенью риска возникновения данной болезни. Разработка методов расчёта таких режимов должна включать в себя поиск адекватных гипотез об априорно неизвестных значениях всех параметров, определяющих риск поражения тканей ГП, с учётом двигательной активности субъекта и температуры окружающей среды.

Специфика проявления симптомов ДБ при стандартных погружениях. Математические модели динамики роста и последующей эволюции ГП в тканях организма расширяют и углубляют представления об этиологии ДБ и специфике её возникновения при различных профилях погружений, в том числе в условиях стандартных погружений с поверхности при дыхании воздухом. Статистические данные о заболеваемости водолазов ДБ при таких погружениях свидетельствуют о том, что симптомы этой болезни наиболее часто возникают на этапе декомпрессии и в первый час после её завершения, а наиболее длительное латентное время проявления симптомов достигает 15 ч [13]. Как показывают расчёты по модели [5], при стандартных погружениях ГП, образующиеся в тканях организма с разными значениями параметра $T_{1/2}$, достигают своих максимальных размеров в разные моменты указанного промежутка времени [14]. В наиболее перенасыщенных азотом “быстрых” тканях (в тканях с параметрами $T_{1/2} < 30$ мин) ГП вырастают до своих максимальных размеров на этапе декомпрессии и в первый

час после её завершения. Этот факт даёт основание полагать, что симптомы ДБ у водолазов при стандартных погружениях чаще всего возникают в результате поражения “быстрых” тканей. С меньшей вероятностью симптомы ДБ возникают после завершения декомпрессии в диапазоне времени до 15 ч при поражении ГП сравнительно мало перенасыщенных азотом “медленных” тканей (тканей с параметрами $T_{1/2}$ от 30 до 500 мин).

Нередки случаи, когда симптомы ДБ проявляются спустя более длительное время после завершения погружения и сохраняются достаточно долго. Помимо этого, симптомы ДБ у водолазов часто возникают при воздействии на них дополнительной декомпрессии во время полёта на самолёте. Случаи аномально позднего проявления и длительного сохранения симптомов ДБ свидетельствуют о том, что, во-первых, в некоторых тканях организма могут создаваться условия для очень большой длительности жизни ГП и, во-вторых, эффект поражения ими тканей может проявляться на стадии их растворения. Основной причиной формирования ГП сравнительно большого размера и увеличения длительности их жизни после завершения погружения, по-видимому, является вариативность эффективной скорости диффузии азота между ГП и окружающими их тканями. Можно предположить, что рост ГП начинается при сравнительно большом исходном значении D_r , в результате чего они быстро вырастают до сравнительно большого размера. Однако с течением времени этот параметр уменьшается из-за уплотнения окружающего их слоя клеток ткани, в результате их дальнейший рост и процесс последующего растворения замедляются. Более того, обрастание ГП оболочкой из поверхностно-активных веществ снижает действие сил поверхностного натяжения, приводя к снижению давления газов внутри ГП и движущей силы их диффузии. Тем самым создаются условия для дополнительного снижения скорости растворения ГП. Расчёты по модели [5] показывают, что при наземном давлении длительность растворения в тканях ГП с исходным радиусом от 10 до 50 мкм при $D_r = 3 \times 10^{-8} \text{ см}^2 \cdot \text{с}^{-1}$ и $\gamma = 30 \text{ дин} \cdot \text{см}^{-1}$ составляет от 153 мин до 6.3 суток, а при 10- и 100-кратном уменьшении параметра D_r длительность этого процесса возрастает в 10 и 100 раз [14].

Моделирование процесса растворения ГП при режимах лечебной рекомпрессии. Единственно радикальным методом лечения ДБ у водолазов является воздействие на них рекомпрессии до повышенного уровня внешнего давления с последующей медленной декомпрессией. Фундаментальные принципы лечения ДБ этим методом были сформулированы ещё в первой половине XX в. [15, 16]. Во-первых, процедура рекомпрессии в гипербарической барокамере

должна приводить к растворению или значительному уменьшению размера имеющихся в тканях ГП. Во-вторых, последующая декомпрессия должна гарантировать, что эти ГП не начнут снова вызывать симптомы заболевания. В-третьих, декомпрессию следует проводить таким образом, чтобы предупредить образование новых пузырьков. В настоящее время при лечении ДБ в барокамере используются режимы рекомпрессии, отличающиеся друг от друга по величине максимального давления и длительности его воздействия, составу дыхательной смеси и длительности последующей декомпрессии.

В статьях [17, 18] представлена оценка действия используемых в России, США и Великобритании режимов лечебной рекомпрессии на процессы растворения газовых пузырьков с исходным радиусом 20, 40 и 60 мкм в тканях с различными значениями параметров $T_{1/2}$ и D_T . Расчёты по модели [5] показывают, что при простейшем кислородном режиме лечебной рекомпрессии с максимальным давлением 2 ата и длительностью 1 ч происходит полное растворение 20-микронных ГП во всех тканях при $D_T = 3 \times 10^{-8} \text{ см}^2 \cdot \text{с}^{-1}$. Однако 40-микронные ГП при таком воздействии уменьшаются лишь до 34 мкм, а при 10-кратном снижении параметра D_T даже ГП с исходным радиусом 20 мкм остаются практически неизменными. Поэтому полное растворение имеющихся в тканях водолазов пузырьков может произойти лишь при многократном воздействии данного режима рекомпрессии.

Процессы растворения ГП при воздушных режимах лечебной рекомпрессии протекают на фоне дополнительного насыщения тканей азотом. Так, действие режима рекомпрессии ПВС ВМФ [19] с исходным давлением 8 ата, экспозицией при этом давлении в течение 2 ч и последующей декомпрессией длительностью 2 дня приводит к полному растворению в тканях ГП всех указанных размеров при $D_T = 3 \times 10^{-8} \text{ см}^2 \cdot \text{с}^{-1}$ и 20-микронных ГП при 10-кратно меньшем значении D_T . При этом процесс растворения ГП протекает монотонно лишь в тканях с параметром $T_{1/2} > 100$ мин. Однако на начальном этапе декомпрессии при быстром снижении давления с 8 до 3.6 ата ткани с параметром $T_{1/2} < 100$ мин становятся на некоторое время перенасыщенными азотом, тем самым создаются условия для кратковременной диффузии этого газа внутрь имеющихся в них ГП, что приводит к увеличению длительности их последующего растворения. Кроме того, при перенасыщении таких тканей азотом появляется возможность образования в них новых ГП, которые имеют сравнительно малые размеры и малую длительность жизни. Вместе с тем наиболее “медленные” ткани организма становятся перенасыщенными азотом на конечном этапе де-

компрессии, и в них создаются условия для образования новых, длительно растущих ГП. В частности, согласно расчётам по модели [5], в тканях с $T_{1/2} = 600$ мин ГП после завершения декомпрессии могут достигнуть размера 38 мкм.

Действие разработанного в Институте медико-биологических проблем (ИМБП) РАН кислородно-азотно-гелиевого режима лечебной рекомпрессии с исходным давлением 8 ата, экспозицией в течение 1.5 ч и последующей декомпрессией длительностью 5 дней [20] приводит к монотонному и полному растворению ГП указанных размеров во всех тканях при $D_T = 3 \times 10^{-8} \text{ см}^2 \cdot \text{с}^{-1}$ и 20-микронных пузырьков при 10-кратно сниженном значении этого параметра. Предложенный режим имеет существенные преимущества перед режимом ПВС ВМФ [19] и режимом рекомпрессии по Межотраслевым правилам [21]. Он устраняет наркотическое действие азота и снижает токсическое действие кислорода при максимальном давлении в барокамере, предотвращает перенасыщение “быстрых” тканей газами и возможность образования в них ГП на начальной стадии декомпрессии, не создаёт опасного перенасыщения газами “медленных” тканей и возможности образования в них ГП большого размера на конечной стадии декомпрессии, обеспечивает длительное (в течение всего этапа декомпрессии) терапевтическое действие кислорода на поражённые пузырьками ткани, не превышая при этом порог его токсического действия на лёгкие.

При режиме рекомпрессии 72 ВМФ Великобритании [22] исходное давление воздуха в барокамере составляет 6 ата, что соответствует глубине 50 м. Затем после 2-часового пребывания пациента в этих условиях проводится плавное снижение давления до наземного уровня в течение 2640 мин. Действие этого режима приводит к полному растворению ГП всех указанных размеров при эффективной скорости диффузии азота $D_T = 3 \times 10^{-8} \text{ см}^2 \cdot \text{с}^{-1}$. Однако в случае 10-кратного снижения данного значения полностью растворяются лишь пузырьки с исходным радиусом не более 20 мкм. Следует отметить, что действие режима рекомпрессии 72 ВМФ Великобритании исключает возможность перенасыщения азотом “быстрых” тканей и образования в них ГП на начальной стадии декомпрессии, но приводит к значительному перенасыщению азотом “медленных” тканей и возможности образования в них ГП большого размера на конечной стадии декомпрессии.

Начальное давление воздуха в барокамере при режиме рекомпрессии 6А ВМС США [22] составляет 6 ата, и после его быстрого снижения через 30 мин до уровня 2.8 ата пациента переводят на дыхание чистым кислородом через маску. Ещё через 105 мин давление в барокамере плавно снижа-

ют до уровня 1.9 ата. Такое давление сохраняется на протяжении 225 мин. Затем его плавно снижают до наземного уровня. С целью снижения токсического действия кислорода дыхание пациента этим газом прерывается 5-минутными сеансами дыхания воздухом, действие которых не приводит к возникновению перенасыщения тканей азотом и тем самым исключает возможность образования в них новых ГП. Однако действие описываемого режима рекомпрессии, имеющего сравнительно малую длительность (7 ч), на процесс растворения тканевых ГП менее эффективно по сравнению с действием рассмотренных выше режимов. Полному растворению в тканях при $D_T = 3 \times 10^{-8} \text{ см}^2 \text{ с}^{-1}$ подвергаются лишь ГП с исходным радиусом менее 40 мкм, а при 10-кратном снижении D_T его действие оказывается недостаточным для растворения даже пузырьков с радиусом 20 мкм.

В целом действие режимов рекомпрессии, используемых для лечения ДБ у водолазов, в большинстве случаев даёт положительный эффект. Дыхание смесью с повышенным парциальным давлением кислорода при таких процедурах не только ускоряет растворение имеющихся в тканях ГП, но и оказывает прямое терапевтическое действие на вызванные ими нарушения. В связи с этим следует особо отметить эффективность режима рекомпрессии ИМБП РАН [20], при котором создаётся длительное и непрерывное (5 суток) терапевтическое действие кислорода на поражённые газовыми пузырьками ткани без превышения порога его токсического действия на лёгкие. Этот режим рекомпрессии обеспечивает более эффективное и быстрое лечение ДБ по сравнению с сеансами гипербарической оксигенации, которые приходится проводить многократно в течение более 5–10 дней.

Причины отсутствия лечебного действия рекомпрессии. Лечение ДБ у водолазов посредством рекомпрессии, проводимой в соответствии со стандартными режимами, в ряде случаев не приводит к положительным результатам. Одной из возможных причин отсутствия лечебного действия является возникновение перенасыщения азотом “медленных” тканей на конечной стадии декомпрессии, в результате чего создаются условия для образования в них новых пузырьков и возможность появления новых и усиления прежних симптомов ДБ. Проведённый нами анализ процесса растворения ГП в тканях при стандартных режимах рекомпрессии позволяет считать другой причиной отсутствия лечебного действия неполное растворение ГП в тканях с параметром $D_T < 3 \times 10^{-8} \text{ см}^2 \text{ с}^{-1}$. В частности, если в тканях водолаза сформировались ГП с радиусом 20–40 мкм и величина D_T уменьшилась в 100 раз, то процесс растворения пузырьков при наземном давлении

завершится через 66–370 суток [14]. Более того, при любом режиме лечебной рекомпрессии такие ГП теряют лишь малую часть содержащегося в них газа. Поэтому можно полагать, что стойкие симптомы ДБ у водолазов возникают в случае образования в тканях очень длительно живущих ГП.

Лечение ДБ при отсроченном его начале. При лечении ДБ у водолазов на месте погружения обычно используют режимы рекомпрессии с исходным давлением, соответствующим глубине погружения. Однако лечение ДБ у российских дайверов, совершающих погружения за пределами страны, зачастую приходится начинать со значительной задержкой (до нескольких суток) после проявления её симптомов. В ИМБП РАН было успешно проведено отсроченное лечение ДБ у более 100 дайверов по кислородно-азотно-гелиевому режиму рекомпрессии с исходным давлением 8 ата [20]. Тем не менее при отсроченном начале лечения ДБ у дайверов в барокамере, по-видимому, нет необходимости использовать режимы рекомпрессии со столь большим исходным давлением, поскольку перенасыщение газами их тканей практически полностью исчезает через сутки после подъёма на поверхность. Расчёты по модели [5] показывают, что при воздушном режиме рекомпрессии с исходным давлением 4 ата и длительностью декомпрессии 5 суток ГП в тканях всех указанных выше размеров растворяются быстрее, чем при режимах ПВС ВМФ, ИМБП РАН и 72 ВМФ Великобритании. Более того, этот режим исключает возникновение азотного наркоза и возможности образования новых ГП во всех тканях организма из-за отсутствия их перенасыщения азотом, а также обеспечивается длительное терапевтическое действие кислорода. Поэтому имеются все основания предполагать, что при отсроченном начале лечения ДБ этот режим рекомпрессии обеспечит одинаковую с кислородно-азотно-гелиевым режимом с исходным давлением 8 ата эффективность.

* * *

Приведённые результаты исследований в области профилактики и лечения ДБ позволяют заключить о предпочтительности применения режимов декомпрессии, определяемых по вероятностным моделям возникновения ДБ. Степень безопасности режимов декомпрессии, рассчитанных на основе математических моделей сатурации и десатурации тканей организма от инертного газа и критериев предельно допустимого перенасыщения тканей этим газом, выявляется лишь апостериорно по результатам их экспериментальной оценки и практического применения. Режимы декомпрессии, рассчитанные по вероятностным моделям возникновения ДБ, напротив, гарантируют априорно заданную степень

их безопасности и тем самым представляют особый интерес для организаций и ведомств, проводящих водолазные работы. Используемая в настоящее время вероятностная модель ДБ [12] была разработана на базе статистической обработки результатов погружений водолазов по различным профилям. В отличие от этой модели, вероятностная модель возникновения ДБ, предложенная одним из авторов [8], отражает биофизическую сущность её этиологии. Она опирается на математическое моделирование процессов образования и роста газовых пузырьков в тканях организма и критерии перехода этих процессов в опасную стадию развития. Однако при разработке методов расчёта режимов декомпрессии по этой модели необходимо провести поиск адекватных гипотез о неизвестной градиации тканей организма по всем параметрам, определяющим риск поражения ГП различных тканей организма.

Что касается режимов рекомпрессии, используемых для лечения ДБ у водолазов, то в большинстве случаев они оказывают положительное действие на пациентов. Дыхание смесью с повышенным парциальным давлением кислорода при таких процедурах не только ускоряет растворение имеющихся в тканях ГП, но и оказывает прямое терапевтическое действие на вызванные ими нарушения. Отсутствие в ряде случаев лечебного действия обусловлено возникновением перенасыщения инертным газом “медленных” тканей на конечной стадии декомпрессии и неполным растворением ГП в некоторых тканях при аномальном увеличении барьера на пути диффузии этого газа. Поскольку перенасыщение тканей водолаза газами практически полностью исчезает через сутки после подъёма на поверхность, то имеются все основания предполагать, что при отсроченном начале лечения ДБ воздушный режим рекомпрессии с исходным давлением в барокамере 4 ата и длительностью декомпрессии 5 суток обеспечит одинаковую с предложенным в ИМБП РАН кислородно-азотно-гелиевым режимом [20] эффективность лечения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bert P. La pression barometrique. Paris, 1878.
2. Harvey E.N. Physical factors in bubble formation // Decompression Sickness / Ed. by J.F. Fulton. Philadelphia: Saunders, 1951.
3. Buhlmann A.A. Decompression – decompression sickness. N.Y.: Springer-Verlag, 1984.
4. Hills B.A. Relevant phase conditions for predicting occurrence of decompression sickness // J. Appl. Physiol. 1968. V. 25. P. 310–315.
5. Nikolaev V.P. Effects of heterogeneous structure and diffusion permeability of body tissues on decompression gas bubbles dynamics // Aviat., Space and Environ. Med. 2000. V. 71. P. 723–729.

6. Van Liew H.D. Simulation of the dynamics of decompression sickness bubbles and the generation of new bubbles // Undersea Biomed. Res. 1991. V. 18. P. 333–345.
7. Behnke A.R. Decompression sickness following exposure to high pressure // Decompression sickness / Ed. by J.F. Fulton. Philadelphia: Saunders, 1951.
8. Nikolaev V.P. Probabilistic model of decompression sickness based on stochastic models of bubbling in tissues // Aviat., Space and Environ. Med. 2004. V. 75. P. 603–610.
9. Boycott A.E., Damant G., Haldane J.S. The prevention of compressed air illness // J. Hyg. 1908. V. 8. P. 343–443.
10. Workman R.D. Calculation of decompression schedules for nitrogen-oxygen and helium-oxygen dives // USN Experimental Diving Unit Report, NEDU 6–65. Washington D.C., 1965.
11. Van Liew H.D., Flynn E.T. Decompression tables and dive-outcome data: graphical analysis // Undersea Hyperb Med. 2005. V. 32. P. 187–198.
12. Weathersby P.K., Homer L.D., Flynn E.T. On the likelihood of decompression sickness // J. Appl. Physiol. 1984. V. 57. P. 815–25.
13. Эллиотт Д.Г., Киндуол Е.П. Проявления декомпрессионных нарушений // Медицинские проблемы подводных погружений / Пер. с англ. / Под ред. П.Б. Беннетта, Д.Г. Эллиотта. М.: Медицина, 1988.
14. Николаев В.П. Теоретический анализ причин длительной задержки проявления декомпрессионной болезни у водолазов // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2011. Т. 45. С. 45–50.
15. Behnke A.R., Shaw L.A. The use of oxygen in the treatment of compressed air illness // Nav. Med. Bul. 1937. V. 35. P. 61–73.
16. Григорьев А.И., Потанов А.Н. Вклад академика Леона Абгаровича Орбели и его школы в развитие физиологии экстремальных состояний // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. 2007. Т. 93. С. 710–718.
17. Николаев В.П., Соколов Г.М., Комаревцев В.Н. Теоретический анализ режимов лечения декомпрессионной болезни методом рекомпрессии // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2011. Т. 45. С. 47–54.
18. Nikolaev V.P. Simulation of gas bubble growth and dissolution in body tissues during dives and recompression // Aviat., Space and Environ. Medicine. 2013. V. 84. P. 938–945.
19. Правила водолазной службы (ПВС-ВМФ-2002). М.: Воениздат, 2002.
20. Смолин В.В., Соколов Г.М., Павлов Б.Н., Демчишин М.Д. Глубоководные водолазные спуски и их медицинское обеспечение. М.: Слово, 2005.
21. Межотраслевые правила по охране труда при проведении водолазных работ. ПОТРМ-030-2007. М.: Слово, 2007.
22. Дэвис Д.К., Эллиотт Д.Г. Лечение декомпрессионных нарушений // Медицинские проблемы подводных погружений / Пер. с англ. / Под ред. П.Б. Беннетта, Д.Г. Эллиотта. М.: Медицина, 1988.

DOI: 10.7868/S086958731511002X

Развитие технологий молекулярной микробиологии и протеомики привело к революционным изменениям методов идентификации возбудителей инфекционных заболеваний. Внедрение новейших диагностических подходов позволяет надеяться на достижение медицинской микробиологией качественно нового уровня, когда исследования, в отличие от классической бактериологии Коха, уже не требуют культивирования микроорганизмов на питательных средах. Авторы статьи ставят своей целью проанализировать возможности, достоинства и недостатки иммунохимических, молекулярно-генетических и масс-спектрометрических методов идентификации микроорганизмов и, основываясь на этом, обозначить основные тенденции развития медицинской микробиологической науки.

НОВАЯ ЭПОХА В МЕДИЦИНСКОЙ МИКРОБИОЛОГИИ

А.А. Баранов, А.Н. Маянский, И.В. Чеботарь, Н.А. Маянский

Медицинская микробиология традиционно основывается на методологических принципах, предложенных Робертом Кохом [1] и известных как “постулаты Коха” — правила установления причастности микроба к развитию конкретной инфекции. В изложении Фридриха Леффлера они формулируются следующим образом: 1) характерная форма микроорганизма должна быть обнаружена в поражённых болезнью тканях; 2) микроорганизм, который рассматривается как причастный к поражению тканей, должен быть изолирован и выращен в чистой культуре; 3) чистая культура изолированного микроорганизма должна индуцировать подобную болезнь в эксперименте [2]. Позднее к названным был добавлен ещё один постулат, требующий реинфекции возбудителя от экспериментально инфицированного субъекта [3].

Разработанная Кохом методология медицинской микробиологии царствовала более 100 лет. Нельзя сказать, что микробиологи не замечали исключений из правил Коха. Начало их ревизии положил сам Кох в 1884 г., обнаружив невосприимчивость некоторых людей к туберкулёзу и хо-

лере. Ко второй половине XX в. стало ясно, что накопилось достаточно информации о подобных исключениях, касающихся прежде всего оппортунистических инфекций, вызываемых условно-патогенными микробами [4]. Однако эти случаи оставались предметом теоретических рассуждений, не оказывавших влияния на развитие клинической микробиологии. Изоляция чистой культуры возбудителя (бактерий и микроскопических грибов) на питательных средах — краеугольный камень методологии Коха — была обязательным этапом, предвещающим его идентификацию и изучение штаммовых особенностей. В последние годы ситуация резко изменилась. Внедрение в практику революционных достижений протеомики, генетики, нанотехнологий и биоинформатики позволяет отказаться от традиционных методов классической микробиологии Коха и проводить идентификацию микроба без изоляции чистой культуры.

Одной из главных задач клинической микробиологии является определение видовой принадлежности возбудителя, которое считается необходимым условием эффективных лечебных и профилактических мероприятий. Идея постановки диагноза инфекционного заболевания без предварительной изоляции возбудителя возникла в XIX в., когда были предложены методы микроскопической экспресс-диагностики туберкулёза, гонореи, менингококкового менингита и некоторых других заболеваний. Эти методы продолжают успешно использоваться и в настоящее время, однако возможности микроскопической диагностики ограничены несколькими инфекционными заболеваниями. Поэтому в подавляющем большинстве случаев метод выделения чистой

БАРАНОВ Александр Александрович — академик РАН, директор ФГБНУ “Научный центр здоровья детей”. МАЯНСКИЙ Андрей Николаевич — доктор медицинских наук, профессор кафедры микробиологии и иммунологии ГБОУ ВПО “Нижегородская государственная медицинская академия” Минздрава России. ЧЕБОТАРЬ Игорь Викторович — доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник лаборатории микробиологии ФГБНУ “Научный центр здоровья детей”. МАЯНСКИЙ Николай Андреевич — доктор медицинских наук, руководитель лабораторного отдела ФГБНУ “Научный центр здоровья детей”.

baranov@nczd.ru; mayansky@gma.nnov.ru; nizarnn@yandex.ru; mayansky@nczd.ru

культуры на питательных средах до недавних пор оставался безальтернативным. Однако он имеет два важных недостатка. Первый относится к длительности выполнения (от 18 ч до нескольких суток), и хотя считается техническим, в условиях клиники негативно, а иногда и трагически сказывается на качестве лечебного процесса. Второй недостаток метода состоит в том, что он не позволяет культивировать некоторые популяции или виды в условиях *in vitro*. Невозможность получения чистой культуры может быть связана с феноменом жизнеспособных, но некультивируемых бактерий либо являться следствием видовой прихотливости [5, 6]. Последнее свойство некоторых бактерий проявляется в том, что они требуют для размножения невоспроизводимых *in vitro* условий либо нуждаются в обязательном симбиозе с хозяином или другими микробами, без которых их метаболизм неполноценен. Современные технологии позволяют избежать этих недостатков и решить основные задачи медицинской микробиологии без предварительного накопления чистой культуры, используя только образцы биологического материала от пациента.

Любой метод микробиологического исследования включает три обязательных этапа: 1) пробоподготовку; 2) обнаружение специфических признаков, уникальных для того или иного вида микроба; 3) анализ полученных результатов.

Пробоподготовка. Культивирование на питательных средах можно рассматривать как вариант пробоподготовки, нацеленной на получение массы бактерий, достаточной для последующего анализа. Культивирование является обязательным этапом лишь в случаях, когда существующие методы не обладают чувствительностью, достаточной для определения специфических видовых признаков на микроскопическом количестве микробных клеток. Высокочувствительные технологии, появившиеся в последние 15–20 лет, позволяют анализировать биологический материал без его длительного накопления, хотя и они в большинстве случаев требуют специальной пробоподготовки — концентрации, сепарации или амплификации нуклеиновых кислот (НК).

Технологии обнаружения видового маркера без предварительного накопления чистой культуры можно классифицировать по двум критериям: типу молекул, являющихся специфическими видовыми маркерами, и технологии идентификации маркера. Роль универсальных специфических видовых маркеров бактерий выполняют структуры разного химического строения — белки, полисахариды, НК, липиды, продукты метаболизма. Однако использование большинства из них малоприспособлено для клинической микробиологии, поскольку они могут служить лишь признаками ограниченно-го числа видов (или даже одного вида) в пределах узких таксонов (рода, семейства). Из-за своей ва-

риабельности и отсутствия строгого соответствия видовым таксонам они не способны стать универсальными видоспецифическими маркерами для всех патогенетически значимых бактерий. Например, определение капсульных антигенов на основе серологической реакции латекс-агглютинации нашло широкое применение для идентификации пневмококков и их сероваров, но агглютинацию так и не смогли адаптировать для многих других бактерий (*Pseudomonas spp.*, *Acinetobacter spp.* и др.). Диагностически значимые метаболиты бактерий тоже специфичны лишь для представителей отдельных таксонов.

Достаточно универсальные и консервативные видоспецифические индикаторы — рибосомальные протеины. Крайне важным видовым маркером являются и НК. В качестве видоспецифичных НК логично было бы использовать ДНК-последовательности, которые соответствуют 16S-рибосомальной РНК — гены 16S-p-РНК. Эти уникальные для бактерий участки ДНК являются современным “золотым стандартом” таксономии. Однако на практике для достоверной идентификации бактерий из естественных источников, содержащих смешанные культуры, использование лишь генов 16S-p-РНК не всегда оказывается достаточным. Группой учёных во главе с В.Дж. Уилсоном было показано, что более или менее успешная (от 84 до 97% верных результатов из 17483 патогенных прокариотов) идентификация 11 бактерий (*Bacillus anthracis*, *Brucella abortus*, *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Coxiella burnetii*, *Francisella tularensi*, *Rickettsia prowazekii*, *Staphylococcus aureus*, *Vibrio cholera*, *Vibrio alginolyticus*, *Yersinia pestis*) возможна лишь на основе мультисеквенсного исследования [7]. Иными словами, присутствие каждого из видов исследованных бактерий могло быть доказано лишь на основе обнаружения одновременно нескольких (от 8 до 10) диагностических регионов ДНК. Другие работы говорят о возможности сокращения количества диагностических участков ДНК до одного-двух, что было успешно подтверждено на примере ПЦР-чипа (ПЦР — полимеразная цепная реакция, см. далее) для обнаружения 6 патогенов человека (*Chlamydia trachomatis*, *Ureaplasma urealyticum*, *Mycoplasma hominis*, цитомегаловирус и вирусы иммунодефицита человека HIV-1 и HIV-2), созданного в лаборатории биологических микрочипов Института молекулярной биологии им. В.А. Энгельгардта РАН [8].

Что касается технологий обнаружения специфических видовых маркеров в биологическом материале, зачастую представляющем собой смесь микробов, то они должны обладать следующими свойствами:

- высокой чувствительностью, то есть способностью определять малые, фемтограммовые количества видовых бактериальных маркеров;

- воспроизводимостью — получением одинаковых результатов при идентификации представителей одного вида бактерий;

- методической надёжностью — отсутствием влияния малых изменений условий эксперимента на воспроизводимость результатов исследования.

Помимо перечисленных характеристик, технологии должны обеспечивать возможность идентификации бактерий из разных по качеству и количеству сложных микробных смесей и экономической доступностью. В идеале они должны позволять оценивать жизнеспособность патогенов и степень их вирулентности.

Все технологии идентификации видоспецифичных маркеров можно разделить на три группы: 1) сенсорные — основанные на детекции специфического взаимодействия между молекулой-сенсором и видоспецифическим маркером микроба; 2) сиквентс-методы — распознающие полимерные видовые маркеры путём определения специфических последовательностей мономеров в их структурах; 3) спектрометрические — базирующиеся на определении видоспецифических спектральных характеристик микробных компонентов либо продуктов их ионизации.

В качестве специфических биосенсоров предлагались различные молекулы — антитела и их фрагменты, НК, пептидо-нуклеиновые кислоты, лектины, бактериофаги, аптамеры и др. [9, 10]. До широкого практического применения сегодня дошли лишь биосенсоры на основе антител в иммунохимическом анализе и НК в реакциях гибридизации. Среди спектрометрических методов безусловным лидером идентификации микроорганизмов на основе анализа их белковых молекул является масс-спектрометрия (рис.).

Первые технологии, позволившие проводить идентификацию возбудителя в биологическом материале быстро и одновременно по нескольким видам бактерий, были реализованы на основе иммунохимических реакций (ИХР), а позднее — на основе гибридизации НК и масс-спектрометрии. Хотя ИХР и являются высокочувствительным инструментом определения видоспецифических бактериальных антигенов, их воспроизведение на многолуночных планшетах из-за лимитированного числа лунок не позволяет использовать необходимое количество иммунохимических зондов (чаще всего — меченых антител) для масштабной идентификации бактерий, принадлежащих к разнообразным таксонам.

Более плодотворным способом универсальной иммунохимической идентификации стало бы выполнение ИХР на платформе биочипов. Такой метод получил теоретическое описание, но до сих пор не нашёл практического воплощения. Первые упоминания о возможности успешного применения иммунохимических биочипов (immunoassay chip)



Принципы функционирования перспективных технологий, позволяющих идентифицировать микроорганизм без его изоляции на питательных средах

появились в конце XX в. [11]. За последующие 15 лет предпринимались многочисленные попытки сделать иммунохимический чип пригодным для проведения видовой идентификации широкого спектра таксонов, однако, несмотря на оптимистичные прогнозы сторонников использования ИХР-чипов, сегодня не существует ни одного промышленного образца, позволяющего проводить одномоментную идентификацию бактерий из всех клинически значимых таксонов. Действующие образцы направлены на определение лишь одного или нескольких видов возбудителей [12]. Такие возможности могут обеспечить диагностику конкретного заболевания или группы заболеваний, но неприемлемы для всеобъемлющей идентификации бактерий. Можно предположить, что исследования зашли в тупик в связи с отсутствием надёжных антигенных видоспецифических маркеров для каждого из видов клинически значимых бактерий.

Наиболее распространённый вариант гибридизации НК — метод полимеразной цепной реакции (ПЦР) — воспроизводится на амплификаторах в клинической микробиологии уже более 25 лет. Несмотря на это, его диагностические возможности долгое время оставались лимитированными, как и в случае планшетных вариантов ИХР. Ограничения были связаны с тем, что для определения каждого вида необходимо использовать, как минимум, два праймера*. Другими словами,

* Праймер — короткая последовательность молекулы ДНК, используемая для инициации синтеза специфического фрагмента при полимеразной цепной реакции.

технические возможности оборудования долгое время не позволяли проводить одномоментную идентификацию вида (или нескольких видов) из сотен возможных вариантов. Ещё одним недостатком ПЦР, реализуемой на амплификаторах, была высокая стоимость сравнительно больших объёмов используемых реагентов, которая значительно возрастала с каждой парой праймеров. Эти существенные недостатки удалось преодолеть с появлением микроматричных и микрофлюидных методов гибридизации НК [10, 13]. Для детекции совершившейся гибридизации предложено несколько методов, из которых чаще всего применяется регистрация флуоресценции.

Остроумно сконструированные микрофлюидные устройства, детектирующие патогены на основе ПЦР, характеризуются высокой чувствительностью (от 10 фг в 1 мл), быстротой получения результата (от 30 минут до нескольких часов) и достаточной специфичностью [10]. Однако их главным недостатком остаётся ограниченное количество диагностируемых видов: большинство конструкций направлено на идентификацию единственного вида, некоторые позволяют определить до нескольких десятков видов. Этого явно недостаточно для клинической микробиологии, которая нуждается в идентификации, способной охватить все патогенетически значимые виды. Вероятно, поэтому ни одна из диагностических микрофлюидных систем не производится сериями, соизмеримыми по количеству с продаваемыми микроматричными гибридизационными биочипами.

Видовая идентификация на основе гибридизации НК направлена на обнаружение видоспецифических участков микробной ДНК, называемых целевыми генами или диагностическими участками (регионами). Биочип для видовой идентификации организован как матрица, содержащая набор рабочих полей (microarray), на которых в определённом порядке фиксированы специфические сиквенс-последовательности для гибридизации с соответствующими им целевыми генами из амплифицированной ДНК исследуемого образца. В качестве целевых генов могут использоваться гены бактерий, специфичные для того или иного таксона. Рабочий объём биочипов такого типа огромен. Например, одна из базовых платформ компании PathGEN Dx (Сингапур) выпускает генетический чип для клинических исследований PathGEN® PathChip. Он совмещается с системой анализа GeneChip® System (компания Affymetrix, США), которая позволяет идентифицировать около 20 тыс. видов бактерий, принадлежащих к 26 родам (информация с сайта компании PathGEN Dx Pte Ltd. [14]). Другой производитель microarray-инструментов — Lawrence Livermore National Laboratory (LLNL) из Калифорнии (США), производит аналогичные устройства,

также основанные на гибридизации предварительно амплифицированной ДНК из биологических образцов для определения специфичных НК-последовательностей вирусов и бактерий (информация с сайта компании Lawrence Livermore National Laboratory [15]). Чип, получивший название Lawrence Livermore Microbial Detection Array (LLMDA), представляет собой стеклянную пластину размером 2.5×7.5 см, которая вмещает около 400 тыс. специфических микробных сиквенс-последовательностей. Один из вариантов чипов этого типа обеспечивает идентификацию 2195 видов вирусов и 24 видов бактерий [16]. Недавно компания LLNL заявила о тестировании нового поколения microarray-чипов, которые предназначены для определения не только вирусов и бактерий, но также грибов и простейших. Они разработаны на основе 178 тыс. сиквенсов от 5.7 тыс. вирусов, 785 тыс. сиквенсов от нескольких тысяч бактерий, 237 тыс. сиквенсов от нескольких сотен грибов и 202 тыс. сиквенсов от 75 простейших. В России лидером разработки microarray-устройств является Институт молекулярной биологии им. В.А. Энгельгардта РАН, где были успешно сконструированы чип-инструменты для идентификации микобактерий, хламидий, микоплазм, вирусов гриппа, гепатитов, цитомегаловируса, вирусов иммунодефицита человека [17, 18].

Работа с подобными гибридизационными microarray-чипами требует пробоподготовки — упомянутой выше амплификации НК из исследуемого материала. Этот процесс длительный и трудоёмкий. Длительность пробоподготовки, выполняемой в течение 24–48 ч, снижает практическую значимость данного способа идентификации видовой маркера в неотложных клинических случаях. Перспективы применения microarray-чипов для быстрой идентификации в клинической микробиологии связаны с появлением новых устройств, ускоряющих амплификацию. Компания LLNL предложила технологию Fast Polymerase Chain Reaction Instrument, которая основана на транспорте амплифицируемой НК через слои пористого материала с заданными градиентами температур, соответствующих разным фазам цикла амплификации [19]. Длительность одного термального цикла в таких условиях составляет менее 2.5 с, а весь процесс ПЦР занимает около 3 мин.

Другой путь ускорения амплификации реализуется при помощи специальных микрофлюидных чипов, в которых амплификация осуществляется не за счёт нагрева—охлаждения стационарной области (microarray), а путём прохождения микропотока жидкости, несущей НК, через капилляры, на отдельных участках которых локально поддерживается нужная для разных фаз цикла (денатурация—отжиг—элонгация) температура [20]. Длительность процесса амплификации на

чипах, работающих по такому принципу, фантастически мала — 40 термальных циклов выполняется за 5 мин [21]. Ускорение процесса амплификации может быть также достигнуто за счёт бесконтактных источников нагревания — инфракрасных, лазерных, микроволновых и т.д. [22]. Применение технологий ускоренной амплификации позволяет реализовать архитектуру чипа, сочетающего в себе большие количества рабочих областей microarray-чипов и возможности быстрой пробоподготовки-амплификации. Появление новых подходов к амплификации НК, не требующих процедур нагрева и охлаждения всей реакционной смеси (геликаза-зависимая изотермическая амплификация и др.), открывает новые перспективы воспроизведения ПЦР на чипах.

Использование чип-технологий революционизировало ещё один инструмент молекулярно-генетических исследований — секвенирование, сделав его доступным для использования в идентификации микроорганизмов без их предварительного культивирования. Уже сегодня NGS-технологии (от англ. next-generation sequencing — секвенирование следующего/нового поколения) позволяют идентифицировать микроорганизмы в смешанной культуре менее чем за сутки [23]. Если исходить из таких критериев, как скорость, широта охвата идентифицируемых видов, качество и цена, то весьма интересной для клинической микробиологии является чип-система подготовки биологического материала для полупроводникового секвенирования Access Array IFC (Fluidigm Corporation, США). Она обеспечивает создание библиотеки из 23 040 ампликонов. Такой объём библиотеки может быть создан на основе НК от 1 до 48 образцов, что позволяет получить, соответственно, от 23040 до 480 ампликонов на 1 образец. Иными словами, возможностей системы вполне хватает, чтобы обнаружить и идентифицировать в исследуемом материале все клинически значимые микроорганизмы и, более того, оценить их вирулентные и резистентные свойства по наличию соответствующих генов. Полученные ампликоны подвергаются секвенированию на открытой платформе (секвенаторы Roche 454, Illumina GAIIx, HiSeq, MiSeq, Ion Torrent PGM). Биоинформатически обработанные результаты секвенирования позволяют ответить на вопрос о таксономической принадлежности присутствующих в образце микроорганизмов. Полное время выполнения анализа составляет менее 24 ч.

Принципиальным достоинством биочипов является возможность одновременной идентификации множества видов в одном образце, поэтому они позволяют идентифицировать бактерии непосредственно в биоматериале от пациента. Результаты исследований вселяют уверенность в том, что в ближайшие пять-семь лет биочипы станут универсальным и сверхчувствительным диа-

гностическим инструментом клинической микробиологии, позволяющим определять возбудителей в минимальных концентрациях и различных сочетаниях.

Не менее интересным направлением идентификации возбудителя в биологическом материале является масс-спектрометрия (mass spectrometry, или MS) [24]. Наиболее пригодными для решения задач практической микробиологии считаются два технологических варианта масс-спектрометрии — MALDI-TOF-MS и ESI-QTOF-MS (названия происходят от аббревиатур словосочетаний Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionization Time-of-Flight Mass Spectrometry и Electrospray Ionization Quadrupole Time-of-Flight Mass Spectrometry) [25].

Одно из первых упоминаний о масс-спектрометрическом изучении бактериальных рибосомальных протеинов (при рассмотрении модели *E. coli*), на основе характеристик которых позднее была создана вся система MALDI-TOF-идентификации прокариот, относится к 1975 г. [26]. В течение последующих 15 лет удалось не только усовершенствовать масс-спектрометры и оптимизировать химические составы матриц для MALDI-TOF-MS, но и создать колоссальные базы данных, концентрирующие специфичные масс-спектры тысяч видов бактерий и грибов. В 2009 г. были опубликованы результаты первой масштабной апробации MALDI-TOF-MS — идентификации 1660 бактериальных изолятов, проведённой при поддержке компьютерной базы масс-спектров компании Bruker [27]. Успех был очевиден: 84.1% исследованных штаммов были идентифицированы до вида и 11.3% — до родового таксона. Начиная с 2010 г. MALDI-TOF-идентификация постепенно начала входить в рутинную практику крупных микробиологических лабораторий.

Сегодня установлено, что точность видовой идентификации бактерий из суточной культуры сильно зависит от их видовых свойств. Большинство клинически значимых грамотрицательных штаммов правильно определяются до вида в 82% (точность биохимической идентификации до вида для этих же штаммов на анализаторах составила в среднем 75%), до рода — в 79.9–93% случаев [24, 28, 29]. Однако существуют виды, хотя и немногочисленные, с трудом идентифицируемые при помощи MS. К ним относятся представители родов *Kosuria*, *Nocardia*, *Shigella*, *Streptococcus* и некоторые другие [24].

До недавнего времени MALDI-TOF-идентификация требовала предварительного накопления бактерий в течение 18–24 ч на питательных средах. Только в последние годы стали появляться MS-технологии, позволяющие определять бактерии непосредственно в биологическом материале от больного. Первую коммерчески доступную тест-систему для MS-определения бактерий непосредственно в крови пациентов с инфекциями

кровотока — MALDI Sepsityper Kit, выпущенную фирмой Bruker Daltonics — можно назвать революционным шагом навстречу новой эре в микробиологии [30].

Пробоподготовка при помощи MALDI Sepsityper Kit и масс-спектрометрия, проведённая на MALDI-Biotyper, обеспечивали 100%-ную точность определения возбудителя до рода при мономикробных бактериемиях, но не позволяли поставить точный микробиологический диагноз при полимикробных бактериемиях [30]. По всей видимости, количество подобных коммерческих наборов для пробоподготовки биологического материала (кровь, моча, мокрота, ликвор, гной и т.д.) без предварительного культивирования в ближайшие годы будет увеличиваться.

Несмотря на некоторые несовершенства метода, MS-идентификация является одним из самых перспективных инструментов новой микробиологической диагностики. К её достоинствам нужно отнести: быстроту исполнения, высокую чувствительность (MALDI-TOF-MS позволяет обнаружить целевой белок в фемтомольных концентрациях) и минимальное количество необходимых расходных материалов. Эксперты считают, что эволюция информационно-программной поддержки MS, совершенствование аппаратной части (повышение чувствительности, расширение динамического диапазона измерений) и внедрение новых методов пробоподготовки материала уже в ближайшем будущем обеспечат возможность непосредственной видовой идентификации в биологическом материале, содержащем смесь микроорганизмов из различных таксонов.

Последнее, о чём необходимо сказать, разбирая новейшие методы определения возбудителя, — это использование комбинированных технологий. Сочетание в одном устройстве различных диагностических технологий приводит к разработке оригинальных и эффективных методов идентификации. В частности, исследователи добились колоссального повышения чувствительности иммунохимических тест-систем за счёт комбинирования иммунохимической реакции (связывание целевого антигена диагностическим антителом) с ПЦР. Метод получил название “иммуно-ПЦР” [31]. Для воспроизведения иммуно-ПЦР антитела были связаны не с традиционными для иммунохимического анализа молекулами (пероксидаза, флуорохромы и др.), а с ДНК-меткой. После связывания целевого антигена с антителом воспроизводилась амплификация ДНК-метки с соответствующими праймерами. Количество амплифицированных фрагментов ДНК пропорционально количеству целевого антигена. Учёт результатов проводился согласно общим принципам ПЦР. По сравнению с классическим иммуноферментным анализом кратность увеличения чувствительности иммуно-ПЦР-реакции в зависимости от антигена и особенностей методики

составила от 10^1 до 10^7 раз, что позволило определять фемтограммовые количества антигена [31]. Повышение чувствительности системы позволяет оперировать меньшими объёмами реакционных компонентов. Это не только удешевляет метод, но и значительно умножает число рабочих полей в архитектуре иммуно-ПЦР-биочипа, а значит, увеличивается количество определяемых маркеров.

Заслуживает внимания комбинация биочипопосредованной пробоподготовки (сепарации и концентрации) анализируемого материала и масс-спектрометрии, принципы которой могут успешно использоваться для нужд клинической микробиологии [32].

Анализ полученных результатов. Говоря о перспективных устройствах для идентификации микробов, следует подчеркнуть, что все они могут функционировать лишь в сочетании со сложным аппаратно-информационным обеспечением, позволяющим обработать полученные результаты и дать им микробиологическую оценку. Учёт результатов, полученных на мультиплексных *microarray*-устройствах, осуществляется при помощи специально разработанных оптических систем, которые оценивают и сохраняют информацию о флуоресценции на рабочих областях чипа. Выводы о присутствии видоспецифичных генов и, следовательно, о наличии соответствующего возбудителя делаются на основе компьютерного анализа полученных карт. Масс-спектрометрическая идентификация стала доступной только после создания программных пакетов, вмещающих в себя колоссальные библиотеки масс-спектров. Сложный статистический анализ, осуществляемый в процессе идентификации, позволяет сопоставить полученные масс-спектры тестируемого изолята с данными из библиотек и оценить вероятность его принадлежности к той или иной таксономической группе.

Проблемы идентификации микроорганизмов без предварительного культивирования. Конечно, внедрение новых идентификационных технологий не обходится без проблем. Нужно учитывать, что видоспецифические признаки, на основе обнаружения которых проводится современная идентификация, представляют собой конкретные мономолекулярные структуры. В связи с этим на этапе пробоподготовки необходимо определить, присутствуют ли в биологическом материале жизнеспособные бактерии или обнаружен случайный нуклеиновый или белковый “мусор”, появляющийся даже в стерильных локусах за счёт нарушения тканевых барьеров у пациентов, бактериемия у которых не была подтверждена микробиологически [33]. Задача может быть решена двумя путями. Первый — воспроизведение нескольких циклов деления бактерий, что возможно реализовать с помощью микрофлюидных систем. Такое “микрорепродуктивное” потребует примерно в 10 раз меньше времени, чем классическое культивиро-

вание. Второй путь может быть связан с витальной окраской микробов флуоресцентными красителями, свидетельствующей об их жизнеспособности [34].

Не менее важную проблему представляет гомология видоспецифических маркеров. В частности, видоспецифичность рибосомальных протеинов не является абсолютной. Например, долгое время не удавалось добиться MALDI-TOF-масс-спектрометрической дифференциации между видами *Streptococcus pneumoniae* и *Streptococcus mitis*, *E. coli* и *Shigella spp.* [24]. Однако время показало, что подобные проблемы решаемы. При помощи масс-спектрометра MALDI-Biotyper и программных пакетов FlexAnalysis 3.3 и ClinProTools 2.2 (Bruker Daltonics) недавно были охарактеризованы пики масс-спектров, позволяющие дифференцировать эшерихии и шигеллы на родовом и видовом уровнях [35]. Примерно тогда же была описана методика распознавания *S. pneumoniae* и зеленящих стрептококков: она была реализована на платформе MALDI-TOF-масс-спектрометра Vitek MS (BioMérieux) с прилагающимся программным обеспечением [36]. Последовательности 16S-рибосомальных генов некоторых различающихся видов также могут демонстрировать высокую степень гомологии, не позволяющую дифференцировать их при помощи ПЦР [37, 38]. В подобных случаях для идентификации на основе гибридизационных методов необходимо использовать дополнительные не-16S-рибосомальные диагностические участки core-генома, которые являются видоспецифичными и консервативными для проблемных видов.

Таким образом, вопросы гомологии технических преодолены и могут быть решены в ближайшем будущем благодаря увеличению динамического диапазона устройств регистрации, оптимизации выбора видоспецифических мишеней, внедрению новых приёмов пробоподготовки и совершенствованию биоинформатической обработки результатов.

* * *

Начавшееся внедрение описанных технологий, позволяющих идентифицировать все патогенетически значимые виды без предварительного культивирования непосредственно в материале, полученном от больного, свидетельствует о прорыве микробиологии в новую эру развития. В связи с этим возникает необходимость переосмысления постулатов Р. Коха. Современный подход медицинской микробиологии демонстрирует качественно иную методологию исследований, которую можно назвать *неоклассической*. В её рамках классические постулаты Коха должны интерпретироваться с позиций молекулярной биологии. При этом понятие “микроорганизм” заменяется термином “протеин” (либо “инфекционный протеин”) или “последовательности

НК патогена” [3, 39]. Безусловно, рассматриваемый скачок в развитии был подготовлен десятилетиями микробиологической, научной и клинической практики и стал возможным лишь на базе огромного фактического материала, накопленного микробиологией Коха за полуторавековую период её существования. В этом ракурсе эволюция микробиологии похожа на развитие других наук — физики, химии, философии.

Анализ потенциальных возможностей и результатов апробации новых микробиологических технологий позволяет спрогнозировать грядущие революционные изменения методического и организационного облика медицинской микробиологии. Как становится очевидным из нашего исследования, внедрение методов диагностики на основе биочипов или масс-спектрометрии обернётся не просто сменой парка оборудования. Оно может означать существенное снижение роли традиционных микробиологических методов и изменение структуры лабораторий клинической микробиологии. Не исключено, что задача постановки микробиологического диагноза уже в обозримом будущем будет решаться непосредственно в отделениях, “у постели больного”, руками специалиста, имеющего подготовку в сфере инфекционных болезней и молекулярной биологии. С учётом обозначенных перспектив сегодня самое время задуматься о внесении изменений в программу профессиональной подготовки будущих микробиологов, с тем чтобы она соответствовала новому этапу развития современных технологий и микробиологических исследований в целом.

Статья подготовлена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ (соглашение № 14.607.21.0064, уникальный идентификатор прикладных научных исследований RFMEFI60714X0064).

ЛИТЕРАТУРА

1. Brock T.D. Robert Koch: a life in medicine and bacteriology. Washington: American Society of Microbiology Press, 1999.
2. Loeffler F. Untersuchungen über die Bedeutung der Mikroorganismen für die Entstehung der Diphtherie beim Menschen, bei der Taube und beim Kalbe // Mitth. a.d. kaiserl. Gesundheitsampte. 1884. Bd. 2. S. 421—499.
3. Walker L., LeVine H., Jucker M. Koch's postulates and infectious proteins // Acta Neuropathologica. 2006. V. 112. P. 1—4.
4. Evans A.S. Causation and disease: the Henle-Koch postulates revisited // The Yale Journal of Biology and Medicine. 1976. V. 49. P. 175—195.
5. Юдин И.П. Современные подходы к оценке жизнеспособности бактерий с акцентом на феномене некультурабельности // Анналы Мечниковского института. 2007. № 3.
6. Li L., Mendis N., Trigui H. et al. The importance of the viable but non-culturable state in human bacterial

- pathogens // *Frontiers in Microbiology*. 2014. V. 5. P. 1–20.
7. *Wilson W.J., Strout C.L., DeSantis T.Z. et al.* Sequence-specific identification of 18 pathogenic microorganisms using microarray technology // *Molecular and Cellular Probes*. 2002. V. 16. P. 119–127.
 8. *Мызникова А.И., Захарова Н.В., Грядунов Д.А. и др.* Олигонуклеотидный микрочип для одновременной идентификации шести возбудителей различной природы // *Вопросы практической педиатрии*. 2009. Т. 4. С. 35–383.
 9. *Wang Y., Ye Z., Ying Y.* New trends in impedimetric biosensors for the detection of foodborne pathogenic bacteria // *Sensors*. 2012. V. 12. P. 3449–3471.
 10. *Foudeh A.M., Didar T.F., Veres T., Tabrizian M.* Microfluidic designs and techniques using lab-on-a-chip devices for pathogen detection for point-of-care diagnostics // *Lab on a Chip*. 2012. V. 12. P. 3249–3266.
 11. *Kricka L.* Trends in immunoassay technologies // *Journal of Clinical Immunoassay*. 1993. V. 16. P. 267–271.
 12. *Su W., Gao X., Jiang L., Qin J.* Microfluidic platform towards point-of-care diagnostics in infectious diseases // *Journal of Chromatography*. 2015. V. 1377. P. 13–26.
 13. *Schena M., Heller R.A., Theriault T.P. et al.* Microarrays: biotechnology's discovery platform for functional genomics // *Trends Biotechnology*. 1998. V. 16. P. 301–306.
 14. <http://www.pathgndx.com>
 15. <https://www.lnl.gov>
 16. *Gardner S.N., Jaing C.J., McLoughlin K.S., Slezak T.R.* A microbial detection array (MDA) for viral and bacterial detection // *BMC Genomics*. 2010. V. 11. P. 1–21.
 17. *Заседачев А.С., Михайлович В.М., Грядунов Д.А. и др.* Применение биочипов в лабораторной медицине // *Клиническая лабораторная диагностика*. 2008. № 9.
 18. *Gryadunov D., Dementieva E., Mikhailovich V. et al.* Gel-based microarrays in clinical diagnostics in Russia // *Expert Review of Molecular Diagnostics*. 2011. V. 11. P. 839–853.
 19. *Wheeler E.K., Hara C.A., Frank J. et al.* Under-three minute PCR: probing the limits of fast amplification // *Analyst*. 2011. V. 136. P. 3707–3712.
 20. *Bu M., Melvin T., Ensell G. et al.* Design and theoretical evaluation of a novel microfluidic device to be used for PCR // *Journal of Micromechanics and Microengineering*. 2003. V. 13. P. S125.
 21. *Münchow G., Dadic D., Doffing F. et al.* Automated chip-based device for simple and fast nucleic acid amplification // *Expert Review of Molecular Diagnostics*. 2005. V. 5. P. 613–620.
 22. *Ahmad F., Hashsham S.A.* Miniaturized nucleic acid amplification systems for rapid and point-of-care diagnostics: a review // *Analytica Chimica Acta*. 2012. V. 733. P. 1–15.
 23. *Salipante S.J., Kawashima T., Rosenthal C. et al.* Performance Comparison of Illumina and Ion Torrent Next-Generation Sequencing Platforms for 16S rRNA-Based Bacterial Community Profiling // *Applied and Environmental Microbiology*. 2014. V. 80. P. 7583–7591.
 24. *Patel R.* MALDI-TOF MS for the Diagnosis of Infectious Diseases // *Clinical Chemistry*. 2015. V. 61. P. 100–111.
 25. *Drake R.R., Boggs S.R., Drake S.K.* Pathogen identification using mass spectrometry in the clinical microbiology laboratory // *Journal of Mass Spectrometry*. 2011. V. 46. P. 1223–1232.
 26. *Wittmann-Liebold B., Geissler A.W., Marzinzig E.* Studies on the primary structure of 14 proteins from the large subunit of *Escherichia coli* ribosomes with an improved protein sequenator and with mass spectrometry // *Journal of Supramolecular Structure*. 1975. V. 3. P. 426–447.
 27. *Seng P., Drancourt M., Gouriet F. et al.* Ongoing revolution in bacteriology: routine identification of bacteria by matrix-assisted laser desorption ionization time-of-flight mass spectrometry // *Clinical Infectious Diseases*. 2009. V. 49. P. 543–551.
 28. *Маянский Н.А., Калакуцкая А.Н., Мотузова О.В. и др.* MALDI-TOF масс-спектрометрия в рутинной работе микробиологической лаборатории // *Вопросы диагностики в педиатрии*. 2011. № 5.
 29. *Saffert R.T., Cunningham S.A., Ihde S.M. et al.* Comparison of Bruker Biotyper matrix-assisted laser desorption ionization time of flight mass spectrometer to BD Phoenix automated microbiology system for identification of gram-negative bacilli // *The Journal of Clinical Microbiology*. 2011. V. 49. P. 887–892.
 30. *Kok J., Thomas L.C., Olma T. et al.* Identification of bacteria in blood culture broths using matrix-assisted laser desorption-ionization Sepsityper™ and time of flight mass spectrometry // *PloS one*. 2011. V. 6. № 8: e23285.
 31. *Mehta P.K., Raj A., Singh N.P., Khuller G.K.* Detection of potential microbial antigens by immuno-PCR (PCR-amplified immunoassay) // *Journal of Medical Microbiology*. 2014. V. 63. P. 627–641.
 32. *Oedit A., Vulto P., Ramautar R. et al.* Lab-on-a-Chip hyphenation with mass spectrometry: strategies for bio-analytical applications // *Current Opinion in Biotechnology*. 2015. V. 31. P. 79–85.
 33. *Ono S., Tsujimoto H., Yamauchi A. et al.* Detection of microbial DNA in the blood of surgical patients for diagnosing bacterial translocation // *World journal of surgery*. 2005. V. 29. P. 535–539.
 34. *Correa I.R.* Live-cell reporters for fluorescence imaging // *Current Opinion in Chemical Biology*. 2014. V. 20. P. 36–45.
 35. *Khot P.D., Fisher M.A.* Novel approach for differentiating *Shigella* species and *Escherichia coli* by matrix-assisted laser desorption ionization–time of flight mass spectrometry // *Journal of Clinical Microbiology*. 2013. V. 51. P. 3711–3716.
 36. *Dubois D., Segonds C., Prere M.F. et al.* Identification of clinical *Streptococcus pneumoniae* isolates among other alpha and nonhemolytic streptococci by use of the Vitek MS matrix-assisted laser desorption ionization–time of flight mass spectrometry system // *Journal of Clinical Microbiology*. 2013. V. 51. P. 1861–1867.
 37. *Kolbert C.P., Persing D.H.* Ribosomal DNA sequencing as a tool for identification of bacterial pathogens // *Current Opinion in Microbiology*. 1999. V. 2. P. 299–305.
 38. *Mignard S., Flandrois J.P.* 16S rRNA sequencing in routine bacterial identification: a 30-month experiment // *Journal of Microbiological Methods*. 2006. V. 67. P. 574–581.
 39. *Fredericks D.N., Relman D.A.* Sequence-based identification of microbial pathogens: a reconsideration of Koch's postulates // *Clinical Microbiology Reviews*. 1996. V. 9. P. 18–33.

DOI: 10.7868/S0869587315110134

Коррупция рассматривается в статье как одна из основных проблем современной России. Поскольку она имеет ярко выраженные психологические составляющие, в её решении, по мнению авторов, должны активно участвовать психологическая наука и практика. Среди практических возможностей психологии в противодействии коррупции — изменение толерантного отношения к ней в обществе, мобилизация населения на борьбу с её проявлениями, психологический мониторинг законопроектов, тестирование кандидатов на “взяточёмкие” должности с помощью специальных психологических методик и др.

ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ КОРРУПЦИИ

А.Л. Журавлёв, А.В. Юревич

Коррупция представляет собой многоаспектное, многоуровневое¹, системно организованное социальное явление, интегрирующее экономическую, юридическую, социальную, управленческую, этическую и политическую составляющие [3]. Присутствует в коррупции и психологическая составляющая, что создаёт для психологической науки необходимость участия в междисциплинарном изучении этого феномена, а для психологической практики — в его искоренении.

¹ Одна из основных классификаций её форм основана на различении бытовой, деловой и политической коррупции, хотя можно выделить и другие её виды. Например, Д. Кауфман описывает такие, как “скупка государства”, влияние на государство и административная коррупция [1]. Различают также “низовую” и “верхушечную” коррупцию, коррупцию бюрократическую, политическую и государственную [2].

КОРРУПЦИЯ КАК ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА

Психология только начинает присоединяться к научным дисциплинам, изучающим коррупцию. Справедливо отмечается, что “в современной научной литературе отражены результаты исследований природы становления коррупции с позиций экономики, политики и права, психологические же особенности формирования коррупционного поведения у госслужащих не изучены” [4, с. 188]. При этом “научные исследования коррупции страдают существенными недостатками, среди которых в первую очередь следует отметить их односторонность. Она выражается в том, что в основном изучаются правовые и социологические аспекты коррупции при полном игнорировании психологических аспектов. Создаётся впечатление, что берут и дают взятки, злоупотребляют своим служебным положением и т.д. не живые люди с их страстями и влечениями, а некие роботы, лишённые потребностей и чувств. Поэтому и предлагаемые меры борьбы с этим явлением не учитывают необходимость решения важнейших вопросов индивидуально-психологического и социально-психологического характера” [5].

Тем не менее психология коррупции как самостоятельная и перспективная область психологического исследования начинает формироваться. При психологическом изучении сотрудников органов внутренних дел, осуждённых за коррупцию, выявлено, что они обладают такими качествами, как стремление общаться с небольшим количеством людей, повышенная осторожность при установлении близких отношений, отсутствие жалости к жертвам коррупции и др. [4]. Психологический профиль коррупционеров близок к профилю бывших сотрудников правоохранительных структур, осуждённых за общеуголов-



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

ные преступления, причём они, как правило, полагают, что расплата за их коррупционную деятельность не наступит никогда [4]². Для них характерны такие виды психологической защиты, как отрицание и компенсация, убеждённости в том, что жертвы коррупционных преступлений сами часто совершают такие преступления и это якобы оправдывает коррупцию. Коррупционеры отрицают свою коррупционную деятельность как преступление (“все так делают, кто-то больше, а кто-то меньше”), преподнося её как своего рода “экспроприацию экспроприаторов”.

В исследованиях выявилась также взаимосвязь коррупции и агрессии, хотя прямая агрессия в коррупционном поведении обычно не отражается. Высказывается предположение, согласно которому одним из главных факторов склонности к коррупции служит скрытая агрессия [4]. Стало быть, высокая агрессивность как одна из главных характеристик социально-психологической атмосферы современного российского общества [7] вносит большой вклад в распространённость коррупции. Важную роль играет и нравственная атмосфера общества. В частности, трудно не согласиться с писателем Д. Корецким, что “всё упирается в честь и совесть. Законы — вторичное явление” [8, с. 3].

Социально-психологическое изучение мотивов коррупционного поведения высветило два ведущих мотива: достаточно очевидный, состоящий в стремлении к материальным благам, и менее тривиальный, заключающийся в отношении к коррупции как к опасной и увлекательной игре. По мнению Ю.М. Антоняна, “игровые мотивы в коррупционном поведении переплетаются с корыстными и начинают мощно детерминировать друг друга. Наличие именно этих двух основ мотивации, их взаимное усиление в значительной мере объясняет как распространённость коррупции, так и то, что соответствующее поведение реализуется в течение многих лет, становясь образом жизни” [5].

Индекс коррупционности, широко используемый международной организацией “Transparency International”, во многом “психологизирован”, поскольку основан на экспертных оценках. Для придания ему более объективного характера необходим учёт психологических механизмов вынесения оценок, их психологической специфики в разных странах и культурах, а также других социально-психологических факторов.

Социально-психологическую картину дополняют социологические исследования коррупции (в данном случае дисциплинарная граница очень условна), проводимые фондом “Информатика

для демократии” (ИНДЕМ)³. В частности, фиксируются такие характеристики современной российской коррупции, как открытость и цинизм [9]. Они согласуются с утверждением, что нынешние российские коррупционеры, как правило, не боятся расплаты за свои действия и считают их вполне оправданными. Технологии скрытого, “безопасного” взяточничества тоже непрерывно развиваются — высокая креативность коррупционеров не вызывает сомнений. Согласно данным зарубежных исследований, наибольших успехов в коррупционных махинациях добиваются высокоинтеллектуальные и творческие люди, для которых характерны нестандартные подходы к решению задач [6]. Действительно, некоторые коррупционные схемы, например, организация коррупционной деятельности на наших таможнях, просто поражают своей изощрённостью и совершенством.

ОТНОШЕНИЕ К КОРРУПЦИИ В РОССИИ

Исследователи подчёркивают три важных свойства отношения к коррупции в нашей стране, непосредственно связанные с массовой психологией россиян.

Первое свойство — толерантность к коррупции, отношение к ней как к повсеместному (“воруют-с”, “все берут” и т.п.) неискоренимому и неизбежному “минимальному уровню зла”, не заслуживающему серьёзного осуждения. По словам Ю.Ю. Болдырева, «сама идея нормальности “минимума коррупции” уже выводит это явление из числа смертных грехов и переводит в разряд неабсолютного зла» [10, с. 457]. В отчёте фонда ИНДЕМ отмечается, что главная характеристика оценок коррупции — “относительное спокойствие и равнодушие” [9].

Второе важное свойство состоит в том, что осуждаются не сами по себе акты коррупции, а лишь запредельные размеры взяток, особенно если они “непропорциональны” должности коррупционеров.

Третья регулярно акцентируемая особенность российского отношения к коррупции — непоследовательность и противоречивость. Своё собственное коррупционное поведение, поведение родных и близких воспринимается как вынужденный ответ на объективные обстоятельства (“не подмажешь — не поедешь” и т.п.), не ассоци-

² Аналогичный эффект выявлен в зарубежных исследованиях коррупции и назван Й. Ламмерсом “моральной близорукостью” [6].

³ Например, учёные из Института социологии г. Лунд (Швеция) провели исследование на тему “Взятки и мораль”, в котором выявились пять основных элементов стереотипа взятки, существующих в массовом сознании: 1) секретность, 2) ценность, 3) производство выгоды, 4) чёткая последовательность (сначала дар, потом — услуга), напоминающая известную схему: “утром деньги, вечером — стулья”, 5) принятие дара на удалении от дарителя (в этом компоненте явно присутствует шведская специфика) [2].

ируется с подкупом и не получает отрицательной эмоциональной оценки, а аналогичное поведение других лиц рассматривается как коррупционное и отражающее их негативные личностные качества. Отвечая на вопрос о том, кто чаще проявляет инициативу при совершении коррупционных сделок, более трети респондентов называют чиновника, а, оценивая свой собственный опыт таких сделок, чиновника указывают вдвое меньше — лишь 17% респондентов [9]. Очень симптоматично и восприятие нашими согражданами своего поведения в соответствии с формулой “да, взятки берём, но решаем по совести”. Подобная асимметрия восприятия органично вписывается в закономерности атрибуции ответственности, хорошо известные в социальной психологии [11].

Важная социально-психологическая особенность российской культуры, создающая благоприятную среду для коррупции, состоит в приоритете неформальных социальных отношений над формальными, “неуставных” над “уставными”. “Патернализм, иерархичность и опора на неформальные отношения с властью, подкрепляемые подарками и услугами, стали фундаментальными характеристиками самой российской культуры” [12]. В результате такая форма коррупции, как обмен ненормативных услуг на деньги, дополняется обменом услуг на услуги, услуг на приобретение более высокого статуса в различных социальных структурах и т.д.⁴ “Взятка, — пишет В.В. Радаев, — это всего лишь примитивная начальная форма отношений, которая опосредует короткие (разовые) взаимодействия и характерна преимущественно для чиновника мелкой и средней руки, а также для представителей малого бизнеса. Элементарная взятка перерастает в систему обмена услугами, которые уже не принимают денежную форму и даже не сводятся к личным подаркам-подношениям” [13, с. 162]. Вместе с тем подобные виды коррупции, в отличие от её материальных форм, вообще не предусмотрены законодательством, что создаёт для них практически неограниченные возможности.

Российской, как и другим культурам, не изжившим элементы патриархальности, свойственны клановость, семейственность, кумовщина, телефонное право, “теневые” способы решения проблем (в том числе и властными структурами), всевозможные “серые кардиналы”. Они создают

психологическую среду, в которую коррупция вписывается очень органично: “Социальные связи в коррумпированных системах реализуются как частные взаимодействия, дружеский или родственник круг” [14]. Так, жёны высоких чиновников часто оказываются “успешными предпринимателями”, зарабатывающими в десятки раз больше своих мужей. А “родственники чиновников высокого ранга из таможенных или налоговых органов вдруг, независимо от квалификации, оказываются на весьма денежных должностях в коммерческих структурах. (Не менее удачливы и родственники некоторых высокопоставленных служащих из других органов власти.)” [15]. Чиновники, оставляющие свои высокие посты, как правило, уходят в коммерческие структуры, где активно используют свои прежние связи, что создаёт крайне благоприятную среду для коррупционных отношений, хотя и не проявляющихся в открытой денежной форме. Справедливо отмечается, что “не работает у нас и норма о конфликте интересов: когда личные чаяния должностного лица вступают в противоречие с его служебными интересами” [16, с. 4], в отличие от западных стран, где чиновник обязан незамедлительно сообщать о подобных конфликтах. Нет и закона об инсайдерстве, который запрещал бы чиновникам использовать служебную информацию в целях личного обогащения, а также предоставлять её своим родственникам и знакомым. Бытовой лексикон россиян изобилует такими выражениями, как “искать выход на” (далее указывается имя большого начальника), а когда наши сограждане по своей вине попадают в какую-либо неприятную ситуацию, например в ДТП, то они начинают звонить не в ГАИ и не в службу скорой помощи, а своим друзьям и знакомым — дабы “отмазали”. Как пишет Б. Дубин, «реформаторы постсоветских лет воспитали лукавого гражданина: не доверяющего власти, но полностью от него зависящего, готового взаимодействовать с государством только через “чёрный ход” беззакония» [17, с. 19].

Привычка добиваться чего-либо “через чёрный ход” органически внедрена в российский менталитет. Будучи крайне актуальной во времена всеобщего дефицита, она сохранилась и поныне и обращена теперь не на товары народного потребления, а на другие цели. Исследование, проведённое в Нижнем Новгороде Институтом социологии РАН, продемонстрировало: на вопрос: “Что необходимо, чтобы стать богатым в России?” 63.6% выбрали ответ: “Иметь нужные связи” [12]. Другой опрос показал, что проблему борьбы с коррупцией 86% населения считают одной из важнейших для современной России, но при этом 40% выражают положительное или нейтральное отношение к прямому или косвенному участию в теневой экономике [18], очевидно, не видя связи одного с другим. По данным фонда

⁴ Как отмечают исследователи, “в слове коррупция (от лат. *corruptere* — портить) определяется как использование должностным лицом своих властных полномочий и доверенных ему прав в целях личной выгоды, противоречащее установленным правилам” [4, с. 191]. А в международных документах взятки в денежной форме вообще не упоминаются. Коррупция определяется как “злоупотребление властью или понятием доверия ради персональных привилегий или в пользу привилегий другому лицу или группе лиц, к которым наблюдается отношение лояльности” [2, с. 532].

ИНДЕМ, считает необходимым избегать коррупции лишь треть отечественных предпринимателей и менее половины наших сограждан, предпринимательством не занимающихся, активной же антикоррупционной установки придерживаются лишь 13% предпринимателей и 15% граждан [9]. Неудивительно, что, вступая в международные организации по борьбе с коррупцией, Россия систематически не выполняет соответствующих конвенций, в частности, не вводит закон о конфискации имущества коррупционеров и их ближайших родственников.

По всей видимости, получают подтверждение три основные модели, объясняющие российскую склонность к рассматриваемому явлению: коррупция — это пережиток советской экономики дефицита; психология взятки укоренена в традиционных для патриархальных культур отношениях одаривания; взятка представляет собой рациональный инструмент специфической рыночной экономики [14]. Самое простое подтверждение их конъюнкции состоит в том, что мздоимство было характерно для отечественной культуры всегда, но нынешний уровень коррупции беспрецедентен. В то же время идея о том, что она не возникает на пустом месте, а служит продолжением отношений, характерных для данного общества, нуждается в уточнении применительно к разным уровням таких отношений. Если на низшем уровне коррупция представляет собой “верхушку айсберга” традиций одаривания и других форм патриархальных отношений, то на высшем выглядит лишь как один из видов бесконтрольности власти в ряду других видов, в частности, тенденции безнаказанно давить граждан своими лимузинами и совершать прочие действия, за которые людям попросту не удалось бы избежать уголовной ответственности.

КОРРУПЦИОННЫЕ СЕТИ

Надстраивание коррупции над системой неформальных, “неуставных” отношений, обладающих в российском обществе приоритетом над отношениями формальными и “уставными”, способствует формированию определённой структуры коррупции, придавая ей организованный характер. Как отмечает С.П. Глинкина, “коррупционер-одиночка” в современной России — вымирающий вид. Ему на смену пришли неформальные структуры — коррупционные сети. Происходит процесс “корпоративизации коррупции” [3, с. 443]. В результате Россия причисляется к не просто коррумпированным, а к системно коррумпированным странам [19].

В этих “сетях” отчётливо выражены горизонтальное и вертикальное измерения. Горизонтальное проявляется в тех случаях, когда, например, “трясти палаточников” приходят двое полицей-

ских и невозможно представить, чтобы один из них брал с них “дань”, а другой — воздерживался от этой практики. Вертикальное — когда низшие чины непременно делятся с вышестоящими, те — со своим начальством и т.д. Попадая в коррупционные сети, практически невозможно остаться некоррумпированным. Если же такой человек появляется, от него стремятся избавиться, в среде коррупционеров действует круговая порука [14]. Что-либо изменить в соответствующих структурах можно только извне и при личном участии высокого начальства. Всё это не только придаёт коррумпированным организациям характер “боевых единиц” и делает их очень устойчивыми, но и порождает хорошо известный в психологии феномен дистрибуции вины и ответственности. В частности, «субъективное восприятие риска снижается, если чиновник делится взяткой с начальством, продавец отдаёт часть “отката” руководителю фирмы и т.д. И чем многочисленнее сеть участников коррупционной сделки, тем чувство вины меньше, как, впрочем, и риск испортить репутацию в случае разоблачения» [3, с. 443].

В отечественной культуре весьма размыты границы между собственно взяткой и тем, что рассматривается как благодарность. Ещё с советских времён у нас широко распространено мнение, что некоторые виды услуг предполагают благодарность в товарно-денежной форме. Скажем, считается просто неприличным придти, например, к врачу, не подарив ему коробку конфет (или горячительный напиток, если врач мужского пола). Подношения деньгами тем же врачам, как правило, осуществляются добровольно, без какого-либо принуждения и вымогательства с их стороны — просто потому, что “так принято”. Неудивительно, что основная часть коррупционного оборота приходится не на долю постоянно критикуемых чиновников, а на представителей таких профессиональных групп, как врачи, учителя, таможенники и т.п.

Подобные формы поведения в других культурах немыслимы. Например, российские эмигранты на Брайтон Бич вызывают недоумение американских полицейских, пытаясь заплатить им за то, что они выполняют свою работу. В свою очередь, мы считаем нормальным то, что в западных странах расценивается как коррупционные *преступления*. Такое отношение к коррупции имеет в России давние традиции. Ещё в XVIII–XIX вв. воровство и мздоимство в государственных учреждениях получало безусловное одобрение в общественном сознании, что нашло отражение во множестве пословиц и поговорок [5]. А сейчас, согласно данным различных опросов, практически невозможно найти россиянина, который если не брал бы, то, по крайней мере, время от времени не давал бы взятки в той или иной форме, причём коррупционное предложение, то есть ко-

личество ситуаций, когда гражданин готов дать взятку, намного превышает коррупционный спрос, то есть количество случаев вымогательства [14].

Словом, коррупция в России — “это больше, чем коррупция”, она “образует давно укоренённую систему социальных отношений, теснейшим образом переплетённую с другими социальными отношениями”, а “правильное лечение страны от коррупции эквивалентно лечению страны вообще” [9].

При этом Россия, находясь под влиянием соответствующих факторов, вписывается и в общемировые закономерности этого явления. Например, уровень коррупции возрастает в период модернизации, когда политическая и экономическая активность населения опережает институциональное оформление её новых форм, которые ещё не закреплёны в законах, и принятие соответствующих решений полностью определяется произволом чиновников [20]. Поэтому, в частности, радикальное уменьшение количества разрешительных и запретительных функций чиновников рассматривается как одно из главных направлений борьбы с коррупцией. Большое влияние на неё оказывают также аномия, равнодушие значительной части населения к нарушению социальных норм, массовые цинизм и утрата здравого смысла [12]. Она связана и с различными национальными особенностями общественной жизни, например, с традицией делать подарки [21, 22], с такой характеристикой культур, как коллективизм—индивидуализм [23], с особенностями религиозных конфессий [24] и с другими факторами. В результате “коррупция трактуется не как временное, болезненное состояние, а как явление, постоянно воспроизводимое культурной традицией, опирающееся на постоянные, устойчивые черты национальной культуры” [12].

Подобная трактовка подкрепляется результатами многочисленных исследований социокультурной обусловленности коррупции. Высказывается точка зрения, согласно которой “антикоррупционная этика базируется на определённом западноевропейском идеале” [2, с. 538], что подтверждается более низким уровнем коррупции в европейских странах по сравнению с неевропейскими [25]⁵. Вместе с тем если уровень коррупции определяется вековыми особенностями национальной культуры, то попытки его снижения выглядят обречёнными на провал. Однако некоторые страны, например, Юго-Восточной Азии добились ощутимых успехов в борьбе с коррупцией,

сохранив самобытную культуру. Оптимизм внушают также исследования, демонстрирующие, что люди, переехавшие из стран с высоким уровнем коррупции в страны, где она практически отсутствует, в большинстве своём прекращают коррупционные действия [6]. Правда, возвращаясь на родину, они снова берутся за старое — начинают давать и брать взятки, что позволяет сделать вывод: “Психология человека, которую изучали исследователи, в таких государствах подчиняется социальным институтам, а не доминирует над ними” [6].

Среди социально-психологических препятствий в борьбе с коррупцией нельзя не упомянуть и общий морально-психологический климат. Как отмечает В. Белай, «честный государственный служащий, который каждый день слышит и читает, что известные политики и высшие должностные лица используют свои публичные возможности для личного обогащения, что “У нас берут все!”», может начать воспринимать себя белой вороной, неудачником, которому даже взятка никто не предлагает. В этой атмосфере он не видит сдерживающих факторов для своего личного обогащения» [15]. А культивирование психологии успеха при отсутствии эффективных ограничений в способах его достижения превращает коррупцию в “распространённую, социально и психологически приемлемую модель поведения” [14]. По утверждению С.В. Алексеева, “коррупционная система не только производит коррупционные позиции, но и формирует механизмы воспроизводства и замещения коррумпированных субъектов. Такими механизмами являются, во-первых, особенности кадрового воспроизводства власти, позволяющие обеспечить приход во власть любого необходимого коррупционной системе человека, и, во-вторых, качество российской элиты, поставляющей коррупционной системе потенциально сопоставимых с ней людей” [14]. В результате одним из главных “рецептов” преодоления коррупции выступает кардинальная смена элит, которая выглядит малореалистичной.

Среди социально-психологических факторов коррупции можно выделить три основных компонента: коррупционер; коррумпирующий; их окружение — косвенные участники коррупционных актов. “Коррупция — это активное взаимодействие даже не двух, а трёх сторон... эти стороны представлены бизнесом, государством и обществом, а в сознании непосредственных участников коррупционных сделок — чиновником, предпринимателем и фигурой незримого Другого (референтной группой, общественным мнением), на которую опирается легитимация любой незаконной деятельности” [12]. Традиционная трактовка коррупционных актов обычно игнорирует третью сторону, учитывая лишь коррумпируемого и коррумпирующего, в результате чего за пределами

⁵ В целом по индексу восприятия коррупции (ИВК) из 174 стран, для которых он рассчитывается, лишь 24 (14%) определяются как страны с низким уровнем коррупции, для остальных она представляет серьёзную проблему [26]. При этом там, где уровень коррупции низкий, например, в Швеции, с ней тоже далеко не всё благополучно [2].

анализа остаются важнейшие механизмы коррупции и соответствующие социально-психологические процессы.

К основным проблемам, возникающим в связи с социально-психологическим изучением коррупции, относятся: макропсихологические факторы коррупции; социально-психологические особенности коррупционеров; социально-психологические характеристики коррумпированных; социально-психологические факторы отношения к коррупции в обществе; психологические меры противодействия коррупции; психологический мониторинг антикоррупционных законов; этнопсихологические типы коррупционного поведения.

ВОЗМОЖНОСТИ ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ НАУКИ И ПРАКТИКИ В ПРОТИВОСТОЯНИИ КОРРУПЦИИ

В предлагаемых способах противодействия коррупции в России нет недостатка, причём в основном предлагаются меры юридического характера. Однако постепенно складывается понимание того, что даже при условии не только принятия, но и выполнения соответствующих законов, юридические меры должны дополняться неюридическими, к разработке и внедрению которых имеют непосредственное отношение психологи.

Как отмечает Ю.Ю. Болдырев, “проблема не в том, что никто не знает, что делать, а в том, что ни у власти, ни у общества нет главного — воли к решению проблемы” [10, с. 456]. Дефицит воли власти и общества, конечно, можно списать на то, что с коррупцией борются (или делают вид, что борются) в основном чиновники, многие из которых сами коррумпированы; коррупция по-своему удобна власти, позволяя держать коррумпированных госслужащих “на коротком поводке”; у нас пока не сформировано гражданское общество, которое вынуждало бы их делать то, к чему они не мотивированы; у отечественных чиновников слишком много разрешительных функций; отсутствует полноценный политический плюрализм и т.п. Подобные факторы действительно очень значимы, что во многом придаёт проблеме коррупции политический характер [26].

В то же время большую роль играют обстоятельства, не имеющие прямого отношения к происходящему в среде госслужащих и во властных структурах, хотя, разумеется, и зависимые от них. Так, чтобы практика борьбы с коррупцией была по-настоящему эффективной, она должна носить массовый характер, вовлекать широкие слои населения и основываться на соответствующих поведенческих практиках. Это предполагает изменение толерантного отношения к коррупции как к неизбежному, неискоренимому и вместе с тем не очень серьёзному злу. Между тем исследования

свидетельствуют, что она разрушает экономику и общество в целом. Судя по исследованию, проведённому Всемирным банком, коррупционное поведение содействует появлению новых бессмысленных бюрократических правил, применение которых отдаётся на усмотрение чиновников и порождает новый виток коррупционных действий [3]. По мнению отечественных экспертов, опрошенных фондом ИНДЕМ, основные издержки таких действий — разрушение государственной системы, государственного аппарата, правоохранительных органов и механизмов нормальной рыночной экономики, уменьшение инвестиций, торможение экономического развития, политическая нестабильность, угроза демократии [9]. По расчётам американского экономиста Шан-Чин Вая, увеличение индекса коррупции на один балл (по 10-балльной шкале) сопровождается падением на 0.9% прямых иностранных инвестиций. Учёный отмечает, что коррумпированные режимы никогда не пользуются “любовью” граждан, всегда очень неустойчивы и создают высокую вероятность революций [27]. Вполне закономерно, что при всей непоследовательности отношения к коррупции наши соотечественники считают её главной проблемой современной российской экономики [28]. Необходимо учитывать, что она дестабилизирует, а иногда и разрушает общество. Неслучайно тунисская и египетская революции прошли под лозунгом “Долой коррупцию!”, а на вопрос: “Что мешает европейской модернизации России?” 55% респондентов назвали именно коррупцию [29, с. 117]. Разрушительное влияние этого опасного явления на демократические институты, этические ценности и справедливость подчёркивается в специальной Конвенции ООН.

Пагубное влияние коррупции на все стороны общественной жизни и возможность её преодоления следовало бы сделать основой образовательных программ, которые необходимо внедрить в систему образования на различных уровнях. Психологические исследования демонстрируют, что “борьба с коррупцией должна начинаться ещё в школе и быть направлена на изменение менталитета молодёжи” [30, с. 69].

Полезна и массовая пропагандистская кампания по борьбе с коррупцией с широким вовлечением СМИ и других средств воздействия на массовое сознание, которая с учётом отношения россиян к таким кампаниям, их недоверия к СМИ, тенденции нашей молодёжи “всё делать наоборот” и т.п. должна быть хорошо продуманной психологически. Широкие возможности открываются перед социальной рекламой и общественными психологами, преуспевшими в осуществлении пиар-кампаний, которые, к сожалению, часто ведутся ими в интересах конкретных клиентов, а не общества в целом.

Необходимо изменение не только отношения к коррупции как таковой — выработка отношения к ней как к злу, во-первых, значительному, во-вторых, преодолимому, но и изменение соответствующих поведенческих практик и лежащих в их основе социальных стереотипов. При этом должны быть задействованы две основные функции психологической науки и практики: идеологическая, заключающаяся в формировании адекватного отношения к коррупции на уровне общества и государства, и практическая, состоящая во внедрении этого отношения в массовое сознание и в реформировании массовых поведенческих практик.

Существуют две основные формы участия простых граждан, не обременённых властью и не имеющих связей с сильными мира сего, в борьбе с коррупцией. Первая — пассивная — форма ограничивается тем, чтобы “просто не давать взятки”. Вторая — активная — форма предполагает жалобы в соответствующие органы на взяточников, а также на тех, кто живёт явно не по средствам. Если первое требует незаурядного мужества и обычно делается тогда, когда нет другого выхода, но получает (хотя и не всегда) общественное одобрение, то второе встречает осуждение, квалифицируется как “донос” и грубое вмешательство в чужие дела. Причины достаточно известны: это и ассоциация с мрачными временами всеобщих доносов (поразительно, что за истекшие 70 лет мы так и не научились различать идеологические доносы и сообщения о нарушении закона), и несовершенство, а подчас и явная несуразность наших законов, и отношение к ним как к “чужим”, выражающим интересы власти, а не основной части населения, и влияние норм криминального мира, и нежелание брать на себя ответственность, и недоверие к правоохранительным структурам. Налицо разительный контраст с западными странами. То, что мы называем “доносами”, у них воспринимается как исполнение гражданского долга, получает полную поддержку окружающих и всемерно поощряется, в том числе материально. Поощрение соответствующих практик в современной России стало бы не возвратом в сталинские времена, а внедрением цивилизованного, европейского (а также американского, японского и др.) правосознания и отношения к законам. Соответствующий опыт тоже следовало бы отразить в наших образовательных программах. Стоит уделить внимание и таким демонстративным практикам, как, например, вывешенный в Интернете Кодекс честного человека, состоящий из трёх “не”: “не бери”, “не давай” и “не проходи мимо”, в том числе взяточников и им подобных.

Существенным является упрощение технического режима сообщений о нарушении закона. К примеру, в Финляндии, считающейся самой

некорруптивной страной мира [25], в любом учреждении, где посетитель может подвергнуться вымогательству со стороны чиновника, на самых видных местах обозначены адреса (в том числе электронные) и телефоны служб, в которые следует немедленно о нём сообщать, причём делать это можно и анонимно. Уголовное наказание коррупционерам сопровождается их включением в “чёрные списки”, находясь в которых невозможно устроиться ни на одну хорошую должность в течение всей оставшейся жизни. А многие китайские чиновники, осуждённые за коррупцию, выйдя на свободу, кончают жизнь самоубийством, будучи не в силах вынести “потерю лица”, крайне значительную в китайской культуре [1]. Что касается нашей страны, то уличённые в коррупции нередко неплохо устраиваются в дальнейшем, в том числе и на государственных должностях, и отнюдь не переживают угрызений совести, выдавая себя за жертв политических репрессий.

Важным направлением участия психологии в борьбе с коррупцией является психологический мониторинг законов антикоррупционной направленности, необходимость которого, что очень отраднo, сейчас признают и юристы. Проблема предварительного мониторинга законопроектов особенно актуальна именно в России, для которой характерны неработающие, а то и просто неисполнимые законы, вырабатывающие недоверие населения к законам вообще, а также ситуация, когда принимаются нелепые и непопулярные законопроекты, со временем отменяемые или корректируемые. У нас по-прежнему доминирует, в том числе и в органах власти, представление о том, что разработка и принятие законов — дело юристов, а обилие в нашем главном законодательном органе спорсменов и шоуменов, а также “массовое обсуждение” законопроектов в Интернете не слишком принципиально изменяют ситуацию. Не учитывается тот очевидный факт, что законы — это наиболее общие правила социальной жизни, в разработке которых самое активное участие должны принимать представители всех наук, изучающих человека и общество, в том числе психологи.

Психологической экспертизе следует подвергать не только законопроекты, но и чиновников, призванных противодействовать коррупции. От искренности их намерений зависит, будет ли это противодействие носить характер настоящей борьбы или сведётся к её имитации. Целесообразно кардинально изменить существующую практику назначения таких людей на их должности, сделав её обязательным элементом экспертную оценку претендентов психологами на предмет искренности их стремления бороться с коррупцией, наличия личных интересов, способных этому воспрепятствовать, общего нравственного уровня претендентов.

Среди психологических проблем коррупции и возможностей психологической науки в их решении нужно упомянуть специальные психологические методы, среди которых наиболее часто фигурирует полиграф. Возможность проверки на нём претендентов на “взяточёмкие” должности обсуждается регулярно, а в некоторых регионах по инициативе местной администрации соответствующая практика уже внедряется. Правда, при этом постоянно подчёркивается, что проверки на полиграфе должны осуществляться на добровольной основе, при согласии самих проверяемых. Это отчасти выхолащивает смысл процедуры и порождает другие проблемы. Во-первых, дефицит добровольцев: следует ли отказавшихся пройти проверку на полиграфе вычёркивать из списка претендентов на должность? Во-вторых, неоднозначность интерпретации показаний полиграфа, свидетельствующих не о лжи, а лишь о наличии физиологического возбуждения при ответе на соответствующие вопросы, которое может быть следствием различных факторов⁶. В-третьих, возможность того, что численность прошедших проверку окажется намного меньшей, чем количество вакансий, и что делать в этом случае — принимать ли и не выдержавших её?

Описанные направления, естественно, не исчерпывают потенциальных возможностей психологической науки и практики в борьбе с коррупцией. Главное же состоит в том, что такие возможности имеются и психологии надлежит активно включиться в решение этой проблемы.

Статья подготовлена при поддержке РНФ, грант № 14-18-03271.

ЛИТЕРАТУРА

1. Grossman G., Trempl V.G. Personal incomes in the USSR // The unofficial economy. Consequences and perspectives in different economic systems / Ed. by S. Alessandrini, B. Dallago. Gower, 1987.
2. Церкаевич Л.В. Коррупция в Швеции: проблемы идентификации и измерения // Материалы XII Международной научной конференции по проблемам развития экономики и общества. Т. 1. М: Издательский дом Высшей школы экономики, 2012.
3. Глинкина С.П. Коррупция: фатальная угроза? // Неэкономические грани экономики: непознанное взаимовлияние / Под ред. Богомолова О.Т. М.: Институт экономических стратегий, 2010.
4. Социально-психологические исследования криминальной деструктивности личности сотрудников правоохранительных органов / Под ред. Социвко Д.В. и Гавриной Е.Е. Рязань, 2010.
5. Антонян Ю.А. Типология коррупции и коррупционного поведения. <http://antonian-jm.narod.ru/inter3.html> (дата обращения: 8.12.2011).
6. Психологи изучили причины коррупции. <http://elizaveta-mc.ru/blogs/tag/%D0%BF%D1%81%D0%B8%D1%85%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F%20%D0%BA%D0%BE%D1%80%D1%80%D1%83%D0%BF%D1%86%D0%B8%D0%B8/> (дата обращения: 29.11.2011).
7. Юревич А.В., Ушаков Д.В. Нравственность в современной России // Социологический журнал. 2009. № 1.
8. “Разбичить” общество // Аргументы и факты. 2012. № 12.
9. Исследование коррупции. <http://www.anti-corr.ru/awbreport/> (дата обращения: 17.12.2011).
10. Болдырев Ю.Ю. Коррупция как системный порок российского капитализма // Неэкономические грани экономики: непознанное взаимовлияние / Под ред. Богомолова О.Т. М.: Институт экономических стратегий, 2010.
11. Андреева Г.М. Психология социального познания. М.: Аспект Пресс, 1997.
12. Нестик Т.А. Коррупция и культура // Теневая экономика в советском и постсоветском обществах. 2002. № 4. <http://corruption.rsuh.ru/magazine/3/n4-05.html> (дата обращения: 22.11.2011).
13. Радаев В. Формирование новых российских рынков. М.: Центр политических технологий, 1998.
14. Алексеев С.В. Коррупция в переходном обществе. http://www.ceninauku.ru/page_23202.htm (дата обращения: 27.11.2011).
15. Белай В. Коррупция. <http://www.russian-scientists.ru/club/user/855/blog/373/> (дата обращения: 14.12.2011).
16. Цепляев В., Пивоварова О. Власть от купюр // Аргументы и факты. 2011. № 44.
17. Дубин Б. Эпоха большинства // Аргументы и факты. 2011. № 45.
18. Клямкин И., Тимофеев Л. Теневая Россия. Экономико-социологическое исследование. М.: РГГУ, 2000.
19. Ниненко И.С. Декларации о доходах, об имуществе и обязательствах имущественного характера публичных должностных лиц. Применение в России и в мире // Материалы XII Международной научной конференции по проблемам развития экономики и общества. Т. 1. М: Издательский дом Высшей школы экономики, 2012.
20. Huntington S. Political order in changing societies. New Haven: Yale University Press, 1968.

⁶ Один из признанных авторитетов в этой области П. Экман пишет: “Хотя отношение к детектору лжи очень противоречивое, все тем не менее сходятся в одном: ложь как такую он не обнаруживает. Единственное, что он делает, — измеряет интенсивность проявлений возбуждения ВНС, то есть физиологические изменения, происходящие от эмоционального волнения человека” [31, с. 173]. Тем не менее, хотя, например, в 18 штатах США применение ДЛ запрещено, в 30 штатах он применяется, а общее количество его использований в этой стране оценивается как составляющее не менее миллиона в год [там же].

21. *Andvig J.* The economics of corruption: A survey // *Studi economici*. 1991. V. 46. № 43.
22. *Arunthanes W., Tansuhaj P., Lemac D.J.* Cross-cultural business gift giving. A new conceptualization and theoretical framework // *International marketing review*. 1994. V. 11. № 4.
23. *La Palombara J.* Structural and institutional aspects of corruption // *Social research*. 1994. V. LXI.
24. *La Porta R., Lopez-De-Silanes F., Shleifer A., Vishny R.W.* The quality of government // *The journal of law, economics and organization*. 1999. V. XV (1).
25. Transparency International. http://www.transparency.org/policy_research/surveys_indices/cpi/2010/in_detail#1 (дата обращения: 19.01. 2012).
26. *Нисневич Ю.А.* Коррупция как фактор снижения конкурентоспособности государства: сопоставительный анализ // Материалы XII Международной научной конференции по проблемам развития экономики и общества. Т. 1. М: Издательский дом Высшей школы экономики, 2012.
27. *Наумов Ю.Г.* Коррупция и теневая экономика: эволюция взглядов // Труды Академии управления МВД. 2008. № 1. <http://jurnal.amvd.ru/indviewst.php?stt=107&SID=> (дата обращения: 19.11.2011).
28. Что является основной проблемой российской экономики? // www.aif.ru. 2012 (дата обращения: 15.01.2012).
29. *Шипова Е.* Новый тип государственных кризисов // Мир перемен. 2011. № 4.
30. *Гаврина Е.Е., Балашов А.А.* Типология осуждённых за коррупционные и экономические преступления // Прикладная юридическая психология. 2011. № 2.
31. *Экман П.* Психология лжи: обмани меня, если сможешь. СПб.: Питер, 2010.

ЭТЮДЫ ОБ УЧЁНЫХ

DOI: 10.7868/S0869587315110067

ОСНОВАТЕЛЬ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ АГРОХИМИИ

К 150-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ АКАДЕМИКА Д.Н. ПРЯНИШНИКОВА

“Я считаю своей большой удачей, что мне удалось сочетать теоретические исследования с их практическим применением. Как известно, нет ничего более важного для практики, как хорошая теория. Мне кажется, мои исследования по азотистому обмену в растениях могут служить хорошей иллюстрацией к этому положению... Полностью обслуживая существующие производства и изучая неясные стороны используемых в них процессов, наука должна разрабатывать также основные вопросы, которые ставит не современное производство, а логика развития той или иной из основных наук и на разрешении которых могут быть созданы новые виды производства. Я однажды сравнивал науку с перископом подводной лодки, который позволяет ей видеть не только непосредственную цель, но и более далёкую перспективу” [1].

Д.Н. Прянишников



Имя академика Дмитрия Николаевича Прянишникова — основателя русской школы агрохимии, замечательного исследователя в области физиологии и биохимии растений, выдающегося ученика и продолжателя дела К.А. Тимирязева — известно во всём мире. Его классические иссле-

дования по азотистому обмену и минеральному питанию растений вошли в золотой фонд мировой науки. Результаты его работ послужили основой для широкой химизации сельского хозяйства и строительства туковой промышленности в стране. Развитие в СССР азотной и калийной промышленности, разработка богатейших залежей фосфоритов и апатитов осуществлялись при активнейшем участии Д.Н. Прянишникова. Свою напряжённую научно-исследовательскую и кипучую научно-организационную работу учёный сочетал с терпеливой деятельностью учителя и воспитателя новых кадров исследователей и практических деятелей сельского хозяйства.

Дмитрий Николаевич Прянишников родился 7 ноября 1865 г. в городе Кяхта Иркутской губернии (ныне Бурятия). Он рано лишился отца и своим воспитанием обязан был матери, простой русской женщине, получившей лишь начальное образование. В 1882 г. он окончил иркутскую гимназию, а в 1883 г. поступил на естественное отделение Московского университета.

Талант исследователя у Д.Н. Прянишникова обнаружился рано. Уже в студенческие годы он много и успешно работал в химической лаборатории Московского университета. На способного студента обратил внимание профессор В.В. Марковников, предложивший ему остаться при кафедре органической химии для подготовки к научной деятельности. Однако у Дмитрия Николаевича были иные стремления. Под влиянием передовых общественных настроений того времени он решил по окончании университета пойти в Петровскую земледельческую и лесную акаде-

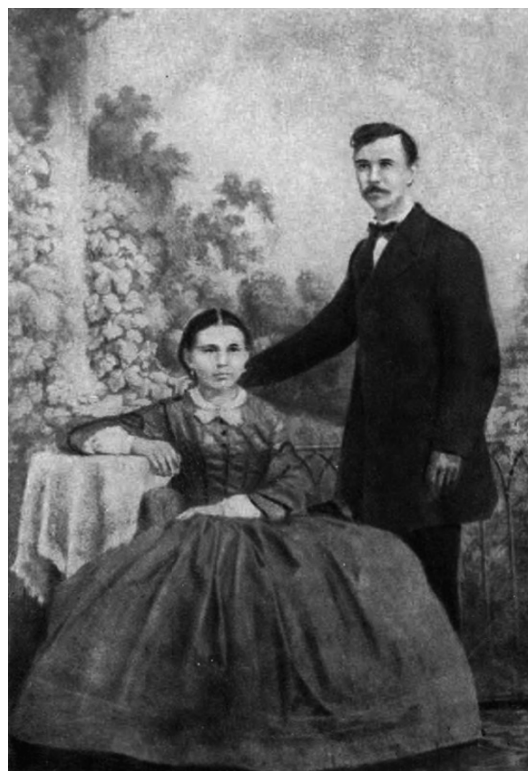
мию. Одним из любимых учителей Д.Н. Прянишников в университете был К.А. Тимирязев. С ним он встретился и в Петровской академии, в которую поступил после окончания университета в 1887 г. сразу на третий курс. Закончив академию за два года, Прянишников получил степень кандидата сельскохозяйственных наук, а ещё до окончания последнего курса был избран советом академии стипендиатом для подготовки к званию профессора.

Начало научной деятельности Дмитрия Николаевича было связано с проведением опытов по культуре сахарной свёклы. В 1889 г. в селе Боринское Воронежской губернии (ныне Липецкая область) Д.Н. Прянишников в полевых условиях изучал действие минеральных удобрений на урожай и качество этой культуры [2].

ПУТЬ К МИРОВОМУ ПРИЗНАНИЮ И ЗАСЛУГИ ПЕРЕД ОТЕЧЕСТВОМ

Весной 1892 г. Д.Н. Прянишников был командирован Петровской академией на два года за границу. Экспериментальную работу он вёл в лабораториях А. Коха (Гёттинген), Ж. Дюкло (Пастеровский институт в Париже) и Э. Шульце (Цюрих). В цюрихской лаборатории Шульце Прянишников начал исследования в области превращения белковых веществ в растениях, получившие вскоре международное признание и поставившие молодого учёного в ряд виднейших биохимиков и физиологов растений. В 90-х годах XIX в., когда Дмитрий Николаевич начал свои опыты по изучению азотистых веществ в растениях, аспарагин считался первичным продуктом распада белка. Известный немецкий физиолог растений В. Пфедфер признавал аспарагин транспортной формой азотистых веществ в растениях. Однако уже первые эксперименты Прянишникова показали неверность взглядов Пфедфера. Дмитрий Николаевич выдвинул совершенно новую теорию, согласно которой аспарагин является продуктом вторичного синтеза за счёт конечного азотистого вещества — аммиака, образующегося при распаде белка. Прянишников доказал, что синтез аспарагина в растениях есть способ обезвреживания аммиака, так как накопление его в растительных тканях влечёт за собой их отравление, что образование аспарагина у растений имеет тот же физиологический смысл, что и образование мочевины в животном организме. Это открытие сыграло важную роль в познании общих закономерностей эволюции живых организмов.

Однако открытие Прянишникова не было признано тогдашними западными авторитетами. Так, Пфедфер заявил, не приводя, впрочем, никаких доказательств, что теория Прянишникова



Николай Семёнович и Александра Фёдоровна
Прянишниковы. 1864 г.

“ошибочна”. На протяжении многих последующих лет Дмитрий Николаевич продолжал упорно разрабатывать этот вопрос, неутомимо проводя всё новые и новые опыты, выступая с докладами, публикуя статьи с теоретическими обобщениями как в отечественных, так и в зарубежных изданиях.

В 1916 г. в сборнике статей, посвящённом его учителю К.А. Тимирязеву, он издаёт одну из своих основополагающих и блестящих работ под образным названием “Аммиак — альфа и омега обмена азотистых веществ в растениях”. В этой статье он пишет: “Долгое время принимали, что аммиак не служит непосредственным источником азота для высших растений, но является лишь материалом для образования в почве нитратов, которые и поступают в растение в качестве единственной удобной для него формы азотистой пищи, служащей исходным пунктом для синтеза целого ряда сложных азотистых соединений с белковыми веществами во главе. Точно так же и образование аммиака в качестве конечного продукта распада белков, давно констатированное у грибов, у высших растений отрицалось или подвергалось большому сомнению. Но последние 10–15 лет принесли существенные изменения во взглядах на роль аммиака в том и другом отношениях” [3, с. 171].



Выпуск Иркутской гимназии 1883 г. Д.Н. Прянишников сидит крайний справа

К.А. Тимирязев одобрил выводы Прянишникова, предсказав, что они войдут в учебники. Время подтвердило правоту Прянишникова, впоследствии, в 1920 г., это вынужден был признать и преемник Пфедфера В. Руланд [4].

Д.Н. Прянишников продолжал исследовать азотный обмен растений. Путём тончайших физиологических исследований ему удалось проследить превращения нитратного и аммиачного азота в организме высших растений и определить возможные пути влияния на эти процессы. В итоге он пришёл к заключению, что синтез белка в растении возможен только за счёт аммиачного азота. Если в растение поступает нитратный азот, то прежде чем растение использует его в синтетических процессах, он должен быть восстановлен до аммиака, на что затрачивается энергия. Из работ Прянишникова следует, что с аммиака начинается синтез белка в растении и аммиаком заканчивается распад белка в нём. Эта мысль ознаменовала собой новый этап в развитии агрономической химии, биохимии и физиологии растений.

С первого взгляда может показаться, что раз аммиак стоит в ряду азотистых веществ ближе к белку, чем нитраты, и поступает в растения энергичнее, чем нитраты, то за аммиачным азотом должно всегда сохраняться и преимущество в азотном питании сельскохозяйственных культур. В действительности дело оказалось гораздо слож-

нее, на практике применение аммиачных солей нередко даёт худшие результаты, чем нитратных. В чём же причина такого явления?

Известно, что белок образуется из аминокислот. Молекула каждой аминокислоты возникает из определённой органической кислоты и аммиака. Органические же кислоты получаются при окислении углеводов, синтезируемых в зелёных частях растения. Следовательно, при недостатке в растении углеводов минеральный азот, поступивший из почвы через корни, не может быть использован в синтезе аминокислот и белка. В таких условиях и аммиак, и нитраты будут накапливаться в клетках растения. При этом накопление перерабатываемого в аминокислоты аммиачного азота может вызвать отравление растений. Накопление же нитратного азота до известных пределов не имеет отрицательных последствий [2]. Таким образом, нитратный азот — более безопасная пища для растений, чем азот аммиачный, хотя из аммиачного при благоприятных условиях синтез белка происходит быстрее и с меньшей затратой энергии, нежели из нитратного.

Пытливая мысль учёного настойчиво искала приложения полученных результатов к практике земледелия. Если растение может обезвреживать и использовать аммиак, высвобождающийся при конечном распаде белка, то не логично ли допустить, что и аммиак, поступивший извне, растение также в состоянии сначала перевести в без-

вредный аспарагин, а затем использовать для синтеза? Решение поставленной задачи имело большое значение, поскольку в те времена в науке безраздельно господствовало мнение, что культурные растения могут питаться только нитратным азотом, входящим в состав селитры. Для проверки этого положения были поставлены опыты по сравнительному поглощению и использованию сельскохозяйственными культурами аммиачного и нитратного азота. Опыты проводились с азотнокислым аммонием (аммиачная селитра). На основании своих опытов Прянишников назвал аммиачную селитру удобрением будущего. Предвидение учёного полностью подтвердилось ещё при его жизни. В период Первой мировой войны был разработан и освоен промышленный способ получения синтетической аммиачной селитры, с 1920-х годов она стала применяться в сельском хозяйстве во всё возрастающих количествах. Советская химическая промышленность стала производить её ещё в первой пятилетке (1929) [2].

Первое условие хорошего усвоения растениями аммиачного азота — обеспеченность их углеводами, особенно в начале их роста, когда у них ещё слабо развита ассимилирующая поверхность зелёных листьев, а исходные семена бедны углеводами. Содержание углеводов в семенном материале и ход накопления углеводов в молодых растениях Прянишников относил к внутренним условиям, определяющим возможность эффективного применения аммиачных удобрений. Наряду с этим он вскрыл и исследовал целый ряд внешних условий, оказывающих существенное влияние на использование культурными растениями аммиачного азота. К ним прежде всего относятся реакция среды (рН). После проведения многих опытов выяснилось, что аммиачное питание лучше осуществляется в нейтральной среде (рН ~7), а нитратный азот хорошо усваивается в кислой среде (рН ~5). Это нашло полное подтверждение в практике: чисто аммиачные соли более эффективны на чернозёмах и серозёмах, отличающихся нейтральной и слабощелочной реакцией, нитратные же удобрения по своему действию на урожай превосходят аммиачные на кислых почвах лесостепной зоны.

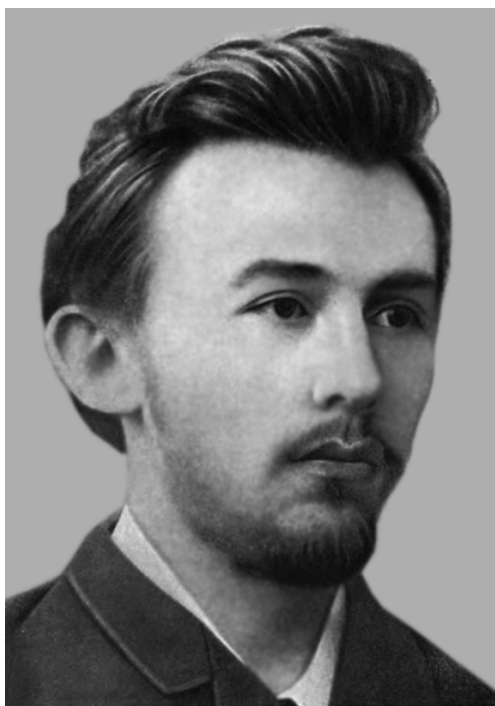
Приоритет Прянишникова в исследованиях азотного питания растений перед зарубежными исследованиями неслучаен. Агрохимия почти с момента своего возникновения в России благодаря трудам К.А. Тимирязева получила ярко выраженную физиологическую направленность, блестяще развитую затем Д.Н. Прянишниковым. На Западе физиологическая школа в агрохимии была представлена, в сущности, только Ж. Буссенго (которого высоко ценил Тимирязев), но в своём большинстве агрохимики Западной Европы придерживались химического направления,

унаследовав его ещё от Ю. Либиха [2]. Поскольку главным объектом агрохимии является живое растение и его взаимоотношение с окружающей средой, происходящее в основном в процессе корневого питания, преимущества физиологического подхода к изучению этих явлений неоспоримы.

Признанием международных заслуг Дмитрия Николаевича в области физиологии растений, биохимии, растениеводства и агрохимии явилось издание во многих странах его книг “Учение об удобрениях”, “Частное земледелие”, “Азот в жизни растений и в земледелии СССР”, “Агрохимия”. За свои научные заслуги Д.Н. Прянишников был удостоен многих почётных званий (отечественных и зарубежных) и правительственных наград [1]: член-корреспондент РАН (1913); почётный член Шведской земледельческой академии (1913); действительный член АН СССР (1929); действительный член Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук им. В.И. Ленина (1935); член-корреспондент Французской академии наук (1946); почётный член Чехословацкой земледельческой академии (1927); член Учёного совета Международного института земледелия в Риме (1927); почётный член Германской академии естествоиспытателей в Галле (1927); президент IV комиссии (по плодородию) на Международном конгрессе общества почвоведов (1930); почётный член Немецкого ботанического общества и Германского общества прикладной ботаники (1933); почётный член Голландского ботанического общества (1935); Ленинская премия (1926); орден Трудового Красного Знамени (1935); орден Ленина (1940); Государственная премия I степени за 3-е издание “Агрохимии” (1941); орден Трудового Красного Знамени (1944); звание Героя Социалистического Труда за выдающиеся заслуги в области развития агрохимии и за создание школы русских агрохимиков; орден Трудового Красного Знамени; орден Отечественной войны I степени; медаль “За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.” (1945); премия им. К.А. Тимирязева за монографию “Азот в жизни растений и в земледелии СССР” (1946).

НАУЧНО-ОРГАНИЗАЦИОННАЯ, ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ И ГОСУДАРСТВЕННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

К моменту избрания действительным членом АН СССР в 1929 г. Д.Н. Прянишников уже был учёным с мировым именем. Всесоюзная академия сельскохозяйственных наук им. В.И. Ленина избрала его действительным членом в 1935 г. Будучи председателем секции агрохимии и химизации земледелия ВАСХНИЛ, руководителем групп в Институте физиологии растений им. К.А. Тимирязева, в Почвенном институте им. В.В. Докучаева АН



Д.Н. Прянишников по окончании Петровской сельскохозяйственной академии. 1889 г.

СССР и в лаборатории минеральных удобрений Всесоюзного института удобрений и агропочвоведения, ныне носящего его имя, он активно работал в обеих академиях. Но основная деятельность Дмитрия Николаевича всегда была связана с Тимирязевской сельскохозяйственной академией, подчиняясь двум задачам: углублению научной работы кафедры и привлечению студентов к самостоятельным исследованиям [2].

Прянишников был ярким противником господствовавшей в начале его педагогической работы системы, как он говорил, с обязательным шаблонным выполнением учебной повинности. Характеризуя одно из основных требований к методике обучения в высшей школе, он писал, что надо добиваться того, “чтобы она [методика] не ограничивалась пассивным ознакомлением слушателей с результатами научного исследования, но дала бы им и методы этого исследования, чтобы они знали, как добываются факты, и по возможности сами попробовали сделать хотя бы первые шаги на этом пути” [5, с. 113]. В этой небольшой фразе заключена, в сущности, целая программа постановки учебного процесса в высших учебных заведениях, не потерявшая актуальности и в наши дни. В 1895 г. (то есть в первый же год заведования кафедрой) Дмитрий Николаевич явочным порядком допустил студентов целого курса к постановке самостоятельных опытов по питанию растений. В 1908 г., будучи деканом, ввёл самостоятельные дипломные работы, сокра-

тив число обязательных экзаменов. Вслед за своим учителем К.А. Тимирязевым он неоднократно подчёркивал, что “за известным пределом многоэкзаменность становится злом, не только обременительным для учащихся, но и понижающим значение каждого отдельного экзамена” [5, с. 113].

Свою первую лекцию в Московском университете “О значении искусственного подбора растительных форм в земледелии” Прянишников прочёл в 1891 г. Вскоре ему был поручен приват-доцентский курс “Агрономическая химия”, который он читал в течение 35 лет. В Московском университете в 1894 г. он первым в России начал читать лекции по химии растений и вёл этот курс до 1931 г. [2].

К моменту возвращения Д.Н. Прянишникова из заграничной командировки в конце 1894 г. Петровская академия была закрыта по причине того, что она стала центром революционных выступлений московских студентов. По совету П.А. Костычева и И.А. Стебута Дмитрий Николаевич, хотя и не без колебаний, принимает предложение возглавить кафедру частного земледелия (растениеводства) во вновь созданном Московском сельскохозяйственном институте. Подготовленный для научной и педагогической деятельности в области агрономической химии и физиологии растений, он, казалось, не мог найти на этой кафедре приложения своим знаниям, но была надежда, что такое положение временное и в дальнейшем удастся наладить работу по агрохимии. В конце концов эта надежда осуществилась: хотя кафедра агрономической химии вновь возникла только 33 года спустя, уже в Тимирязевской академии, Прянишников, читая курсы “Учение об удобрениях” и “Частное земледелие (растениеводство)”, с первых лет работы в новом институте начал с большим успехом развивать исследования в области питания растений [2]. Работая на этой кафедре вплоть до своей кончины, Дмитрий Николаевич создал отечественную школу агрохимии, из которой вышли сотни научных работников.

Весной 1895 г. Д.Н. Прянишников получил для экспериментальных работ небольшую теплицу, построенную ещё в 1872 г. по проекту К.А. Тимирязева. В 1896 г. в Нижнем Новгороде состоялась XVI Всероссийская промышленная и художественная выставка, где также по проекту Тимирязева был выстроен вегетационный павильон для демонстрации питания растений в водных культурах — обширное сооружение из железа и стекла. Прянишников был экспертом выставки, и, когда её закрыли, ему удалось получить вегетационный павильон в своё распоряжение. Он был перевезён на территорию Московского сельскохозяйственного института. В этом павильоне, получившем название вегетационного домика, приобщались к научной работе многие поколения студентов.

Здесь были проведены исследования в различных областях питания и обмена веществ в растениях. Постепенно количество работ по вопросам агрохимии в лаборатории при кафедре растениеводства и в вегетационном домике настолько выросло, что удалось создать на их базе опытную станцию питания растений, причём Дмитрий Николаевич справедливо отмечал, что эта станция выросла из студенческих работ [2].

В 1928 г. Д.Н. Прянишников возглавил отдел агрохимии во вновь созданном Центральном научно-исследовательском институте сахарной промышленности, укомплектованном кадрами, подготовленными в его лаборатории в Сельскохозяйственной академии. В тяжёлые военные годы (1941–1943), уже на склоне лет, он принял деятельное участие в мероприятиях по расширению посевов культуры свёклы в Узбекистане, читал лекции местным агрономам по биологии, агротехнике и удобрению новой для них культуры.

В 1890 г. в статье “Главные факторы урожайности в степном хозяйстве” Прянишников высказал интересные мысли о роли глубокой зяблевой вспашки, расширения озимого клина, облесения степей, задержания снега и орошения (устройством прудов) для повышения урожайности. Позднее он не раз возвращался к вопросам водного режима растений в связи с влажностью почвы и влиянием её на рост, урожай и качество культур. Он экспериментально доказал выдвинутое К.А. Тимирязевым положение, согласно которому к числу внешних мер по снижению непроизводительной траты воды растением относится прежде всего применение удобрений. Из его опытов следовало, что при одинаковых условиях увлажнения почвы растение на удобренном фоне расходует воды на единицу урожая гораздо меньше, чем без удобрений. Теперь принято положение которое гласит, что так называемый транспирационный коэффициент зависит не только от природы растения, но и от условий его питания: он понижается с улучшением этих условий [2].

Личным примером необыкновенной работоспособности Д.Н. Прянишников вдохновлял своих учеников и сотрудников. На 83-м году жизни он проводил исследования по азотному обмену в растениях. Свой последний доклад на эту тему он сделал в ноябре 1947 г. на сессии Академии наук СССР, посвящённой 30-летию Великой Октябрьской социалистической революции. В этом докладе, ставшем как бы лебединой песней учёного, Дмитрий Николаевич опять делал упор на тезис о “тесной связи между внутренними факторами, характеризующими состояние обмена веществ у растения... и условиями внешней среды, взаимного влияния их на процесс питания растений” [6, с. 454]. Этот вывод стал руководящим началом для всех агрохимиков. “Знание, — писал Дмитрий Николаевич, — не есть нечто закончен-

ное, закристаллизовавшееся, омертвевшее, оно вечно создаётся, вечно движется” [7, с. 53]. Своими трудами он подтверждал эти слова.

Д.Н. Прянишникову выпало счастье увидеть реализацию многих своих идей в земледелии, промышленности и высшей школе, наблюдать плодотворный труд своих учеников. Учёный был образцом экспериментатора, постоянно и умело задающего природе вопросы и находящего в её ответах закономерности, которые он ставил на службу народу. Тесная связь и взаимное влияние науки и практики, естественных и общественных наук, неустанная борьба за прогресс и истинный демократизм пронизывали всю его деятельность. Его речи были лишены внешней красоты, никогда не содержали даже намёка на парадность, он умел в одной фразе, а иногда в одном слове выразить мысль столь ясно и ярко, что она становилась девизом и затем многократно использовалась другими [8].

Д.Н. Прянишников нередко выступал на страницах “Известий”, “Правды” и других газет и журналов, чтобы популяризировать и пропагандировать свои идеи об увеличении производства и применения удобрений, об агрохимическом образовании, развитии опытного дела и т.п. Вместе с группой других химиков он явился инициатором организации Комитета по химизации народного хозяйства СССР и активно участвовал в его деятельности. В течение многих лет Дмитрий Николаевич был членом Совета Госплана. Его роль в работе по составлению трёх пятилетних планов в области удобрений, несомненно, очень велика.

По воспоминаниям академика С.И. Вольфовича, Д.Н. Прянишников, отвечая на поздравления по поводу своего 80-летия, сказал, что может поставить себе в упрёк, что занимался слишком разнообразными делами, слишком разбрасывался. Это отвлекало его от основного направления — от научной работы в области агрохимической химии и физиологии растений [8]. Справедлив ли этот упрёк самому себе? Вряд ли. Именно широта знаний и интересов, стремление активно влиять на жизнь, глубокий подход к решению научных и практических задач, стоящих перед страной, сделали Дмитрия Николаевича не только большим учёным, но и выдающимся гражданином и государственным деятелем.

РЕШЕНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ АГРОХИМИИ

Д.Н. Прянишников, отдавая много сил и времени исследованию проблемы обмена азотистых веществ в растениях и применению минеральных азотных удобрений, постоянно интересовался также и местными ресурсами азота, от умелого использования которых зависит как повышение



Первые вегетационные опыты (Боринское, Липецкая область). 1891 г.

урожайности, так и дальнейший рост почвенного плодородия. Он всегда ратовал за расширение в увлажнённых районах страны посевных площадей под культурами-азотособирающими, относя к ним бобовые многолетние травы (клевер, люцерну и т.п.) и люпин. Уже в преклонном возрасте Прянишникову удалось отыскать и ввести в культуру многолетний люпин, о котором он много писал во время Великой Отечественной войны, когда нужда в азоте особенно обострилась. Прянишников никогда не упускал из виду и торфяные богатства нашей страны. Вместе с сотрудниками своей лаборатории он провёл немало опытов, в которых обосновывал различные приёмы компостирования этого ценного вещества с фосфоритной мукой, золой или известью, навозом и прочими местными удобрениями.

Самому важному из местных удобрений — навозу — Прянишников посвятил целый ряд опытов, статей и уделил много внимания в своём классическом руководстве «Агрохимия». Он писал: «Навоз является самым важным источником азота, фосфора и калия как по громадным абсолютным их количествам, в нём содержащимся, так и по их дешевизне, по равномерности распределения по всей территории сельскохозяйственного использования (а не в отдельных точках, как залежи фосфорита и калийных солей). Он важен и потому, что для бедных почв со скудным поглощающим комплексом органическое вещество навоза является средством улучшения физических свойств и повышения поглотительной способности и буферности почвы, чем одновременно создаётся лучший фон и для применения минеральных удобрений. Кроме того, внесение навоза оказывает влияние и на микробиологическую де-

ятельность в почве» [6, с. 519]. Дмитрий Николаевич считал, что «неправильно думать, будто с развитием химической промышленности и широким распространением минеральных удобрений значение навоза должно отойти на задний план; наоборот, с ростом применения минеральных удобрений будет возрастать и количество навоза, так как повышенный урожай зерна означает и повышенный урожай соломы; урожаи корнеплодов и лугового сена возрастут, а потому и скота и навоза будет больше» [9, с. 521].

Дмитрий Николаевич находил также время для активного участия в творческой разработке других сложных вопросов агрономической химии, таких как использование фосфоритов в земледелии. Наша страна располагает многочисленными залежами фосфоритов, но значительная их часть имеет низкий процент содержания фосфора и не всегда может быть использована в качестве сырья для переработки в суперфосфат и другие легкодоступные растениям минеральные фосфорные удобрения. Возник вопрос, нельзя ли применить размолотый фосфорит в виде непосредственного удобрения без его химической переработки? Д.Н. Прянишников расчленил проблему, поставив цель путём вегетационных опытов выяснить по отдельности роль растения, почвы и природы самих фосфоритов с точки зрения доступности для культур фосфорной кислоты из фосфоритной муки. Уже первые эксперименты на песчаных культурах позволили ему в 1899 г. установить, что «хлебные злаки или совершенно неспособны питаться фосфорной кислотой фосфоритов, или же проявляют эту способность лишь в очень слабой степени» [10, с. 77]. Однако горчица и люпин (впоследствии к ним прибавились гречиха и частично конопля, горох, эспарцет и донник) питались фосфором за счёт фосфоритов вполне удовлетворительно.

В те годы теория почвенной кислотности ещё не была разработана, поэтому настоящее объяснение причин неодинакового поведения подзольных и чернозёмов по отношению к фосфоритам было дано лишь 15 лет спустя. Это объяснение снова вышло из лаборатории Дмитрия Николаевича, однако ему предшествовало обоснование в 1911 г. выдающимся русским почвоведом-агрохимиком К.К. Гедройцем теории о ненасыщенности почв основаниями, то есть о наличии у них в поглощённом состоянии катионов водорода, что и обуславливает кислотность почв. В дальнейшем ученик Д.Н. Прянишникова профессор А.Н. Лебедев в многолетних полевых опытах на Шатиловской станции Орловской области убедительно доказал, что фосфоритная мука может действовать не хуже суперфосфата на деградированных чернозёмах. Эти чернозёмы уже обладают значительной кислотностью, которая и является причиной отзывчивости их на фосфорит.

АГРОНОМ ШИРОКОГО ПРОФИЛЯ

Велики заслуги Д.Н. Прянишникова в развитии современной биохимии и физиологии растений, агрохимии, но он был ещё и одним из наиболее известных агрономов своего времени. Поражают его поистине энциклопедические познания в организации и экономике сельского хозяйства, в системах растениеводства и земледелия. Многие его работы носили ярко выраженный публицистический характер, например, его выступления ещё в дореволюционный период по вопросам высшего агрономического образования в России и научной работы кафедр. Выходили статьи, содержавшие вполне конкретные предложения по улучшению продовольственного положения молодой Советской республики в период Гражданской войны, статьи в специальных журналах и общей прессе по химизации отдельных сельскохозяйственных районов и культур и всего земледелия в СССР, по введению правильных севооборотов и другим животрепещущим проблемам сельского хозяйства.

8 марта 1925 г. на заседании, посвящённом 35-летию научной, педагогической и общественной деятельности Дмитрия Николаевича, он выступил с докладом “Мальтус и Россия”, в котором, опираясь на данные отечественной агрономической науки, показал, что, используя удобрения, расширяя обрабатываемые земли и улучшая севообороты, наша страна “может не думать о недостатке средств продовольствия, если она даже будет удваивать население через каждые 50 лет” [10, с. 68].

Ещё в 1937 г. Д.Н. Прянишников предупреждал, что “не может существовать одной системы земледелия, одинаково пригодной повсюду”. Он справедливо ставил вопрос “о географическом размещении разных систем и связанных с ними севооборотов в соответствии с общегосударственными интересами и учётом местных естественно-исторических и хозяйственных условий”. Возвращаясь к этой же теме в 1945 г., Дмитрий Николаевич писал: “Самая мысль о том, будто имеется какой-то один тип севооборотов, пригодный во все времена и у всех народов, является антидиалектичной — таких универсальных севооборотов нет и быть не может” [11, с. 11].

Среди российских учёных не было и нет человека, который бы в такой полноте соединял во единое глубокое знание химии и физиологии растений, агрохимии, растениеводства, земледелия и экономики, как Прянишников. Природа одарила его способностью не только воспринять достижения своих непосредственных учителей — В.В. Марковникова и Г.Г. Густавсона (по химии), К.А. Тимирязева (по физиологии), И.А. Стебута (по растениеводству), А.Ф. Фортунатова (по экономике), а также своих косвенных учителей —



В вегетационном домике. 1910 г.

В.В. Докучаева, П.А. Костычева, но и соединить их идеи в целостный капитальный фонд, которым он пользовался в течение всей своей деятельности и который значительно приумножил сам благодаря своим экспериментам. Поэтому Прянишников так отличается от многих недюжинных учёных в области агрономии, которые хорошо знают агротехнику, но не умеют приложить к ней физиологию растений, знают химию и микробиологию почв, но не умеют соподчинить их с химией и физиологией растений, откуда и проистекают односторонние опыты по синтезу урожая [4].

ПРОВОДНИК ХИМИЗАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Когда Прянишников начинал закладывать в нашей стране первые кирпичи того здания, которое ныне именуется химизацией земледелия, среди немногочисленных агрономов того времени были широко распространены взгляды о своеобразии естественно-исторических условий русского сельского хозяйства, которое следует якобы вести экстенсивно и в котором применение удобрений будто бы нерентабельно. В течение многих горьких лет Дмитрий Николаевич был свидетелем наукообразной модной агитации о ненужности минеральных удобрений, о том, что почва сама возвращает себе плодородие за счёт биологических и агротехнических циклов.

Результаты опытов с удобрениями, проведённых в начале прошлого века Д.И. Менделеевым, К.А. Тимирязевым, В.А. Энгельгардтом и други-

ми, слабо проникали в практику земледелия. Ещё не были открыты месторождения крупных залежей фосфоритов, пригодных для химической переработки, не было известно о полном отсутствии у нас месторождений калиевых солей. До 1908 г. в России никто систематически не занимался горно-геологическими разведками фосфоритов, а химиков-технологов, знакомых с производством суперфосфата, было всего четыре-пять человек [8]. В то время существовало лишь несколько карликовых, по современным понятиям, сернокислотных и суперфосфатных заводов, работавших на импортных колчеданах и фосфоритах. В Россию из-за границы ввозили готовые суперфосфат, томасшлак, сульфат аммония, чилийскую селитру, калийные соли. Размеры отечественного производства и импорта суперфосфата до Первой мировой войны были ничтожны. Калийной и азотной промышленности тогда не существовало вовсе [7]. На соответствующем уровне находилось и сельское хозяйство, по урожайности Россия занимала едва ли не последнее место в Европе. По этому поводу Д.Н. Прянишников с грустью писал: «В старую формулу “Россия — страна земледельческая” мы должны внести весьма существенную поправку, а именно... старая Россия была страной отменно плохого земледелия, и только потому, что с промышленностью обстояло ещё хуже, приходилось её называть в относительном смысле страной земледельческой» [12, с. 42]. Бытовали взгляды многих агрономов о нерентабельности применения в России минеральных

удобрений (несмотря на опытные данные, тогда немногочисленные).

В такой обстановке Д.Н. Прянишников начал свою историческую борьбу за химизацию земледелия, отцом которой он, бесспорно, и стал [8]. Ему было ясно, что одними физиологическими исследованиями, вегетационными и даже полевыми опытами для широкого внедрения удобрений в наше сельское хозяйство ограничиться нельзя. Поэтому он не только экспериментировал, но и изучал иностранную практику, подсчитывал экономичность применения удобрений в разных условиях, глубоко знакомился с сырьевыми ресурсами, изучал методы переработки минерального сырья в удобрения.

Отсутствие в России в начале XX в. химиков-технологов — специалистов по производству минеральных удобрений (за исключением академика Э.В. Брицке, тогда доцента Рижского политехнического института) — грозило отодвинуть решение проблемы строительства отечественной фосфато-туковой промышленности на ряд лет. Д.Н. Прянишников не мог примириться с этим, и в 1908 г. сам взялся за разработку химико-технологических вопросов переработки отечественных фосфоритов [8]. Он привлекает ряд энергичных молодых химиков, агрономов и даже студентов и вместе с ними приступает к постановке лабораторных, а потом и некоторых ползаводских опытов по переработке русских фосфоритов на суперфосфат, преципитат, двойной и обогащённый суперфосфат, термофосфаты и другие удобрения.



Дмитрий Николаевич среди сотрудников Станции питания растений. 1926 г.

В 1908–1909 гг. Департамент земледелия выделил Прянишникову 5 тыс. руб. на агрономические и химико-технологические опыты. И вот уже в 1909–1910 гг. Дмитрий Николаевич совместно с сотрудниками начинает ставить ползаводские опыты получения суперфосфата из костромских и вятских фосфоритов на Кинешемском и Вятском заводах. В результате Кинешемский завод перешёл на производство суперфосфата из местного сырья.

Историческое значение этих опытов было весьма велико. При отсутствии в России высококачественного сырья, неверии и скептицизме, недостатке специалистов работы лаборатории Д.Н. Прянишникова, разумеется, имели очень большое мобилизующее и практическое значение [8]. Они резко изменили отношение к отечественным сырьевым ресурсам, открыли путь к освобождению от иностранной зависимости и наметили перспективу дальнейшего технического прогресса в производстве. А с открытием месторождений хибинских апатитов работы по технологиям производства фосфатных удобрений резко активизировались. Кроме хибинских апатитов, в 1936–1937 гг. в Казахстане (хребет Кара-Тай) были обнаружены новые крупные фосфатные ресурсы. Постепенно складывалась богатая сырьевая база фосфатной промышленности в СССР.

В 1921–1922 гг. были начаты систематические исследовательские работы в технологических лабораториях созданного при активном участии Прянишникова в 1919 г. Научного института по удобрениям (НИУ, с 1934 г. НИУИФ – Научно-исследовательский институт по удобрениям и инсектофунгицидам). Многие из того, что было начато и задумано в лаборатории Дмитрия Николаевича, в НИУ творчески развивалось. В 1909–1921 гг. в издании Петровской сельскохозяйственной академии было опубликовано шесть выпусков “Отчётов об опытах по химической переработке фосфоритов”.

В 1908 г. Прянишников предложил способ разложения фосфоритов азотной кислотой для одновременного получения преципитата и кальциевой селитры. Этот путь перспективен и в настоящее время. На его основе были разработаны процессы производства сложных удобрений, содержащих одновременно два или три основных питательных вещества: азот и фосфор – нитрофос; азот, фосфор и калий – нитрофоска (в последнем случае вводится ещё и хлористый калий). С середины 1950-х годов отечественная промышленность стала выпускать сложные удобрения на основе азотнокислой переработки фосфатов.

В связи с созданием НИУ Д.Н. Прянишников с 1920–1921 гг. прекращает лабораторные опыты по химической переработке фосфоритов (которые сосредоточиваются в ряде специальных лабораторий этого института), не прерывая, однако,



Д.Н. Прянишников показывает свои опыты иностранным учёным. 1930 г.

тесной связи с туковой промышленностью, проявляя к ней постоянный живой интерес.

Благодаря авторитету, которым пользовались Прянишников и его школа, и большой работе, развёрнутой в НИУ им и его сотрудниками, институт вскоре сделался мощным центром отечественной агрохимии. Здесь под общим руководством Дмитрия Николаевича была проведена известная всем специалистам большая коллективная и многолетняя серия географических опытов с минеральными удобрениями. Испытания велись почти в 300 пунктах, во всех почвенно-климатических зонах страны, было поставлено около 4 тыс. опытов. Они показали особенно высокую эффективность минеральных удобрений в увлажнённой части СССР и при орошении. Итоги этих опытов послужили обоснованием плана развития и размещения туковой промышленности в I, II и III пятилетках. В Институте ежегодно собирались всесоюзные агрономические совещания, на которых было представлено большинство опытных станций Наркомзема СССР, занимавшихся изучением удобрений. Институт стал центром пропаганды химизации земледелия в СССР.

В дальнейшем агрохимический отдел НИУИФ провёл масштабные исследования по оценке различных форм азотных удобрений, установив в результате многолетних опытов ряд новых фактов, имеющих большое значение для выбора ассортимента продукции азотно-туковых заводов. На Долгопрудненском опытном поле НИУИФа были заложены многолетние опыты с известью и фосфоритом, а также по расчленению действия органического вещества в навозе. Эти исследования под названием “севооборот Прянишникова” продолжались более 60 лет и дали бесценный материал по многим агрохимическим аспектам земледелия Нечернозёмной зоны России.

В 1931 г. на базе кадров агрохимического отдела НИУ и кафедры Д.Н. Прянишникова в Тимирязевской академии был организован Всесоюзный институт удобрений, агротехники и агропочвоведения (ВИУАА) в системе Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук им. В.И. Ленина. В организации и руководстве агрохимическими работами этого института Дмитрий Николаевич принимал активное участие.

В 1944 г. Д.Н. Прянишников опубликовал в “Успехах химии” (вып. 2) историческое исследование — “Представления о круговороте азота до Лавуазье и после него”, которое было принято читателями с огромным интересом. В 1945 г. в издательстве Академии наук СССР вышел в свет новый замечательный труд “Азот в жизни растений и в земледелии СССР”, обобщающий огромный экспериментальный и литературный материал. В книге Дмитрий Николаевич даёт рекомендации по ряду весьма эффективных мероприятий по улучшению азотного баланса в земледелии страны путём разумного сочетания ресурсов “технического” и “биологического” азота.

Дмитрию Николаевичу принадлежит термин “химизация”, впервые применённый им в 1924 г. “Химизацию земледелия, — пишет он, — надо начинать с химизации агрономов... нельзя недостаток агрохимических знаний заменить избытком удобрений” [8, с. 90]. Страстно и последовательно боролся Прянишников за признание агрохимической химии как научной дисциплины, за её широкое использование в нашем земледелии. Он был в первых рядах борцов за построение мощной промышленности минеральных удобрений и многократно убедительно доказывал её огромное экономическое и оборонное значение.

Академик Д.Н. Прянишников всегда жил интересами своей страны. Его постоянное стремление служить народу проявлялось, быть может, сильнее всего в умении связывать теоретические исследования с запросами практики. Человек необычайно разносторонний, с широким кругозором, снискавший своими научными трудами высокий авторитет и у себя на родине, и далеко за её пределами, Прянишников был великим тружеником. “Наука ничего не принимает на веру”, — писал Дмитрий Николаевич, и это было девизом его работы. Он хорошо знал условия сельскохозяйственного производства в самых разнообразных районах СССР. Эти условия он изучал на месте,

совершив за свою жизнь более 50 больших поездок в самые отдалённые уголки страны. Он побывал почти на всех заводах, производящих минеральные удобрения, знал все крупные месторождения агрономических руд.

Скончался Дмитрий Николаевич 30 апреля 1948 г. и был похоронен на Ваганьковском кладбище в Москве. Научное наследие Прянишникова огромно: им опубликовано свыше 550 работ, которые ещё долгие годы будут служить источником знаний.

В.Н. КУДЕЯРОВ,
член-корреспондент РАН,

Институт физико-химических и
биологических проблем почвоведения РАН
vnikolaevich2001@mail.ru

ЛИТЕРАТУРА

1. Дмитрий Николаевич Прянишников. Жизнь и деятельность. М.: Наука, 1972.
2. *Петербургский А.В.* Дмитрий Николаевич Прянишников. Основные вехи творческой жизни // Дмитрий Николаевич Прянишников. Жизнь и деятельность. М.: Наука, 1972.
3. *Прянишников Д.Н.* Статьи и научные работы. Т. 2. М.: Работник просвещения, 1928.
4. *Жуковский П.А.* Образ учёного // Дмитрий Николаевич Прянишников. Жизнь и деятельность. М.: Наука, 1972.
5. *Прянишников Д.Н.* Статьи и научные работы. Т. 1. М.: Работник просвещения, 1927.
6. *Прянишников Д.Н.* Избранные сочинения. Т. 2. М.: Сельхозгиз, 1953.
7. *Прянишников Д.Н.* Мои воспоминания. М.: Сельхозгиз, 1961.
8. *Вольфович С.И.* Д.Н. Прянишников и развитие промышленности удобрений // Дмитрий Николаевич Прянишников. Жизнь и деятельность. М.: Наука, 1972.
9. *Прянишников Д.Н.* Избранные сочинения. Т. 1. Агрохимия. М.: Колос, 1965.
10. *Прянишников Д.Н.* Избранные сочинения. Т. 1. М.: Сельхозгиз, 1953.
11. *Прянишников Д.Н.* Травополье и агрохимия // Химизация социалистического земледелия. 1937. № 9.
12. *Прянишников Д.Н.* Основные задачи в области химизации земледелия // Справочник по удобрениям. Госхимтехиздат, 1933.

DOI: 10.7868/S0869587315090042

Биографический словарь сотрудников Библиотеки Российской академии наук.

СПб.: Гуманистика, 2014. Кн. 1. 568 с. Кн. 2. 1142 с.

“Библиотеки — это сокровищницы всех богатств человеческого духа” — слова великого Лейбница, который встречался с Петром I в 1711 г., в полной мере относятся к Библиотеке Российской академии наук. Библиотека была основана по указу Петра I. Поскольку сам указ до наших дней не дошёл, датой её основания считается сентябрь 1714 г., когда были выданы книги первым читателям.

Кому принадлежала идея создания “Биографического словаря”? Вероятно, она время от времени возникала и едва ли не с давних пор “носилась в воздухе”, но была принята к исполнению только тогда, когда все обстоятельства для её осуществления оказались благоприятствующими.

Библиотекарь — хранитель книг в прямом и переносном смысле. Ему известны основные системы классификации книг, составления библиографических указателей и справочников, а также каталогов. Специализация библиотекарей многообразна; помимо всего прочего, они знают, при каких условиях должны храниться книги, особенно редкие и уникальные экземпляры, как ими пользоваться при чтении, перелистывать и копировать, в каких случаях обязательно нужно надевать перчатки. Современный библиотекарь призван хорошо разбираться в информационных технологиях, владеть компьютером, офисной техникой, видеотехникой и другой аппаратурой. Однако работа с библиотечным фондом — лишь одно из направлений его деятельности. Немаловажным, если не важнейшим, является работа непосредственно с читателями. Библиотекарь консультирует посетителей библиотеки и её подразделений, помогает им в поиске, выборе литературы. Труд библиотекарей сопряжён с приложением полученных теоретических и приобретённых на практике знаний к конкретным читательским запросам, многие библиографы и другие специалисты — подлинные виртуозы в своей профессии, о них вспоминают коллеги и читатели воистину как о библиотечной легенде.

“Биографический словарь сотрудников Библиотеки Российской академии наук” — первой национальной библиотеки страны — вышел в рамках впечатляющего по своим масштабам про-

екта “Великая Россия. Российская биографическая энциклопедия” под редакцией профессора А.И. Мелуа. Книги 1 и 2 — это тома 13 и 14 энциклопедии. Общий их объём — свыше 1000 страниц. Оба тома вышли в издательстве “Гуманистика”, имеющем большой опыт выпуска в свет биографических словарей и энциклопедий.

Для осуществления поставленной задачи потребовалось создание редакционного совета, в который вошли основные научно-организационные силы БАН. Естественно, что подготовить такое издание смог коллектив авторов, объединённых общими принципами и критериями. Авторами биографических справок и статей стали около 150 сотрудников всех подразделений БАН. Главный редактор и составитель — директор библиотеки В.П. Леонов, он же автор статей, помещённых в приложения, и составитель ряда предисловий к разделам “Словаря”.

Авторы-составители установили хронологические рамки издания, ограничивающиеся XVIII—XX вв., а также порядок работы, которая была распределена по всем подразделениям БАН, включая многочисленные филиалы при академических учреждениях Санкт-Петербурга. Были подготовлены развёрнутая инструкция по написанию биографических статей, список состава сотрудников и определены принципы отбора персон.

В “Словарь” помещены статьи о 3500 служащих в БАН, среди которых не только научные сотрудники и библиотечные работники всех специализаций и уровней, включая систематизаторов, реставраторов, переплётчиков, но и кадровики, канцелярские работники, слесари, рабочие, швейцары и многие другие. Для выявления этих лиц использовались разные источники: картотека персоналий и описи личных дел Архива БАН, алфавитный список личного состава библиотеки за 1728—1928 гг., материалы группы “Энциклопедия БАН”, списки и характеристики сотрудников, в том числе тех, кто умер во время блокады, список жителей Санкт-Петербурга, внёсших значительный вклад в развитие города.

За биографией Христиана Мартина Френа, первого библиотекаря II (иностранного) отделе-

ния БАН (1819), придававшего огромное значение комплектованию фондов и восполнению лакун, помещена статья об академике Якобе фон Штелине (воспитатель Великого князя Петра Федоровича, будущего Петра III), который активно участвовал в составлении каталога “*Bibliothecae Imperialis Petropolitanae*”, напечатанного в 1742 г., на следующий год по воцарении императрицы Елизаветы Петровны. За биографией Иоганна Августа Наука, экстраординарного, а затем ординарного академика, хранителя II отделения БАН (1863), следует статья о Василии Андреевиче Эртеле, занимавшемся ревизией фондов и предложившем “алфавитно-крепостную” систему расстановки книг. Читатель знакомится с биографией академика Карла-Эрнеста фон Бэра, деятельность которого составляет целую эпоху в истории библиотеки. Бэр был автором систематической и оригинальной классификации книг с 21 разделом и 900 (!) подразделами, что в 1838–1841 гг. стало достоянием учёной общественности в печатном виде. Примечательна и биография Ивана Фомича Буссе. Он тоже немец, как и упомянутые предыдущие персоны. В библиотеке служил с 1788 г., был её директором до 1800 г. При нём завершилось создание 34-томного систематического каталога Академического собрания.

Эти и многие другие учёные привносили свой богатейший опыт в дело служения библиотеке, пока под их руководством “подрастали” и формировались отечественные кадры библиотекарей.

О некоторых персонах можно прочесть лишь две-три строчки, как, например, о некоем И.-К. Остервальде. О нём удалось узнать только то, что до 1741 г. он “выполнял работы в Библиотеке”. Не исключено, что со временем появятся и другие свидетельства и мы узнаем о новых фактах деятельности таких лиц в БАН.

Большинство статей сопровождается портретом того, о ком идёт речь. К великому сожалению, не удалось найти портрет первого директора БАН Иоганна Даниеля Шумахера, который возглавлял библиотеку и Кунсткамеру, приложил много усилий к созданию упомянутого каталога “*Bibliothecae Imperialis Petropolitanae*...” в трёх томах.

Нельзя не приветствовать включение в основной корпус приложений. Отражающие разные эпохи истории Академии наук, они органично входят в общее содержание “Словаря”, тем более что большинство опубликованных там материалов “рассыпано” по отдельным номерам известного в библиотечных и библиофильских кругах журнала “Петербургская библиотечная школа”. Написанные сотрудниками БАН статьи (их более 40) весьма различны по тематике и стилистике, но все они, что называется, “к месту”. В силу своих собственных профессиональных интересов остановлюсь только на тех, в которых речь идёт об

истории русской книжности и библиотечной культуры XVIII–XIX вв.

Начну со статьи В.П. Леонова “Иоганн Даниель Шумахер: между Библиотекой, Академией и Двором”, которая даёт представление об историко-графической ситуации вокруг личности первого директора библиотеки, внёсшего, несмотря на многообразные трудности, включая и отношения внутри самой Академии наук, весомый вклад в развитие Академической библиотеки, усердно занимавшегося её обустройством, оснащением и пополнением. Автор справедливо отмечает, что фигура И.Д. Шумахера, надолго и предвзято отодвинутая в тень, заслуживает внимания и изучения.

Статья П.И. Хотеева объединяет “Пять очерков из ранней истории Академической библиотеки”. Автор с давних пор изучает записи в библиотечных журналах о выдаче книг тому или иному лицу. Записи являются бесценным материалом, благодаря которому можно узнать, какие книги интересовали читателя в первой четверти XVIII в. и, что важнее, почему читатель, особенно государственный деятель, военный или учёный, проявлял интерес именно к данной книге. Это, в свою очередь, позволяет дополнить биографии тех или иных лиц и по-новому оценить их деятельность.

Привлекает внимание и статья Н.И. Баженовой “Библиотека РАН и история обязательного экземпляра в России в XVIII в.”, раскрывающая особенности комплектования библиотеки со времён Петра I до появления Академии наук, когда фонды пополнялись в порядке обмена, поступлений в качестве дара, передачи изданий из учреждений, а также из частных книжных собраний, до екатерининской эпохи. Указ 24 января 1783 г. об общегосударственном бесплатном обязательном экземпляре вывел комплектование библиотеки на особый, государственный уровень, придав её фонду статус общегосударственного депозитария, но при этом разрушил сложившуюся систему академического комплектования и негативно отразился на возможностях пополнения запасного дублетного фонда библиотеки.

Статья Е.А. Савельевой и Г.Н. Питулько “Валленродiana Библиотеки Академии наук” посвящена материалам первого выпуска каталога книг из собрания Валленродтов в Кёнигсберге, с 1947 г. хранящихся в БАН, а в 1956 г. принятых в Отдел редкой книги. В статье раскрывается содержание как всего собрания, поступившего в БАН, так и тех книг и конволютов, которые вошли в первый выпуск каталога. По мнению авторов, “Валленродiana” достойна подробного изучения, ибо даёт представление не только о книжной культуре Кёнигсберга, но и о духовной жизни германского общества в эпоху, когда складывалось Прусское королевство.

В статье И.М. Беляевой “Библиотека М.В. Ломоносова” рассказывается о судьбе этого книжного собрания, переходившего из рук в руки и хранившегося одно время в Мраморном дворце Великого князя Константина Павловича и его побочного сына Павла Константиновича Александрова. Автор восстанавливает канву поисков следов библиотеки Ломоносова: от установления источников ломоносовского собрания и приблизительной реконструкции библиотеки учёного до научной атрибуции владельческих помет на обнаруженных сотрудниками БАН М.В. Кукушкиной и И.Н. Лебедевой книгах, принадлежавших Ломоносову.

Не оставляет равнодушным републикация “Притчи о появлении на свет Карла-Эрнеста Бэра”, сочинённая неким А.З. и напечатанная по-немецки в Петербурге в начале 1894 г. “Притча” публикуется в переводе Н.Н. Ёлкиной — автора работ по истории библиотеки.

В статье В.С. Соболева “Первый президент Академии наук Л.Л. Блюментрост” рассказывается о деятельности Блюментроста, написавшего по прямому поручению Петра I “Проект положения об учреждении Академии наук”. Благодаря президенту удалось заложить основы организационного устройства Академии наук. Кроме библиотеки и Кунсткамеры, было создано ещё несколько академических структур. Особое внимание Блюментрост уделял академической типографии “для печатания исторических книг, которые на русский язык переведены”.

В статье Н.В. Колпаковой «Издано под грифом “БАН”: к 300-летию Библиотеки РАН» раскрывается история издательской деятельности библиотеки, связанная с подготовкой библиографических описаний и выпуском в свет каталогов. Эта работа продолжалась на протяжении веков под руководством и при участии таких выдающихся учёных, как И. Бакмейстер, П.И. Соколов, В.И. Срезневский, Ф.И. Покровский и многие другие. Особо подчёркивается значительная роль

в научно-библиографической и научно-организационной деятельности БАН первого заведующего Славянским отделом I (Русского) отделения Э.В. Вольгера, по инициативе которого издавались так называемые “Библиологические сборники”, содержащие богатый материал по истории русских библиотек. Отмечен и ряд последующих достижений издательской деятельности БАН: многотомное издание «Газета “Санкт-Петербургские ведомости” XVIII в.: указатели к содержанию», а также “История Санкт-Петербурга — Петрограда. 1703—1917: путеводитель по источникам”.

В написанной также Н.В. Колпаковой статье “Наследие библиографии” более подробно освещается деятельность БАН по переизданию редких библиографических описаний и каталогов.

Интерес вызывают практически все материалы, помещённые в приложения к “Словарю”, включая публикацию «Презентации книги В.П. Леонова “Библиотечный синдром” (по протоколу заседания Библиотечного общества Санкт-Петербурга 15 июля 1996 года)», статьи о зданиях библиотеки и воспоминания.

Рецензируемое издание служит благородному делу сохранения исторической, а значит, и общечеловеческой памяти. Это свидетельство признания заслуг всех тех, кто на протяжении 300 лет трудился и ныне трудится в БАН. “Словарь” восстанавливает забытые имена и делает достоянием общества немало новых ценных фактов об уже ушедших из жизни, но навсегда оставшихся в судьбе библиотеки. Издание “Биографического словаря” явится хорошей “стартовой площадкой” для дальнейших исследований жизни и деятельности первой “учёной” библиотеки России.

С.Н. ИСКЮЛЬ,
доктор исторических наук,
Санкт-Петербургский институт истории РАН
iskiouls@yahoo.com

DOI: 10.7868/S0869587315090121

**Ю.Д. Гранин. Национальное государство.
Прошлое. Настоящее. Будущее.**

СПб.: Экспертные решения, 2014. 240 с.

Обсуждаемые в этой интересной работе вопросы находятся в центре самых оживлённых дискуссий. Несмотря на то, что изучение наций и национальных государств имеет почти двухвековую историю, единства взглядов исследователей о сущности, способах формирования и эволюции этих социально-исторических феноменов всё ещё нет. Перефразируя Э. Теллнера, национальное государство можно определить как результат “брачного союза” государства современного типа и нации. Но что такое “государство” вообще и “современное государство” в частности и что подразумевать под “нацией”? Является ли “национальное государство” государством одной нации? И если “да”, то как тогда быть с “многонациональными” государствами, которых большинство на нашей планете, но которые входят в Организацию Объединённых Наций? Может быть, в целях теоретической строгости употребления терминов их следует именовать “полиэтническими национальными государствами”, то есть государствами одной “нации”, состоящей из многих “этносов”?

Но что отличает нацию от этноса? По мнению большинства — наличие у нации собственной государственности. А как же быть с народами, обладающими всеми признаками нации (общностью языка, территории проживания, культуры и т.д.) и считающими себя нациями (шотландцы, фламандцы, каталонцы и др.), но не имеющими государственности? Как быть с тем, что некоторые нации (например, немцы) сформировались ещё до обретения собственной государственности, тогда как в образовании других ключевую роль играли именно государства, которые долгие годы пытались сформировать общую (национальную) идентичность своего многоэтнического населения? Что же, в конце концов, первично — “нация” или “национальное государство”?

Общепризнанных ответов на эти вопросы в науке до сих пор нет, в том числе и потому, что современный научный дискурс о нациях и национальном государстве методологически плюралистичен, полицентричен и крайне противоречив. Будучи образованы путём абстрагирования от

своей феноменальной данности и многообразия исторических форм явленности, понятия “нация” и “национальное государство” естественным образом, по мнению Гранина, “оказываются в числе междисциплинарных категорий, расположенных на границах между социальной философией, социологией, экономикой, политологией и другими дисциплинами. Это, в свою очередь, обостряет конкурентную борьбу, в ходе которой вместо междисциплинарного диалога имеют место попытки редуцировать весь дискурс по поводу комплексной проблемы к одному из аспектов её рассмотрения” (с. 7).

Предпринятую в книге попытку социально-философской — трансдисциплинарной — интерпретации указанных понятий можно признать удачной и крайне своевременной уже потому, что в контексте разворачивающегося на наших глазах процесса глобализации многие теоретики прогнозируют отмирание национального государства, рассматривая его как реликт прошлого или даже как “ирреальную” политическую конструкцию, сохраняющуюся лишь благодаря инерции массового сознания. По мнению У. Бека, европейцы лишь “делают вид, будто всё ещё существуют Германия, Франция, Италия, Нидерланды, Португалия и т.д. Но их давно уже нет, так как закрытые национально-государственные держатели власти и отделённые друг от друга границами государства стали ирреальными самое позднее с введением евро” [1, с. 7].

Думаю, это ошибочное утверждение. Тем не менее проблема направлений и способов трансформации национальных государств в современном, стремительно глобализирующемся мире стоит крайне остро. Каким же образом теоретически и исторически связаны между собой “нация”, “национальное государство” и “глобализация”, какова их диалектика в прошлом, настоящем и обозримом будущем? Дать обоснованные ответы на эти и некоторые другие вопросы — основная цель рецензируемой монографии.

В первой главе “Нация” и “Национальное государство” исследуется эволюция содержания понятия “нация” в истории философии и науки

XVIII–XIX вв., приводятся его современные трактовки, анализируются и сравниваются основные концепции наций и национального государства, предлагается авторская — социально-философская — интерпретация сущности наций и национальных государств.

Критикуя основные направления в исследовании наций (примордиализм, перенниализм, инструментализм, интегрализм, этносимволизм и др.) и акцентируя внимание на необходимости рефлексии над способами существования и познания социальных явлений и процессов, Гринин приходит к выводу о необходимости использования восходящей к классическому марксизму парадигмы современного социально-философского конструктивизма. В рамках этой парадигмы “нация” и “национализм” понимаются как парные понятия и как фиксируемые ими исторические феномены, которые возникли при определённых социальных, экономических, политических обстоятельствах в результате целесообразных предметно-практических и интеллектуально-духовных усилий людей, осознавших потребность новых форм общественного бытия.

В этом случае, отмечается в монографии, понятие “нация” продуктивно интерпретировать как сплочённый общими чувствами идентичности и солидарности, связанный общими ценностями прошлого и настоящего, политически и социокультурно организованный (интегрированный) полиэтнический социум, диалектически “снимающий” доминирующие ранее этнические формы социального бытия.

Анализируя методологические основания наиболее влиятельных концепций формирования национального государства (социально-культурный модернизм Б. Андерсона и Э. Геллнера, политический модернизм Ч. Тилли, М. Манна и Дж. Бройи, социальный конструктивизм М. Хроха и Э. Хобсбаума), автор приходит к выводу, что национальное государство представляет собой европейское явление, некое становящееся единство нации и современного государства. Последнее представляет собой, во-первых, набор институционализированных форм монопольного контроля над территорией с чётко определёнными границами, во-вторых, свод санкционированных законом правил и, в-третьих, непосредственный контроль над средствами внутреннего и внешнего насилия. «Если к перечню указанных характеристик добавить “народный суверенитет”, “приоритет права” и “демократическую форму правления”, то это, — пишет Гринин, — будет то понимание современного государства, которого в дальнейшем я буду придерживаться» (с. 43).

Становление первых государств нового типа и формирование европейских наций — взаимосвязанные процессы, имеющие нелинейный характер. Эта мысль обосновывается во второй главе

“Формирование наций и национальных государств”, где, помимо формирования наций и национальных государств в Западной Европе XVII–XIX столетий, анализируются предшествующие национальным государствам раннегосударственные и имперские формы социальной интеграции. Здесь принципиальным оказывается понимание взаимообусловленности формирования наций и трансформации государства, которое получает теоретическое воплощение в понятии “национальная интеграция”. Это историческое явление осуществлялось в Европе разными путями, но тем не менее всегда было результатом совместного действия многих объективных и субъективных факторов. В их число входило и “государство” — либо в качестве политического института власти, либо в виде “идеи”, “политического проекта”, под определяющим влиянием которого складывались многие европейские нации. Формирование наций и национальных государств, считает автор, имманентно завершающей фазе первой стадии процесса глобализации, его западноевропейской и выросшей из неё евро-атлантической исторической форме, распространению которой способствовали национальные государства Европы.

Подробно анализируя историю Европы XVI–XVIII вв., автор указывает на отсутствие жёсткой линейной причинно-следственной зависимости между процессами образования наций и национальных государств. Многие исторически первые европейские нации проделали путь от государства к нации, развитие других шло преимущественно от нации к национальному государству, тогда как для третьих был характерен некий гибридный тип развития. Одни нации образовывались в результате сецессий — отделения от политического тела империи, другие активно использовали унаследованную со времён абсолютизма универсальную имперскую политическую конструкцию для расширения территориального пространства нации и укрепления её единства. «Политической формой развития многих наций, — отмечается в книге, — выступала империя: формирование сначала ведущих европейских, а затем и некоторых других национальных государств (например, США) осуществлялось за счёт внешних военных и колониальных экспансий, взаимно обуславливающих друг друга. Во всех этих случаях ведущая роль принадлежала “национализму”: новому историческому феномену социальной жизни человечества, диалектически “снимающему” доминирующие ранее этнические формы бытия и существующему в исторически конкретных идеальных и предметно-практических воплощениях — в идеях и чувствах, художественных произведениях и политических трактатах, программах и действиях государства, общественных организаций и “движений”, целью которых были и остаются

формирование, сохранение, развитие и экспансия (территориальная, политическая и др.) наций и/или национальных государств» (с. 130).

Так постепенно глобализация стала осуществляться в национальных формах. Промышленное, экономическое и военно-техническое развитие позволило им со временем сформировать европейскую идентичность и распространить своё присутствие в Америке, Азии и Африке.

Более подробная аргументация для обоснования этой гипотезы дана в третьей главе “Глобализм национальных государств в XIX — первой половине XX столетия”. Если глобализация представляет собой историческую тенденцию объединения народов на базе той или иной цивилизационной модели развития, то глобализм, полагает автор, «можно охарактеризовать как “своё иное” глобализации — как исторически конкретную совокупность идеологий и практик достижения мирового (глобального) господства» (с.132). Последнее осуществляется под флагом “национальных интересов” и “цивилизаторской миссии”, подоплёкой которых всегда являлся банальный национализм: стремление расширить территориальное пространство нации, интегрировав в её состав другие народы, а если это не получалось, обернуть ситуацию экономического, политического или иного неравенства в свою пользу — осуществить собственное национальное развитие за счёт других народов.

В XIX столетии борьба за территории и сферы влияния между ведущими имперскими государствами сопровождалась созданием новой системы господства над главными регионами мира, обслуживаемой новыми телекоммуникационными и транспортными средствами (телеграф, азбука Морзе, трансатлантическая кабельная связь, автомобили, радио и т.д.) и инфраструктурами, которые к началу XX в. обеспечили действие новых форм и механизмов политического влияния. Параллельно с традиционными формами непосредственного административно-территориального контроля стали образовываться относительно независимые от национальных государств транснациональные организации и многонациональные корпорации, обеспечившие новые режимы регуляции межконтинентальных экономических потоков и взаимодействий. “Одновременно начал складываться *новый политический миропорядок*, опирающийся не только на правительственные, но и на региональные и всемирные организации (Международный телеграфный союз, Международная ассоциация железнодорожных путей сообщений, Всемирный почтовый союз и др.), взявшие на себя часть функций по регулированию взаимодействий в сфере промышленности, труда, банковского дела, мореплавания, права, транспорта и информации” (с. 164).

В итоге уже к началу XX в. человечество было глобализировано (объединено) в научно-информационном, транспортно-коммуникационном, финансово-экономическом и политическом отношениях. С одной стороны, мир оказался разделён между национальными буржуазно-демократическими империями модернизирующегося “капиталистического центра” и догоняющими их монархическими империями “полупериферии”, с другой — интегрирован системами международного права и политических союзов национальных государств и надстраивающейся над ними системой наднациональных финансовых, экономических, политических и иных международных институтов и корпораций. Сложилась иерархическая двухуровневая структура мира, которая была взорвана Первой мировой войной, ознаменовавшейся почти повсеместным всплеском национализма и образованием нескольких десятков новых национальных государств.

После двух мировых войн мир стал разделённым и одновременно интегрированным по нескольким направлениям. К началу XXI в. сложилась довольно сложная динамичная структура, в которой национальные государства продолжают играть важную роль.

Надолго ли? Действительно ли в обозримой перспективе мироустройство суверенных национальных государств уступит место мироустройству глобального сообщества открытых друг другу наций, идущему, как считают некоторые, к “глобальной демократии” и “глобальному гражданскому обществу”? Или, быть может, человечество вступает в эпоху формирования новых форм глобализации на базе национальных концепций (программ) модернизации и использования католических, исламских, буддистских, конфуцианских, синтоистских и других цивилизационных ценностей? Ответы на эти вопросы даны в заключительной главе монографии “Глобализация и национальное государство в XXI веке”, где, помимо развёрнутого анализа современных дискуссий о судьбе национального государства и политических проектов грядущего мирового порядка, обсуждается вопрос о новых функциях национальных государств и вырабатываемых ими стратегий глобального доминирования, перспективы России в глобализирующемся мире. Последний, как не раз подчёркивается в монографии, трансформируется под определяющим влиянием евро-атлантической модели развития и политики неолібериализма, результатом которых стала консервация неравенства государств, разделённых на мировую периферию, полупериферию и центр. В выигрыше от современного миропорядка оказываются страны “золотого миллиарда”, которые, перейдя в постиндустриальную фазу развития, остаются важнейшими субъектами глобализации. А у государств мировой периферии, в пределах которой

так и не сложились ни нации, ни современные политические институты, шансов на равных войти в неолиберальный тренд глобализации почти нет. У национальных государств полупериферии (индустриальных стран, к числу которых принадлежит Россия) их значительно больше.

Многие исследователи связывают перспективы государств полупериферии с паллиативными мерами: стратегией концентрации ресурсов на передовых направлениях НТП, либо с формированием “правовой базы” глобализации для установления действительного равноправия всех участников глобализационного процесса, либо например, с сокращением потребностей стран-лидеров в дешёвой рабочей силе. Последние два предложения, считает Гранин, имеют утопический характер. Зато вполне реальны национальные формы глобальных стратегий, связанные с отказом слепо следовать рекомендациям МВФ, ВТО и других институтов международного неолиберализма. Взамен этим рекомендациям предлагаются признание приоритета национальных интересов, модернизация экономики, опирающаяся не только на заимствованные у Запада формы экономической и политической жизни, но главным образом на собственные социокультурные и политические традиции и ресурсы. Ключевым моментом таких национальных стратегий является мера сочетания западных и национальных форм модернизации. Варианты здесь могут быть самыми разными — от весьма высокого уровня вестернизации нескольких сфер жизни общества до незначительного, охватывающего преимущественно экономическую сферу. Пример первого варианта развития дала Япония, пример второго — современный Китай. Но сможет ли Россия модернизироваться на собственной цивилизационной основе и войти в клуб наиболее развитых государств мира? По мнению автора, шансов на это в обозримом будущем у нас немного.

Вследствие цивилизационных особенностей, экзогенного характера модернизации и её регулярных срывов в нашей стране продолжают сохраняться элементы социальной архаики: социально-психологические архетипы общественного сознания и поведения, выражающиеся в произволе чиновников, социальной практике чиновных “кормлений”, лишении домовладельцев земли, скупке богатыми земель вместе с населяющими их людьми, ставке на силу и привилегии. Сохраняется и непонимание руководством страны ключевой роли науки и образования в деле системной модернизации [2].

Огромная по масштабам и сложнейшая по структуре научно-техническая система России, продолжает Гранин, непрерывно создававшаяся на протяжении 300 лет, уже более двух десятилетий остаётся почти без средств развития и без социальной поддержки. «И это закономерно в об-

ществе, которое переживает культурный кризис, где сформированное ранее научное мировоззрение и рациональное мышление целенаправленно заменяется СМИ мифами самого разного толка и лженаукой. Итогом стало изменение системы координат массового сознания, в иерархии ценностей которого наука оказалась в самом низу пирамиды. Неслучайно протесты учёных против поспешной “реформы” РАН не были поддержаны не только народом, но и вузовскими преподавателями. О политических и иных “элитах” даже не хочется говорить: они утратили навыки понимания сложной структуры и значимости социальных функций науки» (с. 227).

Анализируя экономическую политику России последних лет, автор приходит к заключению, что «прогрессивные и особенно высокие технологии и создаваемые ими наукоёмкие высококонкурентные товары, так же как инновационный сектор экономики, можно создать лишь на основе собственной науки, собственных опытно-конструкторских разработок, собственных технологических проектов. Для этого наша наука и наше образование нуждаются в мощных инвестициях и государственной поддержке. Но судя по всему, они их не получают. Россия продолжает идти в колее зависимого развития, постепенно сползая в “третий мир” — мир сырьевых колоний Запада и рынков сбыта для глобального бизнеса» (с. 230).

С определёнными оговорками этот вывод следует решительно поддержать. Можно согласиться и с идеей Гранина о необходимости формирования российской нации, превращения России в национальное государство [3].

В контексте заявленной темы можно было бы более полно обсудить вопрос о так называемых несостоявшихся национальных государствах, включив в пространство исследования не только “псевдонациональные государства” Африки, но и современную Украину, судьба которой, судя по всему, будет незавидной. Тем не менее книга является собой пример глубокого и очень интересного исследования, заставляющего задуматься о самых актуальных проблемах культурной и политической эволюции России и человечества.

С.А. РАЗУМОВ,
Институт философии РАН,
maily-granin@mail.ru

ЛИТЕРАТУРА

1. Бек У. Власть и её оппоненты в эпоху глобализма. Новая всемирно-политическая экономия. М.: Прогресс-Традиция, 2007.
2. Гранин Ю.Д. Модернизация России: без науки и образования? // Вестник РАН. 2010. № 11.
3. Гранин Ю.Д. Станет ли Россия “национальным государством”? // Вопросы философии. 2011. № 1.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ
ОТДЕЛ

ПРЕЗИДИУМ РАН РЕШИЛ

(май–июнь 2015 г.)

• Считать утратившим силу постановление Президиума РАН от 24 июня 2008 г. № 431 “Об установлении окладов за звание действительного члена и члена-корреспондента Российской академии наук”. Во исполнение постановления Правительства РФ от 19 мая 2015 г. № 480 «О внесении изменений в пункт 1 постановления Правительства РФ от 22 мая 2008 г. № 386 “Об установлении ежемесячных денежных выплат членам государственных академий наук”» Президиум РАН постановляет выплачивать с 1 июля 2015 г. ежемесячную денежную выплату членам РАН: академику РАН в размере 100 тыс. руб., члену-корреспонденту РАН в размере 50 тыс. руб. Принять к сведению, что финансовое обеспечение ежемесячных денежных выплат членам РАН осуществляется за счёт средств, предусмотренных в федеральном бюджете на очередной финансовый год и плановый период на указанные цели.

• Организовать Межведомственный координационный совет РАН “Социальные показатели и индикаторы развития российского общества”, состоящий при Президиуме РАН. Председателем совета назначить доктора юридических наук **С.В. Степашина** (Институт социально-политиче-

ских исследований РАН), поручить ему подготовить проект Положения о совете и предложения по составу совета для последующего утверждения в установленном порядке. Контроль за исполнением постановления возложить на вице-президента РАН академика РАН **Т.Я. Хабриеву**.

• Организовать Межведомственный координационный совет РАН “Транснациональное развитие Евразийского континента”, состоящий при Президиуме РАН. Председателем совета назначить доктора политических наук **В.И. Якунина** (Институт социально-политических исследований РАН), поручить ему подготовить проект Положения о совете и предложения по составу совета для последующего утверждения в установленном порядке. Контроль за выполнением постановления возложить на вице-президента РАН академика РАН **Т.Я. Хабриеву**.

• Создать при Президиуме РАН Научный совет РАН по проблемам защиты конкуренции. Утвердить Положение о Научном совете РАН по проблемам защиты конкуренции и его состав. Контроль за выполнением постановления возложить на вице-президента РАН академика РАН **В.В. Костюка**.

ПОЛОЖЕНИЕ О НАУЧНОМ СОВЕТЕ РАН
ПО ПРОБЛЕМАМ ЗАЩИТЫ КОНКУРЕНЦИИ

Общие положения

Научный совет РАН по проблемам защиты конкуренции создан во исполнение Соглашения о сотрудничестве Федеральной антимонопольной службы и Российской академии наук от 10 декабря 2012 г. № 9/47.

Совет является научно-консультативным и координирующим органом РАН, подотчётным Президиуму РАН.

В своей деятельности совет руководствуется законодательством Российской Федерации, Уставом РАН, постановлениями Общего собрания членов РАН, постановлениями и распоряжениями Президиума РАН, а также настоящим Положением.

Деятельность совета осуществляется во взаимодействии с научными организациями и образовательными организациями высшего образования, региональными отделениями РАН, региональными научными центрами РАН, органами государственной власти субъектов Российской Федерации, а также научными советами РАН по смежным направлениям науки, общественными объединениями, государственными корпорациями, финансовыми организациями по вопросам, входящим в компетенцию совета.

Изменения и дополнения в Положение и в состав совета утверждаются постановлениями Президиума РАН.

Совет имеет бланк со своим наименованием.

Основные направления деятельности совета

Анализ современного состояния конкуренции в России, в государствах — участниках Евразийского экономического союза (ЕАЭС) и в мире.

Анализ влияния норм конкурентного права на экономику и иные сферы социальной жизни.

Анализ экономических, правовых и иных проблем защиты конкуренции в России и ЕАЭС.

Анализ проблем защиты конкуренции на транснациональных рынках отдельных видов товаров.

Определение наиболее перспективных направлений фундаментальных исследований по проблемам защиты конкуренции.

Выработка предложений по защите конкуренции в России и в отдельных отраслях российской экономики.

Обсуждение проблем и выработка предложений по кодификации конкурентного, в том числе антимонопольного, законодательства.

Обсуждение проблем унификации конкурентного законодательства государств — участников ЕАЭС и выработка предложений по его совершенствованию.

Выработка предложений по совершенствованию международного законодательства и международно-правового сотрудничества России в сфере развития конкуренции.

Выработка предложений по совершенствованию борьбы с картелями и иными наиболее опасными формами посягательств на добросовестную конкуренцию.

Анализ проблем государственного (муниципального) заказа и выработка предложений по совершенствованию законодательства Российской Федерации, правовых основ государственного заказа в ЕАЭС, практики применения соответствующего нормативного правового регулирования.

Обсуждение проектов федеральных законов, указов Президента РФ и постановлений Правительства РФ, международных договоров Российской Федерации, иных нормативных правовых актов по вопросам, входящим в компетенцию совета.

Определение наиболее перспективных направлений научных исследований в области развития и защиты конкуренции, государственного регулирования в соответствующих сферах, конкурентного права.

Полномочия совета

Для реализации основных направлений своей деятельности совет вправе:

Утверждать годовой план работы и повестки очередных заседаний совета.

Знакомиться с состоянием исследований в научных организациях и высших учебных заведениях, отделениях РАН по областям и направлениям

науки, региональных отделений РАН, запрашивать и получать по согласованию с руководителями данных организаций информацию по вопросам, входящим в компетенцию совета.

Готовить предложения и рекомендации для Президиума РАН по вопросам, относящимся к деятельности совета, в том числе выносить вопросы, касающиеся профильной деятельности совета, на обсуждение Президиума РАН, бюро отделений РАН по областям и направлениям науки.

Организовывать совещания, научные сессии, конференции, семинары и “круглые столы” по проблемам конкурентного права и антимонопольного законодательства.

Организовывать временные комиссии для решения конкретных задач, входящих в компетенцию совета.

Участвовать в установленном порядке в сотрудничестве с международными научными организациями и зарубежными научными учреждениями, осуществляемом РАН по вопросам, входящим в компетенцию совета.

Участвовать в координации деятельности РАН и иных органов государственной власти Российской Федерации по вопросам, относящимся к компетенции совета.

Готовить и представлять к опубликованию в периодических и иных изданиях (в том числе изданиях РАН), научные, научно-практические, научно-методические, учебные и учебно-методические работы по вопросам, входящим в компетенцию совета.

Поддерживать ходатайства органов государственной власти, научных и образовательных организаций РАН, иных научных и образовательных организаций о присвоении почётных званий и награждении государственными, ведомственными наградами, а также наградами РАН граждан Российской Федерации за научные и иные достижения в сфере развития и защиты конкуренции.

Состав и структура совета

Совет состоит из двух сопредседателей, их заместителей, бюро совета, учёного секретаря и членов совета.

Состав совета утверждается Президиумом РАН.

Количество членов бюро совета определяется советом. Выборы членов бюро совета осуществляются открытым голосованием простым большинством голосов.

В составе совета могут быть созданы подразделения (секции, комиссии и подкомиссии) по отдельным научным направлениям.

Работа совета

Совет осуществляет свою деятельность посредством рассмотрения соответствующих вопросов на своих заседаниях, заседаниях секций, комиссий и подкомиссий через создаваемые временные комиссии, путём выполнения членами совета разовых поручений руководства совета, а также путём привлечения к работе совета научных и иных организаций РАН.

Заседания совета созываются одним из сопредседателей совета по согласованию со вторым сопредседателем по мере необходимости, но не реже одного раза в два месяца. Решения совета принимаются открытым голосованием простым большинством голосов. При равенстве голосов преимущество имеет голос председательствующего во время заседания сопредседателя совета.

Решения совета оформляются постановлением совета за подписью сопредседателя и учёного секретаря совета.

Решения совета, а также выработанные им рекомендации и предложения в случае необходимости по представлению председателя совета рассматриваются на заседании Президиума РАН.

В перерывах между заседаниями совета оперативную работу осуществляет бюро совета, которое правомочно решать вопросы деятельности совета с последующим утверждением принимаемых решений на заседаниях совета.

Заседания совета и бюро совета проводит один из сопредседателей совета или их заместителей поочередно либо по взаимной договорённости.

Общее руководство работой совета осуществляет Президиум РАН.

Совет ежегодно представляет в Президиум РАН отчёт о своей деятельности и план работы на очередной год.

Состав совета

Кандидат биологических наук **И.А. Артемьев** (руководитель Федеральной антимонопольной службы) — сопредседатель (по согласованию); академик РАН **А.Г. Лисицын-Светланов** — сопредседатель; доктор юридических наук **С.В. Максимов** (директор Департамента конкурентной политики и политики в области государственных закупок Евразийской экономической комиссии) — заместитель председателя; доктор юридических наук **Н.И. Михайлов** (заместитель директора Института государства и права РАН) — заместитель председателя; кандидат юридических наук **Т.Г. Смирнова** — учёный секретарь (по согласованию); кандидат химических наук **Э.Е. Антипенко** (заместитель президента РАН); кандидат экономических наук **И.В. Башлаков-Николаев** (начальник Юридического управления Федеральной антимонопольной службы); доктор экономических

наук **С.П. Глинкина** (заместитель директора Института экономики РАН); академик РАН **С.И. Колесников**; член-корреспондент РАН **Л.Э. Миндели**; **О.Ю. Миронюк** (заместитель проректора МГУ им. М.В. Ломоносова, по согласованию); кандидат юридических наук **С.А. Пузыревский** (начальник Правового управления Федеральной антимонопольной службы, по согласованию); кандидат экономических наук **А.Г. Сушкевич** (начальник Аналитического управления Федеральной антимонопольной службы, по согласованию); член-корреспондент РАН **Г.А. Тосунян**; **А.Ю. Цариковский** (статс-секретарь — заместитель руководителя Федеральной антимонопольной службы, по согласованию); член-корреспондент РАН **В.Л. Шульц**; доктор экономических наук **В.И. Щедров** (директор Государственного научно-исследовательского института системного анализа Счётной палаты РФ, по согласованию); член-корреспондент РАН **В.Ф. Яковлев**.

• Утвердить состав Экспертного совета РАН.

Бюро совета: академик РАН **М.А. Пальцев** — председатель; член-корреспондент РАН **Н.К. Долгушкин** — заместитель председателя; кандидат биологических наук **Д.Д. Победимская** — учёный секретарь; академик РАН **С.М. Алдошин**; кандидат химических наук **Э.Е. Антипенко** (заместитель президента РАН); академик РАН **А.Л. Асеев**; доктор биологических наук **Н.Н. Белушкина** (заместитель главного учёного секретаря Президиума РАН); член-корреспондент РАН **В.И. Васильев** (и.о. заместителя президента РАН); доктор экономических наук **В.В. Иванов** (заместитель президента РАН); академик РАН **В.В. Козлов**; академик РАН **А.Н. Лагарьков**; доктор технических наук **А.А. Макоско** (заместитель главного учёного секретаря Президиума РАН); академики РАН **Г.Г. Матишов**, **Г.В. Осипов**, **Д.С. Павлов**, **В.И. Стародубов**, **В.А. Тишков**, **А.Ю. Цивадзе**.

Члены совета: академик РАН **Л.М. Аксёнова**; академик РАН **Ж.И. Алфёров**; член-корреспондент РАН **П.И. Арсеев**; академик РАН **В.Г. Барановский**; член-корреспондент РАН **В.И. Богоявленский**; академик РАН **В.Г. Бондур**; академик РАН **Н.С. Бортников**; член-корреспондент РАН **В.И. Бухтияров**; академик РАН **Ю.В. Гуляев**; член-корреспондент РАН **В.И. Данилов-Данильян**; член-корреспондент РАН **Г.И. Долгих**; академик РАН **С.В. Емельянов**; член-корреспондент РАН **А.Г. Забродский**; академики РАН **Ю.А. Золотов**, **В.П. Иванников**, **В.Т. Иванов**, **В.В. Ивантер**, **Д.М. Климов**, **А.А. Кокошин**, **С.И. Колесников**; член-корреспондент РАН **В.Н. Кудеяров**; академики РАН **Ю.Н. Кульчин**, **А.Г. Лисицын-Светланов**, **Е.А. Микрин**, **А.М. Молдован**; член-корреспондент РАН **Н.В. Мушников**; академики РАН **Б.Ф. Мясоедов**, **Н.Ф. Мясоедов**, **Е.Е. Никольский**, **М.А. Погосян**; член-корреспондент РАН **Е.В. Попов**; академик РАН **Р.З. Сагдеев**; академик

РАН **С.Б. Середенин**; доктор экономических наук **С.В. Сидоренко** (Научно-организационное управление РАН); академики РАН **И.Г. Ушачев**, **О.Н. Фаворский**, **Р.М. Хаитов**; член-корреспондент РАН **А.С. Холодов**.

• Признать утратившими силу постановления Президиума РАН от 24 февраля 2009 г. “Об утверждении Положения о Координационном совете РАН по прогнозированию и состава совета”, от 30 июня 2009 г. “О частичном изменении состава Координационного совета РАН по прогнозированию”, от 16 марта 2010 г. “О частичном измене-

нии состава Координационного совета РАН по прогнозированию”. Утвердить Положение о Координационном совете РАН по прогнозированию и состав совета.

Освободить академика РАН **А.Д. Некипелова** от обязанностей председателя Координационного совета РАН по прогнозированию. За активную и плодотворную работу в должности председателя совета объявить Александру Дмитриевичу Некипелову благодарность. Председателем Координационного совета РАН по прогнозированию назначить академика РАН **Н.П. Лавёрова**.

ПОЛОЖЕНИЕ О КООРДИНАЦИОННОМ СОВЕТЕ РАН ПО ПРОГНОЗИРОВАНИЮ

Общие положения

Координационный совет РАН по прогнозированию организован постановлением Президиума РАН от 23 сентября 2008 г.

Совет является научно-консультативным и координирующим органом РАН, подчиняется Президиуму РАН и отчитывается перед Президиумом РАН.

В своей деятельности совет руководствуется действующим законодательством Российской Федерации, в том числе Федеральным законом РФ от 28 июня 2014 г. № 172-ФЗ “О стратегическом планировании в Российской Федерации”, Уставом РАН, постановлениями Общего собрания членов РАН, постановлениями и распоряжениями Президиума РАН, а также настоящим Положением. Деятельность совета осуществляется во взаимодействии с отделениями РАН по областям и направлениям науки, региональными отделениями РАН, региональными научными центрами РАН и представительствами РАН, а также органами государственной власти Российской Федерации, органами государственной власти субъектов Российской Федерации, администрациями федеральных округов, другими организациями по вопросам, входящим в компетенцию совета.

Реформирование совета, изменения и дополнения в Положение о совете и его составе рассматриваются и утверждаются Президиумом РАН.

Совет имеет бланк со своим наименованием.

Основные направления деятельности совета

Анализ состояния научных исследований для целей прогнозирования в стране и за рубежом, проводимый в рамках осуществления экспертизы научно-исследовательских программ и проектов, научных и (или) научно-технических результатов, полученных за счёт средств федерального

бюджета, нормативных правовых актов в сфере научной и научно-технической деятельности. Подготовка предложений и рекомендаций по развитию наиболее актуальных и перспективных направлений исследований, имеющих критическое значение для реализации общегосударственных интересов Российской Федерации.

Комплексный анализ тенденций мирового научно-технического и технологического развития и оценка конкурентоспособности России на мировом рынке, в первую очередь на мировом рынке высокотехнологичной продукции и услуг.

Выявление первоочередных потребностей Российской Федерации в научных и технических исследованиях и разработках, исходя из стратегических целей социально-экономического и оборонного строительства, наличия природных, финансовых и кадровых ресурсов и имеющегося научно-технического и технологического потенциала отечественных организаций, а также подготовка предложений по осуществлению манёвра имеющимися ресурсами в целях достижения стратегических целей Российской Федерации.

Определение основных секторов экономики, в которых Российской Федерации необходимо обеспечить мировое лидерство или позиции, близкие к лидерским, а также технологий, обеспечивающих решение задач национальной безопасности.

Проведение анализа социальных, технологических, экономических, экологических и политических аспектов развития национальной инновационной системы.

Координация научной деятельности научных организаций, находящихся под научно-методическим руководством РАН, в области научного прогнозирования.

Участие в подготовке данных для прогноза научно-технологического развития Российской Федерации — документа стратегического плани-

рования, содержащего систему научно обоснованных представлений о направлениях и об ожидаемых результатах научно-технологического развития Российской Федерации и субъектов Российской Федерации на долгосрочный период.

Участие в подготовке данных для стратегического прогноза Российской Федерации — документа стратегического планирования, содержащего систему научно обоснованных представлений о стратегических рисках социально-экономического развития и об угрозах национальной безопасности Российской Федерации.

Участие в организации работы по реализации решений органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, государственных органов, администраций федеральных округов, касающихся научных исследований в области прогнозирования в части, относящейся к РАН.

Участие в издании научных и информационно-аналитических материалов, в том числе для журнала по тематике совета.

Взаимодействие с органами государственной власти Российской Федерации, органами государственной власти субъектов Российской Федерации, администрациями федеральных округов и другими организациями в области прогнозирования.

Права совета

Запрашивать в установленном порядке и получать от организаций, находящихся под научно-методическим руководством РАН, отделений по областям и направлениям науки, региональных отделений, региональных научных центров РАН и представительств РАН научной и (или) научно-технической информации (в том числе аналитических и справочных материалов) по вопросам, входящим в компетенцию совета.

Готовить предложения и рекомендации для Президиума РАН по вопросам, относящимся к деятельности совета.

Проводить совещания, участвовать в научных мероприятиях по проблемам прогнозирования.

Организовывать временные группы или комиссии для решения краткосрочных задач, входящих в компетенцию совета.

Подготавливать к печати аналитические и информационные материалы, статьи и монографии, а также участвовать в выпуске журнала по тематике совета.

Участвовать в координации деятельности РАН и органов законодательной и исполнительной власти Российской Федерации в части, касающейся научного прогнозирования, а также научно-технологической политики Российской Федерации.

Состав и структура совета

Совет состоит из председателя, заместителей председателя, членов бюро совета, учёного секретаря и членов совета. Состав совета утверждается Президиумом РАН. В составе совета создаются секции по отдельным научным направлениям. Секции работают по планам, утверждаемым председателем совета.

Работа совета

Совет осуществляет свою деятельность посредством рассмотрения соответствующих вопросов на своих заседаниях, через создаваемые советом временные группы и комиссии, путём выполнения членами совета разовых поручений руководства совета, а также привлечения к работе совета комиссий Экспертного совета РАН.

Заседания совета созываются по мере необходимости, но не реже двух раз в год. В перерывах между заседаниями оперативную работу совета осуществляет бюро совета, которое полномочно решать вопросы деятельности совета с последующим утверждением решений на заседаниях совета.

Решения совета принимаются простым большинством голосов от списочного состава членов совета открытым голосованием. Рекомендации и предложения совета в случае необходимости по представлению председателя совета рассматриваются на заседании Президиума РАН.

Работой совета руководит его председатель, в его отсутствие — заместитель председателя. Решения совета оформляются постановлением совета за подписью председателя и учёного секретаря совета.

Деятельность совета осуществляется в контакте с соответствующими подразделениями аппарата Президиума РАН, отделениями РАН по областям и направлениям науки, которые оказывают совету необходимое содействие и поддержку в работе.

Общее руководство работой совета осуществляет Президиум РАН. Совет ежегодно представляет в Президиум РАН отчёт о проделанной за год работе.

Состав совета

Академик РАН **Н.П. Лавёров** — председатель; доктор экономических наук **В.В. Иванов** (заместитель президента РАН) — заместитель председателя; академик РАН **В.В. Ивантер** — заместитель председателя; академик РАН **М.А. Пальцев** — заместитель председателя; доктор технических наук **А.А. Макоско** (заместитель главного учёного секретаря Президиума РАН) — учёный секретарь; доктор экономических наук **А.И. Агеев** (Автономная некоммерческая организация “Научно-исследовательский институт экономических стратегий”, по согласованию); член-корреспондент РАН **М.И. Алымов**; академик РАН **А.А. Анфино-**

гентова; академик РАН **А.Л. Асеев**; доктор биологических наук **Н.Н. Белушкина** (заместитель главного учёного секретаря Президиума РАН); академики РАН **В.Б. Бетелин**, **Н.С. Бортников**, **А.А. Боярчук**, **С.Н. Васильев**, **Е.П. Велихов**; член-корреспондент РАН **Б.М. Величковский**; член-корреспондент РАН **Е.А. Виноградов**; академики РАН **А.Д. Гвишиани**, **С.Ю. Глазьев**, **А.О. Глико**; член-корреспондент РАН **Р.С. Гринберг**; член-корреспондент РАН **С.К. Гулев**; академики РАН **А.Н. Дмитриевский**, **Н.Л. Добрецов**, **А.А. Дынкин**; доктор физико-математических наук **Ю.И. Зецер** (Институт динамики геосфер РАН); академики РАН **Ю.А. Золотов**, **В.П. Иванников**, **В.Т. Иванов**, **Н.И. Иванова**, **В.И. Ишаев**, **Е.Н. Каблов**; член-корреспондент РАН **И.А. Калаяев**; академик РАН **А.А. Кокошин**; доктор экономических наук **Н.И. Комков** (Институт народно-хозяйственного прогнозирования РАН); академики РАН **А.Э. Конторович**, **В.М. Котляков**, **Б.Н. Кузык**, **В.В. Кулешов**, **А.Н. Лагарьков**, **Ю.Ф. Лачуга**; доктор социологических наук **В.В. Локосов** (Институт социально-экономических проблем народонаселения РАН); член-корреспондент РАН **В.А. Лопота**; академик РАН **А.А. Макаров**; академик РАН **В.Л. Макаров**; члены-корреспонденты РАН **А.А. Маловичко**, **Н.А. Махутов**, **Л.Э. Миндели**; академик РАН **И.И. Моисеев**; член-корреспондент РАН **И.И. Мохов**; академики РАН **Ю.В. Наточин**, **О.М. Нефёдов**, **Р.И. Нигматулин**, **В.В. Окрепилов**, **В.И. Осипов**, **Г.В. Осипов**; доктор экономических наук **В.И. Павленко** (Архангельский научный центр УрО РАН); академики РАН **Д.С. Павлов**, **В.Я. Панченко**; кандидат биологических наук **Д.Д. Победимская** (Президиум РАН); академик РАН **Н.Н. Пономарёв-Степной**; член-корреспондент РАН **Б.Н. Порфирьев**; доктор технических наук **А.В. Путилов** (Национальный исследовательский ядерный университет “МИФИ”, по согласованию); член-корреспондент РАН **Н.М. Римашевская**; академик РАН **А.Ю. Розанов**; член-корреспондент РАН **А.Н. Сауров**; доктор физико-математических наук **С.М. Семёнов** (Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН, по согласованию); академик РАН **В.И. Сергиенко**; доктор экономических наук **С.Н. Сильвестров** (Финансовый университет при Правительстве РФ, по согласованию); академики РАН **В.И. Стародубов**, **А.И. Татаркин**, **В.А. Тишков**; доктор экономических наук **М.Н. Узяков** (Институт народно-хозяйственного прогнозирования РАН); академики РАН **Л.Д. Фаддеев**, **С.Н. Хаджиев**, **А.Р. Хохлов**, **А.Ю. Цивадзе**, **В.А. Чантурия**, **В.Н. Чарушин**, **Б.Н. Четверушкин**; член-корреспондент РАН **В.Л. Шульц**; академик РАН **И.А. Щербаков**; доктор экономических наук **Ю.В. Яковец** (Российская академия государственной службы при Президенте РФ, по согласованию).

• Утвердить состав Комиссии РАН по мониторингу и оценке результатов деятельности государственных научных организаций и образовательных организаций высшего образования Российской Федерации: академик РАН **С.М. Алдошин** — председатель; академик РАН **С.Н. Васильев** — заместитель председателя; академик РАН **Б.Ф. Мясоедов** — заместитель председателя; **О.В. Фомичёв** (Минэкономразвития России, по согласованию) — заместитель председателя; доктор экономических наук **А.С. Кулагин** — учёный секретарь; **И.Р. Агамирзян** (ОАО “РВК”, по согласованию); **Е.И. Аксёнова** (Экспертно-аналитическое управление ФАНО России, по согласованию); академик РАН **А.И. Арчаков**; член-корреспондент РАН **Д.В. Бисикало**; академик РАН **Н.С. Бортников**; член-корреспондент РАН **В.И. Бухтияров**; член-корреспондент РАН **А.Л. Верещака**; **С.С. Голубенко** (Департамент науки и образования Минкультуры России, по согласованию); член-корреспондент РАН **Р.В. Гольдштейн**; академик РАН **Ю.Ю. Дгебуадзе**; член-корреспондент РАН **А.А. Завалин**; академик РАН **В.П. Иванников**; **И.С. Иванов** (Департамент государственной энергетической политики Минэнерго России, по согласованию); член-корреспондент РАН **Ю.А. Иванов**; академик РАН **В.В. Калашников**; **С.В. Калужный** (ООО “Управляющая компания РОСНАНО”, по согласованию); член-корреспондент РАН **Г.Б. Клейнер**; **Е.В. Ковнир** (Департамент развития отрасли информационных технологий Минкомсвязи России, по согласованию); член-корреспондент РАН **В.М. Косолапов**; **С.А. Краевой** (Минздрав России, по согласованию); член-корреспондент РАН **А.В. Кузнецов**; член-корреспондент РАН **В.В. Кузнецов**; академик РАН **А.П. Кулешов**; академик РАН **Ю.Н. Кульчин**; **Д.Н. Курочкин** (ТПП России, по согласованию); **Д.В. Лысков** (Роскосмос, по согласованию); академик РАН **Н.А. Макаров**; член-корреспондент РАН **С.В. Медведев**; член-корреспондент РАН **Л.Э. Миндели**; академик РАН **А.М. Молдован**; член-корреспондент РАН **И.И. Мохов**; академик РАН **А.М. Музафаров**; **А.И. Овсяник** (МЧС России, по согласованию); члены-корреспонденты РАН **Д.О. Орлов**, **О.И. Орлов**, **А.Г. Папцов**; академик РАН **А.Н. Паршин**; **О.О. Патаракин** (Росатом, по согласованию); члены-корреспонденты РАН **А.Н. Петров**, **О.Ф. Петров**, **Е.В. Попов**, **О.Н. Пугачёв**; **Т.В. Решетникова** (Департамент стратегического развития и проектного управления Минпромторга России, по согласованию); **Г.И. Сенчени** (Департамент научно-технологической политики и образования Минсельхоза России, по согласованию); члены-корреспонденты РАН **А.М. Сергеев**, **В.А. Сойфер**, **А.А. Соловьёв**; **С.С. Суворов** (Генеральный штаб Вооружённых сил РФ Минобороны России, по согласованию); член-корреспондент РАН **Д.Р. Хохлов**; академик РАН **А.Ю. Цивадзе**; член-корреспондент РАН **В.Л. Шульц**.

- Президиум РАН согласовал кандидатуры на должность руководителей научных организаций, находящихся в ведении ФАНО России.

- На основании обращения председателя ДВО РАН от 16 января 2015 г. и решения Отделения медицинских наук РАН от 23 марта 2015 г. Президиум РАН постановляет освободить Сибирское отделение РАН от участия в осуществлении научно-методического руководства: Научно-исследовательским институтом эпидемиологии и микробиологии им. Г.П. Сомова СО РАМН, Дальневосточным научным центром физиологии и патологии дыхания СО РАМН. Установить, что Отделение медицинских наук РАН во взаимодействии с ДВО РАН осуществляет научно-методическое руководство данными научными учреждениями. Контроль за выполнением постановления возложить на и.о. академика-секретаря Отделения медицинских наук РАН академика РАН **В.И. Стародубова**.

- Возложить на Отделение медицинских наук РАН научно-методическое руководство ФГБУ науки “Госпиталь для инкурабельных больных – Научный лечебно-реабилитационный центр”. Контроль за выполнением постановления возложить на и.о. академика-секретаря Отделения медицинских наук РАН академика РАН **В.И. Стародубова**.

- Утвердить изменения в Устав ФГБУ “Уральское отделение Российской академии наук”, утверждённый постановлением Президиума РАН от 25 ноября 2014 г. № 155. Изложить в следующей редакции:

абзац 2 п. 33 Устава: “Заместители председателя избираются сроком на 5 лет из числа членов РАН по представлению избранного общим собранием отделения председателя отделения”;

абзац 2 п. 43 Устава: “Члены президиума отделения избираются общим собранием отделения из числа членов РАН, состоящих в отделении, по представлению объединённых учёных советов по направлениям науки (по квотам, определённым президиумом отделения), а также по представлению избранного общим собранием отделения председателя отделения. В президиум отделения с правом совещательного голоса могут входить представители научных организаций, расположенных на территории региона, из числа ведущих учёных, не являющихся членами РАН (по согласованию)”.

абзац 1 п. 64 Устава: “Объединённые учёные советы отделения по направлениям науки объединяют учёных одной или нескольких смежных отраслей науки – членов РАН, состоящих в отделении, а также представителей научных организаций, расположенных на территории региона и относящихся к профилю объединённого учёного совета (по согласованию)”.

- Учредить Большую золотую медаль им. Н.И. Пирогова РАН за выдающиеся работы в области медицинских наук.

Утвердить Положение о Большой золотой медали им. Н.И. Пирогова РАН:

Большая золотая медаль им. Н.И. Пирогова РАН является высшей наградой ФГБУ “Российская академия наук”.

РАН присуждает ежегодно ко дню рождения Н.И. Пирогова две медали: одну российскому и одну иностранному учёному за выдающиеся достижения в области медицинских наук.

Большая золотая медаль им. Н.И. Пирогова РАН является медалью настольного типа. Медаль имеет бронзовый дубликат, который выдаётся одновременно с золотой медалью.

Медаль присуждается Президиумом РАН лишь отдельным лицам персонально как за отдельные научные достижения, так и по совокупности научных работ. Медаль не присуждается посмертно.

Право выдвижения кандидатов на соискание Большой золотой медали им. Н.И. Пирогова РАН имеют члены Экспертной комиссии и бюро отделений РАН, которые за три месяца до даты присуждения медали (25 ноября) подают свои предложения в Экспертную комиссию. Кандидаты на соискание медали представляются Президиуму РАН Экспертной комиссией.

Экспертная комиссия, утверждаемая Президиумом РАН сроком на 5 лет, проводит предварительное рассмотрение всех предложений о кандидатах на соискание медалей. Комиссия правомочна принимать решения, если на заседании комиссии присутствует не менее 2/3 её списочного состава. Решения считаются принятыми, если они получили простое большинство голосов списочного состава комиссии. Решения Экспертной комиссии о рекомендации Президиуму РАН кандидатов для присуждения медалей принимаются тайным голосованием.

Экспертная комиссия представляет Президиуму РАН рекомендации о кандидатах на соискание медалей и проект постановления Президиума РАН.

Докладчиком на заседании Президиума РАН по вопросу присуждения медалей является председатель Экспертной комиссии или член комиссии, его заменяющий. Решения Президиума РАН о присуждении медалей считаются принятыми, если за них проголосовало более половины присутствующих на заседании членов Президиума РАН.

Решения Президиума РАН о присуждении медалей, а также краткие аннотации о работах, удостоенных Большой золотой медали им. Н.И. Пирогова РАН, публикуются в “Вестнике Российской академии наук” и в “Известиях Российской академии наук” соответствующих серий. В “Вестнике РАН” помещаются научно-биографические справки и портреты учёных, удостоенных медалей.

Лицам, удостоенным Большой золотой медали им. Н.И. Пирогова РАН, выдаются дипломы уста-

новленного образца (дубликаты дипломов сдаются на хранение в ФГБУ науки Архив РАН).

Большие золотые медали им. Н.И. Пирогова РАН, а также дипломы о присуждении этих медалей вручаются удостоенным их лицам на годичном Общем собрании членов РАН.

Учёные, удостоенные Больших золотых медалей им. Н.И. Пирогова РАН, выступают с научными докладами на годичном Общем собрании членов РАН. Тексты докладов публикуются в «Вестнике Российской академии наук».

Утвердить состав Экспертной комиссии по Большой золотой медали им. Н.И. Пирогова РАН: академик РАН **И.И. Дедов** — председатель; академик РАН **В.И. Стародубов** — заместитель председателя; академик РАН **В.А. Тутельян** — заместитель председателя; академик РАН **Е.И. Чазов** — заместитель председателя; член-корреспондент РАН **В.В. Береговых** — учёный секретарь; академики РАН **Р.С. Акчурина, А.И. Арчаков, Л.И. Афтанас**; член-корреспондент РАН **Ю.Ю. Балега**; академики РАН **А.А. Баранов, Л.А. Бокерия, А.И. Григорьев, Е.И. Гусев, М.И. Давыдов, Н.В. Зайцева, В.В. Зверев, Л.А. Ильин, М.П. Кирпичников, А.Н. Коновалов, В.В. Крылов, А.А. Кубанова, Л.К. Мошетова, Б.Ф. Мясоедов, Г.Г. Онищенко, В.И. Покровский, А.Г. Румянцев, В.И. Сергиенко, С.Б. Середенин, Г.А. Софронов, Г.Т. Сухих, В.А. Ткачук, Р.М. Хаитов, В.А. Черешнев, В.П. Чехонин, Ю.Л. Шевченко**.

Описание Большой золотой медали им. Н.И. Пирогова РАН: медаль имеет форму круга диаметром 50 мм и толщиной 3–4 мм (по краю); на лицевой стороне медали — барельефный портрет Н.И. Пирогова (в $\frac{3}{4}$); в нижней части (под портретом) — выпуклая надпись «Николай Иванович Пирогов (1812–1881)»; на краю лицевой стороны медали — выпуклый ободок шириной до 1 мм; портрет, надпись и ободок — матовые на зеркальном фоне; на оборотной стороне медали — выпуклая надпись «За выдающиеся работы в области медицины»; под надписью — свободное место для фамилии и инициалов лауреата и года присуждения медали; слева от надписи — изогнутая лавровая ветвь; медаль изготавливается из золота; медаль настольная, хранится в кожаном футляре.

• Учредить золотую медаль им. Н.Н. Бурденко РАН за выдающиеся работы в области нейрохирургии и военно-полевой хирургии. Утвердить академика РАН **А.Н. Коновалова** председателем Экспертной комиссии по золотой медали им. Н.Н. Бурденко РАН.

• Учредить золотую медаль им. Н.Н. Блохина РАН за выдающиеся работы в области онкологии. Утвердить академика РАН **М.И. Давыдова** председателем Экспертной комиссии по золотой медали им. Н.Н. Блохина РАН.

• Учредить золотую медаль им. С.Н. Давиденкова РАН за выдающиеся работы в области медицинской генетики. Утвердить академика РАН **Е.К. Гинтера** председателем Экспертной комиссии по золотой медали им. С.Н. Давиденкова РАН.

• Учредить золотую медаль им. И.В. Давыдовского РАН за выдающиеся работы в области общей патологии. Утвердить академика РАН **С.В. Грачёва** председателем Экспертной комиссии по золотой медали им. И.В. Давыдовского РАН.

• Учредить золотую медаль им. П.К. Анохина за выдающиеся работы в области нормальной физиологии. Утвердить академика РАН **В.П. Чехонина** председателем Экспертной комиссии по золотой медали им. П.К. Анохина РАН.

• Учредить золотую медаль им. С.П. Боткина РАН за выдающиеся работы в области внутренних болезней. Утвердить академика РАН **А.И. Мартынова** председателем Экспертной комиссии по золотой медали им. С.П. Боткина РАН.

• Учредить золотую медаль им. А.Л. Мясникова РАН за выдающиеся работы в области кардиологии. Утвердить академика РАН **Е.В. Шляхто** председателем Экспертной комиссии по золотой медали им. А.Л. Мясникова РАН.

• Учредить золотую медаль им. Б.В. Петровского РАН за выдающиеся работы в области хирургии. Утвердить академика РАН **Ю.В. Белова** председателем Экспертной комиссии по золотой медали им. Б.В. Петровского РАН.

• Учредить золотую медаль им. В.Д. Тимакова РАН за выдающиеся работы в области микробиологии и иммунологии. Утвердить академика РАН **В.В. Покровского** председателем Экспертной комиссии по золотой медали им. В.Д. Тимакова РАН.

• Учредить золотую медаль им. Л.С. Персианинова РАН за выдающиеся работы в области акушерства, гинекологии и перинатологии. Утвердить академика РАН **Г.Т. Сухих** председателем Экспертной комиссии по золотой медали им. Л.С. Персианинова РАН.

• Учредить золотую медаль им. Ф.Ф. Эрисмана РАН за выдающиеся работы в области гигиены. Утвердить академика РАН **В.Н. Ракитского** председателем Экспертной комиссии по золотой медали им. Ф.Ф. Эрисмана РАН.

• Учредить золотую медаль им. В.Л. Гинзбурга РАН за выдающиеся работы в области физики и астрофизики. Медаль присуждается отечественным и зарубежным учёным. Установить первым годом присуждения медали 2016 г.

• Учредить золотую медаль им. В.Н. Кудрявцева РАН за выдающиеся работы в области права. Установить первым годом присуждения медали 2018 г.

• Учредить золотые медали РАН: им. М.Ф. Иванова — за выдающиеся работы в области животноводства; им. В.П. Горячкина — за выдающиеся работы в области сельскохозяйственной механики и механи-

зации сельского хозяйства; им. А.Н. Костякова — за выдающиеся работы в области гидротехнических мелиораций; им. И.В. Мичурина — за выдающиеся работы в области биологии сельскохозяйственных растений; им. В.Р. Вильямса — за выдающиеся работы в области общего земледелия и кормопроизводства; им. М.В. Ключковского — за выдающиеся работы в области сельскохозяйственной радиологии и агроэкологии. Поручить Отделению сельскохозяйственных наук РАН определить первый год присуждения медалей, подготовить предложения о составе Экспертных комиссий и необходимые материалы по медалям для утверждения в установленном порядке. Контроль за выполнением постановлений возложить на главного учёного секретаря Президиума РАН академика РАН **М.А. Пальцева**.

• В связи с исполняющимся в апреле 2016 г. 120-летием со дня рождения великого русского учёного, лауреата Ленинской премии и двух Государственных премий СССР, дважды Героя Социалистического Труда, кавалера девяти орденов Ленина, лауреата Нобелевской премии академика Николая Николаевича Семёнова Президиум РАН постановляет провести в Москве 13–16 апреля 2016 г. Международный форум “Современная химическая физика”, посвящённый Н.Н. Семёнову, с участием Министерства образования и науки РФ, ФАНО, Правительства Москвы и Правительства Московской области, МГУ им. М.В. Ломоносова, ряда министерств и ведомств. Утвердить состав оргкомитета по подготовке и проведению форума. Подготовку и проведение форума поручить Отделению химии и наук о материалах РАН совместно с Комиссией РАН по разработке научного наследия академика Н.Н. Семёнова. Принять к сведению, что научно-организационную подготовку мероприятий по проведению форума осуществляют Институт химической физики им. Н.Н. Семёнова РАН, Институт проблем химической физики РАН и Комиссия РАН по разработке научного наследия академика Н.Н. Семёнова. Утвердить перечень юбилейных мероприятий. Контроль за выполнением постановления возложить на главного учёного секретаря Президиума РАН академика РАН **М.А. Пальцева**.

Состав оргкомитета: академик РАН **В.Е. Фортов** — председатель; академик РАН **В.А. Садовничий** — сопредседатель; академик РАН **С.М. Алдошин** — заместитель председателя; академик РАН **Ю.М. Михайлов** — заместитель председателя; член-корреспондент РАН **В.В. Азатян**; академики РАН **М.В. Алфимов**, **А.А. Берлин**, **А.Л. Бучаченко**; член-корреспондент РАН **С.Д. Варфоломеев**; академики РАН **Р.И. Ильяев**, **М.П. Кирпичников**, **Д.Г. Кнорре**; член-корреспондент РАН **Н.Н. Кудрявцев**; академики РАН **Н.Т. Кузнецов**, **В.В. Лунин**, **Ю.Н. Молин**, **А.Д. Некипелов**, **В.Я. Панченко**, **В.Н. Пармон**; член-корреспондент РАН **В.Ф. Разумов**;

доктор химических наук **Г.Б. Сергеев** (МГУ им. М.В. Ломоносова); академики РАН **А.Р. Хохлов**, **А.Ю. Цивадзе**, **Ю.Д. Цветков**; доктор физико-математических наук **О.И. Шевалеевский** (Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН); доктор химических наук **Л.Г. Шербакова-Семёнова** (Институт химической физики им. Н.Н. Семёнова РАН).

• Утвердить главными редакторами журналов Отделения общественных наук РАН с 12 мая 2015 г. на новый срок — пять лет: члена-корреспондента РАН **А.Л. Журавлёва** — “Психологический журнал”; академика РАН **В.Л. Макарова** — “Экономика и математические методы”.

• Утвердить академика РАН **О.А. Богатикова** главным редактором журнала “Петрология” РАН с 21 апреля 2015 г. на новый срок — пять лет.

• Утвердить академика РАН **В.И. Осипова** главным редактором журнала “Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геоэкология” РАН с 21 апреля 2015 г. на новый срок — пять лет.

• Освободить академика РАН **Ю.М. Пушаровского** от обязанностей главного редактора журнала “Геотектоника” РАН по личной просьбе. За многолетнюю плодотворную работу по руководству редколлекцией журнала объявить Юрию Михайловичу Пушаровскому благодарность.

Утвердить члена-корреспондента РАН **К.Е. Дегтярёва** главным редактором журнала “Геотектоника” РАН с 19 мая 2015 г. сроком на пять лет.

• Освободить доктора геолого-минералогических наук **В.Н. Холодова** от обязанностей главного редактора журнала “Литология и полезные ископаемые” РАН в связи с истечением срока полномочий. За многолетнюю плодотворную работу по руководству редколлекцией журнала объявить Владимиру Николаевичу Холодову благодарность.

Утвердить доктора геолого-минералогических наук **Ю.О. Гаврилова** главным редактором журнала “Литология и полезные ископаемые” РАН с 19 мая 2015 г. сроком на пять лет.

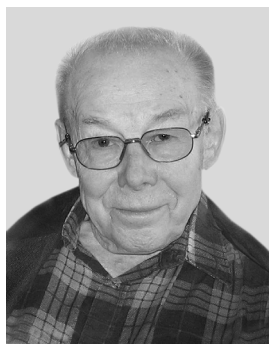
• Утвердить члена-корреспондента РАН **В.Н. Кудярова** главным редактором журнала “Агрохимия” РАН с 9 июня 2015 г. на новый срок — пять лет.

• Утвердить члена-корреспондента РАН **П.М. Балабана** главным редактором “Журнала высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова” РАН с 30 июня 2015 г. на новый срок — пять лет.

• Ввести в состав редакционной коллегии журнала “Доклады Академии наук” РАН академика РАН **С.Н. Васильева** в качестве заместителя главного редактора журнала с 1 мая 2015 г.

ЮБИЛЕИ

АКАДЕМИКУ РАН О.Ф. ВАСИЛЬЕВУ – 90 ЛЕТ



Олег Фёдорович ВАСИЛЬЕВ — выдающийся учёный в области гидрологии и гидрофизики, автор более 300 научных публикаций, в том числе 6 монографий. Им внесён значительный вклад в изучение течений жидкости и связанных с ними проблем гидрологии, гидрофизики, гидротехники и экологии водоёмов.

Учёным создана теория вихревых, турбулентных и нестационарных течений жидкости, разработаны подходы к оценке гидравлики открытых русел и гидротехнических сооружений. Под его руководством выполнен ряд комплексных прикладных исследований, направленных на решение важных водохозяйственных и экологических проблем. Олег Фёдорович также внёс большой вклад в решение проблемы восстановления биопродуктивности экосистемы Аральского моря.

О.Ф. Васильев работал директором-организатором и первым директором Института водных и экологических проблем СО РАН, был в составе правительственных комиссий по рассмотрению водохозяйственных и экологических проблем Сибири и страны в целом, руководил экспертизой крупных гидротехнических и энергетических проектов (Катунская ГЭС, Крапивинский гидроузел на реке Томь и др.) и прогнозированием экологических последствий их осуществления. В настоящее время он советник РАН, главный научный сотрудник Института водных и экологических проблем СО РАН, почётный доктор Университета Карлсруэ (Германия), почётный член Венгерского гидрологического общества. Среди его учеников 10 докторов и 30 кандидатов наук.

О.Ф. Васильев награждён орденами “За заслуги перед Отечеством” IV степени, “Знак Почёта”, многими медалями; как участник Великой Отечественной войны награждён орденом Отечественной войны I степени.

ЧЛЕНУ-КОРРЕСПОНДЕНТУ РАН А.Л. ВЕРЕЩАКЕ – 50 ЛЕТ



Александр Леонидович ВЕРЕЩАКА — известный учёный-биолог и гидролог, специалист в области биоокеанологии, автор около 80 научных публикаций, в том числе автор 4 монографий и соавтор 5 коллективных монографий, автор 2 учебников для вузов. Им проведено 12 океанографических экспедиций, более 20 погружений на глубоководных аппаратах “Мир”;

изучены структуры и процессы функционирования экосистем, гидротермальные экосистемы; разработаны оригинальные принципы реконструкции экосистем

древности; выполнены исследования потоков органического вещества в океане; доказано, что в Мировом океане существует особый биотоп — бентопелагиаль; дано описание около 50 новых родов и видов ракообразных, включая два новых семейства креветок.

Учёным создано новое научное направление — экология контактных зон придонного слоя океана.

А.Л. Верещака — заведующий лабораторией Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН, профессор Московского государственного университета геодезии и картографии; читает лекции по биологии моря во многих странах мира; член нескольких учёных и специализированных диссертационных советов, член редколлегий журнала “Зоология беспозвоночных”. Среди его учеников 4 кандидата наук.

ЧЛЕНУ-КОРРЕСПОНДЕНТУ РАН В.А. СОЙФЕРУ – 70 ЛЕТ



Виктор Александрович СОЙФЕР — известный учёный в области компьютерной оптики, руководитель научной школы по дифракционной оптике и обработке изображений, автор более 400 научных публикаций, в том числе 14 монографий. Им созданы теоретические основы нового направления в оптических информа-

ционных технологиях — компьютерной оптики; решены обратные задачи теории дифракции; разработаны итеративные методы оптимизации; с помощью компьютерного синтеза, на основе применения микро- и нанотехнологий созданы дифракционные оптические элементы для преобразования лазерного излучения — фокусировки в заданные геометрические области, селекции поперечных мод, формирования самовоспроизводящихся пучков; разработаны оптоинформационные технологии для авиационно-космической техники и геоинформационных систем. Ведутся имеющие большое значение для систем передачи

и обработки информации работы в области дифракционной нанофотоники.

В.А. Сойфер более 25 лет работал директором Института систем обработки изображений, 20 лет был ректором Самарского государственного аэрокосмического университета им. С.П. Королёва; в настоящее время он научный руководитель Института систем обработки изображений, президент Самарского государственного университета им. С.П. Королёва, член Экспертного совета РФФИ, член правления Международной ассоциации распознавания изображений (IAPR), член экспертной коллегии Фонда “Сколково”, председатель Общественной палаты Самарской области и доверенное лицо Президента РФ, член Межведомственного совета по присуждению премий Правительства РФ в области науки и техники. Среди его учеников 16 докторов и 25 кандидатов наук.

В.А. Сойфер — заслуженный деятель науки РФ, лауреат Государственной премии РФ, двух премий Правительства РФ — в области науки и техники и в области образования, награждён орденом “За заслуги перед Отечеством” III и IV степени, орденом Почёта.

Сдано в набор 19.08.2015
Офсетная печать

Подписано к печати 22.09.2015
Усл. печ. л. 12.0
Тираж 2588 экз.

Дата выхода в свет 25.10.2015
Усл. кр.-отт. 32.4 тыс.
Зак. 572

Цена свободная

Формат 60 × 88¹/₈
Бум. л. 6.0

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

Издатель: Российская академия наук. Издательство “Наука”, 117997 Москва, Профсоюзная ул., 90

Оригинал-макет подготовлен МАИК “Наука/Интерпериодика”

Отпечатано в ППП «Типография “Наука”», 121099 Москва, Шубинский пер., 6