

СОДЕРЖАНИЕ

Том 87, номер 8, 2017

Наука и общество

О.Н. Фаворский, С.П. Филиппов, В.Л. Полищук

Актуальные проблемы обеспечения энергетики страны
конкурентоспособным оборудованием

679

С кафедры Президиума РАН

М.А. Курцер

Предиктивные технологии и возможности молекулярной генетики
в репродуктивной медицине

689

Из рабочей тетради исследователя

В.В. Москвичёв, И.В. Бычков, В.П. Потапов, О.В. Тасейко, Ю.И. Шокин

Информационная система территориального управления рисками развития
и безопасностью

696

А.Л. Арёфьев, Ф.Э. Шереги

Парадоксы массового сознания населения России

706

Обозрение

В.С. Имшенник

Теоретические исследования коллапсирующих сверхновых звёзд в России

716

Точка зрения

Б.Л. Лавровский, Е.А. Горюшкина

Особенности государственного управления пространственным развитием России

725

Проблемы экологии

А.А. Тишков

Развитие заповедной сети России и академическая наука XX века.
К 100-летию заповедной системы России

734

Этюды об учёных

Р.Н. Щербаков

“Он приподнял угол великого Занавеса”. *К 125-летию со дня рождения Луи де Бройля*

745

Т.И. Ульянкина

“Невежество следует отнести к наиболее безнравственным явлениям”.
К 100-летию со дня смерти академика И.И. Мечникова

752

Официальный отдел

Президиум РАН решил. – Юбилеи. – Награды и премии

761

Международная энергетическая премия “Глобальная энергия” 2017 года

768

CONTENTS

Vol. 87, No. 8, 2017

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

O. N. Favorsky, S. P. Filippov, V. L. Polishchuk

- Actual problems of ensuring the country's power system
by competitive equipment 679

On the Rostrum of the RAS Presidium

M. A. Kurtser

- Predictive technologies and possibilities of the molecular genetics
in reproductive medicine 689

From the Researcher's Notebook

V. V. Moskvichev, I. V. Bychkov, V. P. Potapov, O. V. Taseiko, Yu. I. Shokin

- Information system for territorial risk and safety management development 696

A. L. Arefiev, F. E. Sheregi

- Paradoxes of the Russian's mass consciousness 706

Review

V. S. Imshennik

- Theoretical studies of collapsing supernovae stars in Russia 716

Point of View

B. L. Lavrovsky, E. A. Goryushkina

- Particular features of public administration of spatial development of Russia 725

Problems of Ecology

A. A. Tishkov

- Development of a conservancy area in Russia and academic science of the twentieth century.
On the 100th anniversary of the protected area system of Russia 734

Profiles

R. N. Shcherbakov

- "He lifted one corner of the great velum". *To the 125th anniversary of the birth of Louis de Broglie* 745

T. I. Uliankina

- "Ignorance should be attributed to the most immoral phenomena". *To the 100th anniversary of the decease of
academician I. I. Mechnikov* 752

Official Section

- Decisions of the RAS Presidium. Anniversaries. Awards and Prizes 761

- International energy prize "Global energy" 2017 768
-
-

НАУКА
И ОБЩЕСТВО

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭНЕРГЕТИКИ СТРАНЫ КОНКУРЕНТОСПОСОБНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ

© 2017 г. О.Н. Фаворский^а, С.П. Филиппов^б, В.Л. Полищук^б

^а Президиум Российской академии наук, Москва, Россия

^б Институт энергетических исследований РАН, Москва, Россия

e-mail: ptped@oem.ras.ru; fil@eriras.ru; info@eriras.ru

Поступила в редакцию 19.01.2017 г.

Важнейшими результатами развития отечественного энергетического машиностроения в XX в. стали разработка и освоение производства практически всей гаммы основного энергетического оборудования с техническими характеристиками мирового уровня. Это позволило не только прекратить импорт энергооборудования в условиях высоких темпов роста энергетики страны, но и обеспечить большие объёмы его экспорта и занять существенную часть мирового рынка. Два десятилетия стагнации российской энергетики и разрыв международных экономических связей привели к ощутимой деградации отечественного энергомашиностроения. В итоге начавшееся технологическое обновление осуществляется в значительной мере на базе импортного оборудования. В первую очередь это касается современных газовых турбин. В статье анализируются возникшие проблемы и обосновываются неотложные меры по обеспечению энергетики страны отечественным конкурентоспособным оборудованием, гарантирующим достижение её научно-технологической независимости.

Ключевые слова: энергостратегия, парогазовые технологии, теплоэнергетика, обновление и техническое перевооружение, экономичность и экологичность энергооборудования, энергетическая безопасность, газовые турбины, импортозамещение, лицензионное производство, локализация производства, научно-технический и производственный потенциал энергомашиностроения, конвертирование достижений авиационного газотурбостроения.

DOI: 10.7868/S0869587317080011

Электроэнергетика – ключевая инфраструктурная отрасль страны, одна из крупнейших в мире. В 2015 г. в России было произведено 1068 млрд. кВт·ч электроэнергии. Установленная мощность электростанций страны превышает 257 ГВт. В структуре установленных мощностей 69,7% приходится на ТЭС (179 ГВт), 10,2% – на АЭС (26 ГВт), 19,9% – на ГЭС (51 ГВт) и 0,2% – на остальные электростанции (0,6 ГВт). В топливном балансе

ТЭС преобладает природный газ, доля которого составляет 69% и имеет тенденцию к росту. Доля угля равна примерно 23% и постепенно сокращается.

Важнейшим итогом развития электроэнергетики России в XX в. стала очень высокая степень централизации электроснабжения и концентрации электрогенерирующих мощностей. Единая электроэнергетическая система страны объединяет более 235 ГВт установленных мощностей



ФАВОРСКИЙ Олег Николаевич – академик РАН, советник РАН. ФИЛИППОВ Сергей Петрович – академик РАН, директор ИНЭИ РАН. ПОЛИЩУК Вацлав Львович – доктор технических наук, главный научный сотрудник ИНЭИ РАН.

электростанций (91,5% их суммарной мощности), которые вырабатывают 1027 млрд. кВт·ч электроэнергии (96,2% её суммарной выработки). Следовательно, изолированно в стране работают электростанции общей мощностью около 22 ГВт (8,5%) с выработкой примерно 41 млрд. кВт·ч электроэнергии (3,8%). На 53 крупнейшие электростанции (мощностью 1 ГВт и более), что составляет примерно 2,5% от общего количества имеющих в России, приходится более 36% производимой электроэнергии.

Небольшая доля электрогенерации на базе ВИЭ – возобновляемых источников энергии (менее 0,1%) в структуре генерирующих мощностей объясняется её экономической неконкурентоспособностью по сравнению с другими типами электростанций в зоне централизованного электроснабжения. Несмотря на принимаемые меры по развитию возобновляемой энергетики, не следует в обозримой перспективе ожидать существенного увеличения её доли в структуре электрогенерации. Это обусловлено невысокой прогнозной стоимостью топлива на отечественном рынке и достаточно низким качеством ресурсов основных видов ВИЭ в регионах с высоким электропотреблением. Низкий уровень инсоляции, большая её суточная и годовая неравномерность, невысокая скорость ветра, большое количество штилей, стохастический характер поступления солнечной и ветровой энергии требуют дублирования электрогенерирующих мощностей на базе ВИЭ или аккумулярования больших объёмов электроэнергии. Причём аккумуляторы должны надёжно решать сложные задачи – обеспечивать мгновенное, суточное и сезонное регулирование балансов электрической энергии и мощности. Последняя задача – наиболее сложная. Корректный учёт негативных системных эффектов резко ухудшает конкурентоспособность крупномасштабного (сетевого) применения ВИЭ. Имеющиеся в стране огромные ресурсы ветра с хорошими характеристиками сосредоточены вдоль побережья арктических и дальневосточных морей. Это удалённые районы с крайне низким уровнем электропотребления, поэтому данные ресурсы пока будут оставаться маловостребованными.

Тем не менее для развития возобновляемой энергетики имеются определённые (и весьма значительные) возможности. Прежде всего это её участие в электроснабжении обширных пространств, не охваченных централизованным электроснабжением (а это более половины территории страны). Кроме того, соответствующие технологии могут оказаться эффективными в качестве средств распределённой электрогенерации в периферийных зонах систем централизованного электроснабжения, где передача электроэнергии осуществляется

по длинным ЛЭП с низкой надёжностью, большими потерями и высокими затратами.

Таким образом, можно с уверенностью говорить, что в обозримой перспективе развитие электроэнергетики России будет базироваться в основном на тепловых и атомных электростанциях [1]. Но это должны быть электростанции нового поколения: с высокой энергетической эффективностью использования ископаемых топлив, низким негативным воздействием на окружающую среду, хорошими экономическими показателями.

В настоящее же время отрасль в значительной мере характеризуется технологической отсталостью. В первую очередь это касается тепловых электростанций. В технологической структуре ТЭС преобладают паротурбинные установки (ПТУ), доля которых превышает 85%, из них лишь немногим более 27% – энергоблоки, рассчитанные на сверхкритические параметры пара (24 МПа). В эксплуатации всё ещё остаётся много неэффективных ПТУ с очень низкими параметрами свежего пара (9 МПа и ниже) – около 14%. Доля прогрессивных парогазовых и газотурбинных установок (ПГУ и ГТУ) пока невелика – менее 15%, несмотря на интенсивный ввод их в последнее десятилетие. Причём ввод осуществлялся преимущественно на основе импортного газотурбинного оборудования.

Особенно низким остаётся технический уровень угольной энергетики. Отечественные угольные ТЭС имеют КПД около 33–36%, в то время как у лучших зарубежных угольных станций этот показатель достигает 43–44%. В стране нет ни одного энергоблока на суперсверхкритические параметры пара, хотя в мире их эксплуатируется много десятков. В 2016 г. на Новочеркасской ГРЭС было завершено строительство первого в стране энергоблока электрической мощностью 330 МВт со сжиганием угля в котле с циркулирующим кипящим слоем (ЦКС), начатое ещё в 2007 г. При этом в мире давно работает несколько сотен котлов с ЦКС различной производительности. Экологические показатели угольных ТЭС значительно уступают современным зарубежным станциям.

Важной особенностью отечественной электроэнергетики являются большие масштабы использования теплоэлектроцентралей (ТЭЦ), доля которых превышает 50% установленной мощности ТЭС – более 90 ГВт. По энергоэффективному теплофикационному циклу ежегодно вырабатывается около 200 млрд. кВт·ч электроэнергии (29% общей выработки ТЭС). Однако произошедший обвал в потреблении тепловой энергии, в первую очередь круглогодичной паровой нагрузки из-за снижения объёмов промышленного производства и изменения его структуры, негативно сказался на эффективности

работы ТЭЦ. С 1990 г. по настоящее время потребление тепловой энергии сократилось в 1,6 раза, в том числе производимой ТЭЦ — в 1,7 раза. Поэтому ТЭЦ вынуждены работать с низкой нагрузкой оборудования и в неэкономичном для них конденсационном режиме.

Ещё одной серьёзной проблемой электроэнергетики страны является высокая степень износа основного оборудования. Свыше 65% мощности всего парка генерирующего оборудования ТЭС общего пользования (почти 100 ГВт) эксплуатируется более 30 лет, 40% (60 ГВт) — более 40 лет, 15% (23 ГВт) — более 50 лет. Устаревшие мощности характеризуются низкой надёжностью и большими затратами на ремонт. Длительные простои оборудования в ремонте снижают коэффициент использования установленной мощности (КИУМ) электростанций, что неизбежно ведёт к повышению себестоимости производства электроэнергии. В настоящее время для ТЭС величина КИУМ составляет всего 0,46 (в целом по электрогенерации — 0,47). На столь низкий уровень загрузки оборудования также оказала влияние стагнация спроса на электроэнергию в последние, кризисные для отечественной экономики годы. Особенно тревожная ситуация сложилась на угольных ТЭЦ, где срочному замещению подлежит около 45% их суммарной мощности. Постепенно вырабатывают свой ресурс и атомные электростанции. Следовательно, основной задачей для отечественной электроэнергетики в ближайшее время будет проведение её масштабной модернизации, которую необходимо осуществлять на основе отечественного оборудования. Но для этого потребуются возродить отечественное энергетическое машиностроение, имеющее славное прошлое.

Главным результатом деятельности отечественных машиностроителей и энергетиков в XX в., обеспечивших опережающее развитие энергетики СССР, стало достижение этой отраслью мирового технического уровня и полной экономической независимости от импорта энергооборудования. Наиболее крупными достижениями отечественной теплоэнергетики явились создание, освоение и серийное производство энергетического оборудования на сверхкритические параметры пара (СКП) в масштабах, составляющих в настоящее время примерно половину всех энергоблоков СКП в мире.

Важным научно-техническим достижением отечественного паротурбостроения следует считать опережающее мировой уровень повышение пропускной способности последней ступени турбины и увеличение до 1000 МВт единичной мощности быстроходных турбин для АЭС (на 3000 об./мин). Такие турбины Ленинградского металлического

завода (ЛМЗ)¹ успешно работают на Ровенской, Хмельницкой, Южно-Украинской и Калининской АЭС, на АЭС в Китае, Иране и Индии. Исчерпывающим ответом на вызов создателей новых атомных реакторов увеличенной мощности (до 1200 МВт и более) станут разработка и испытания на натурном стенде ЛМЗ новой рабочей лопатки последней ступени из титанового сплава длиной около 1500 мм, что радикально укрепит конкурентные позиции ЛМЗ на малопредсказуемом и противоречивом рынке оборудования для новых мощных АЭС. Тихоходные турбины также могут быть изготовлены на ЛМЗ.

Крупномасштабное внедрение в энергетику энергоблоков СКП, современные достижения в области новых жаропрочных материалов и систем парового охлаждения создали надёжную научно-техническую основу для дальнейшего существенного повышения параметров пара до суперсверхкритических: давления — до 30 МПа и температуры — до 600–620°C и выше для перспективных угольных энергоблоков. Однако работы в этом направлении технического прогресса в угольной энергетике практически не преодолели стадии эскизных проработок, технико-экономических обоснований и выбора наиболее оптимальных параметров энергоблока. Освоение новых параметров пара в российской теплоэнергетике потребует консолидации усилий энергетиков, производителей и научно-исследовательских институтов на основе государственной поддержки.

Развитие мировой энергетики, тренды и перспективы мирового рынка энергетического оборудования убедительно свидетельствуют о том, что главная задача, стоящая перед отечественными турбостроителями, связана с инновационными высокотемпературными парогазовыми и газотурбинными технологиями, позволяющими реализовать возможности значительного (в 1,4–1,5 раза) повышения экономичности выработки электроэнергии при использовании природного газа в парогазовом цикле.

В последние годы в большом объёме вводились мощные ПГУ и ГТУ малой и средней мощности на электростанциях России. Если до 2006–2007 гг. единственной крупной парогазовой станцией была Северо-Западная ТЭЦ в Санкт-Петербурге, где установлены две ПГУ мощностью по 450 МВт, укомплектованные газовыми турбинами мощностью 160 МВт типа V94.2 Siemens, то в настоящее время запущены в эксплуатацию ПГУ аналогичного типа на базе лицензионных V94.2 (ГТЭ-160), изготовленных на ЛМЗ, а также более мощных

¹ В настоящее время ЛМЗ является филиалом концерна ОАО «Силловые машины».

и экономичных ГТУ зарубежных производителей. На 1 января 2017 г. установленная мощность газотурбинных установок на территории России, в том числе в составе ПГУ, достигла 28,1 ГВт. Из них ГТУ малой мощности (25 МВт и менее) – 7,3 ГВт, средней мощности (от 25 до 100 МВт) – 7,8 ГВт, большей мощности (от 100 до 300 МВт) – 8,6 ГВт и сверхбольшой мощности (свыше 300 МВт) – 4,4 ГВт. Около 21,2 ГВт ГТУ работает в составе ЕЭС России и 6,9 ГВт – изолированно. Приблизительно 15% ГТУ эксплуатируется более 10 лет, 30% – от 5 до 10 лет и 50% – менее 5 лет.

По прогнозам развития энергетики мира и России до 2035 г., подготовленным в Институте энергетических исследований РАН (ИНЭИ РАН), органическое топливо продолжит доминировать в мировом энергобалансе, несмотря на ожидаемый рост использования возобновляемых источников энергии (на 70% за 25 лет с возможным покрытием ими уже в 2035 г. 16% общего энергопотребления). При этом углеводороды будут обеспечивать более 50% мирового первичного энергопотребления [1]. С высокой степенью достоверности можно полагать, что в первой половине XXI в. применение парогазового цикла останется определяющим инновационным направлением развития мировой теплоэнергетики. Этот вывод тем более справедлив для энергетики России, где доля природного газа в топливном балансе тепловых электростанций достигает 69% и наблюдается тенденция к её росту. В перспективе возможно расширение сферы применения парогазового цикла за счёт распространения его на угольную электрогенерацию (путём интегрирования в ПГУ системы газификации твёрдого топлива).

Увеличение в структуре генерирующих мощностей доли оборудования, которое наиболее целесообразно использовать в базовом режиме (угольные ТЭС, энергоблоки АЭС), потребует дополнительного внедрения в энергетику манёвренных пиковых мощностей на базе ПГУ и автономных ГТУ различной мощности.

К настоящему времени существенно улучшились технико-экономические показатели ГТУ и ПГУ на их основе ведущих мировых производителей. Главным звеном современных высокоэффективных парогазовых технологий являются высокотемпературные газовые турбины большой мощности [2]. КПД одновалных простейших ГТУ приблизился к 40–41%, а их единичная мощность превысила 300 МВт; производятся ГТУ с более сложным циклом, с КПД до 43%; КПД бинарных ПГУ при работе на газе в конденсационном режиме достиг 60–62% [3].

В энергетической стратегии России на период до 2030 г. и разработанной на её основе “Генеральной

схеме размещения объектов электроэнергетики России до 2020 г. с учётом перспективы до 2030 г.” намечены основные задачи модернизации отечественной теплоэнергетики по существенному повышению эффективности топливоиспользования и достижению на лучших газовых ТЭС с ПГУ коэффициента полезного действия 57–60% и более 60% после 2020 г. Предполагаются ввод новых мощных высокоэкономичных парогазовых станций и техническое перевооружение свыше 50% действующих ТЭС и КЭС, в первую очередь с целью замены выработавшего свой ресурс оборудования на основе внедрения современных парогазовых технологий.

Исходя из отраслевой статистики по предельным срокам эксплуатации ТЭС РАО “ЕЭС России”, для обеспечения необходимого снижения возраста электрогенерирующего оборудования, существенного повышения его экономичности и экологичности нужно довести годовые темпы его технологического обновления до 7–10 ГВт. В соответствии с прогнозными оценками ИНЭИ РАН суммарные объёмы ввода мощностей ПГУ и ГТУ на газовых ТЭС до 2035 г. могут составить от 49 до 100 ГВт в зависимости от темпов роста спроса на электроэнергию и масштабов реконструкции действующих ТЭС [4].

Современное состояние отечественного энергетического газотурбостроения близко к технической деградации, несмотря на ряд имевшихся в стране таких безусловных мировых достижений, как создание и освоение серийного производства уникальной для своего времени пиковой газотурбинной установки ГТ-100–750 мощностью 100 МВт [5]. При этом изготовление и поставка другого оборудования для парогазовых технологий (котлов-утилизаторов, турбогенераторов и паровых турбин любой мощности с конкурентоспособными техническими характеристиками) могут быть полностью обеспечены отечественными заводами.

Российская авиадвигателестроительная промышленность располагает техническими и производственными возможностями для удовлетворения потребностей энергетики (в том числе распределённой генерации) конвертированными газотурбинными установками высокого технического уровня мощностью до 30–40 МВт как для использования в составе ПГУ малой и средней мощности, так и для автономной работы. Задача состоит в дальнейшем повышении их технических характеристик – КПД, рабочего ресурса, надёжности. Научно-технический потенциал атомного энергетического машиностроения России обеспечивает создание и производство всей гаммы конкурентоспособного оборудования для АЭС. Особого внимания требует возобновление

разработки и производства электронных средств автоматизации и элементной базы управления энергооборудованием.

Вместе с тем в стране ещё сохранился, вопреки непродуманным неолиберальным рыночным реформам в экономике, научно-технический и производственный потенциал в области энергетики и энергетического машиностроения. Имеется богатый советский и китайский опыт преодоления всяческих санкций и “сдерживаний”. В совокупности он позволяет подготовить и принять исчерпывающие меры по обеспечению энергетики страны современным отечественным оборудованием, в том числе газовыми турбинами различной мощности, и их безопасной эксплуатации. Возможные эффективные механизмы организации соответствующих мероприятий приведены в работе [6].

Реальное состояние стационарного энергетического газотурбостроения свидетельствует о том, что единственной возможностью обеспечить энергетику России конкурентоспособным оборудованием для мощных ПГУ до 2025 г. и не допустить вытеснения отечественных производителей с российского рынка ГТУ и ПГУ является организация на территории страны серийного крупномасштабного производства современных лицензионных ГТУ. Первые шаги в этом направлении были сделаны в 1991 г., когда на ЛМЗ было создано совместное с Siemens предприятие “Интертурбо” по выпуску газовых турбин мощностью около 160 МВт типа V94.2 конструкции Siemens с использованием производственных мощностей ЛМЗ. Первая турбина V94.2 выпущена “Интертурбо” в 1993 г. Всего предприятие изготовило 19 ГТУ этого типа, в том числе 5 для установки в России. Однако при освоении совместного производства турбин V94.2 не была достигнута предусмотренная соглашением локализация на территории России производства основных узлов и элементов ГТУ. В реальности турбины V94.2 собирались на “Интертурбо” на базе поставляемых Siemens определяющих и наиболее высокотехнологичных узлов и деталей, таких как элементы проточной части (в первую очередь газовой турбины), высокотемпературные элементы камер сгорания, узлы системы регулирования и автоматизации.

В 2001 г. ОАО “Силовые машины” и компания Siemens подписали договор на право производства и продажи газовой турбины мощностью 160 МВт под маркировкой ГТЭ-160 на базе V94.2 с её незначительной модернизацией. Всего заказано и изготовлено более 40 ГТЭ-160 для применения преимущественно в составе ПГУ мощностью от 230 до 450 МВт. Производство ГТЭ-160 так же, как и V94.2, пока базируется на использовании определяющих узлов и деталей, поставляемых по импорту,

и по степени локализации мало отличается от широко внедрённого в России так называемого совместного, а по сути “отвёрточного” производства автомобилей конструкции ведущих мировых производителей.

ГТЭ-160 (V94.2), по которым в мировой энергетике накоплен значительный опыт длительной и надёжной эксплуатации, наиболее подготовлены к использованию в теплоэнергетике России. Однако это турбины предыдущего поколения, КПД ПГУ на их основе при работе на газе не превышает 51%, в то время как более современные ГТУ большой мощности, широко представленные на мировом рынке, способны обеспечивать КПД ПГУ до 60%. Отечественные энергетические компании в связи с этим заказали 18 ГТУ единичной мощностью 280–290 МВт в компании Siemens, одну ГТУ GT-26 мощностью 290 МВт в Alstom, одну M701F4 мощностью 300 МВт в Mitsubishi и 4 ГТУ мощностью 250–270 МВт в General Electric.

В 2014 г. начато производство ГТУ средней мощности типа 6FA (77 МВт) на ООО “Русские газовые турбины” — совместном предприятии компании США General Electric, группы “Интер РАО” и ОАО “Объединённая двигательная корпорация”. Планируется наладить выпуск до 20 лицензионных газовых турбин в год с интенсивной программой локализации.

Локализацию производства стационарных газовых турбин малой мощности (от 16 до 32 МВт) по лицензии компаний General Electric и Solar осуществляет АО “РЭП Холдинг”, которое имеет действующие договоры на полную передачу всей документации с высокой степенью локализации. Но по условиям лицензионного соглашения производимые турбины могут реализовываться только на внутреннем рынке и в странах СНГ. Права на их экспорт в другие страны у предприятия нет.

Можно полагать, что затянувшиеся работы НПО “Сатурн” по доводке в эксплуатации и созданию базового головного образца лицензионного (НТП “Машпроект”, Украина) газотурбинного двигателя ГТД 110 М мощностью 110 МВт близки к завершению и потребуют минимальных бюджетных субсидий. Только после всесторонней проверки ГТД 110 М в длительной эксплуатации следует рассмотреть вопрос повышения их мощности (до 130 МВт и более).

Неоднократно обсуждались проблемы создания и организации производства отечественным турбостроением более мощных, чем ГТЭ-160, газовых турбин мирового уровня, в том числе на основе лицензионного сотрудничества с ведущими производителями мира. При этом отмечалось, что задержка освоения производства высокоэффективных энергетических ГТУ мощностью до 300 МВт

и более грозит полным вытеснением отечественных энергомашиностроителей из этого важнейшего сегмента рынка энергооборудования. Можно ли считать правильным шагом к решению этой актуальнейшей проблемы новое соглашение “Силовых машин” с Siemens?

1 декабря 2011 г. ОАО “Силовые машины” и компания Siemens подписали новое соглашение о создании в России совместного предприятия по производству и сервисному обслуживанию высокоэффективных газовых турбин большой мощности – ООО “Сименс Технологии Газовых Турбин” (СТГТ). Доля Siemens в совместном предприятии составляет 65%, а ОАО “Силовые машины” – 35%. На первом этапе стороны договорились о сохранении производственных мощностей ООО “Интертурбо”, что позволит собирать газовые турбины SGT5–2000E (последняя модернизация V94.2 и ГТЭ-160) мощностью 171 МВт с КПД брутто 35,2% и SGT5–4000F мощностью 292 МВт с КПД брутто 39,4%.

В 2015 г. недалеко от Санкт-Петербурга завершено строительство нового производственного сборочного комплекса с площадью цеха всего 12 650 м², где также расположены инжиниринговые службы, образованные на базе бывшего конструкторского бюро газовых турбин ОАО “ЛМЗ” (сейчас оно выведено из состава ЛМЗ).

Освоение производства такой сложной техники, как современные газовые турбины большой мощности на основе лицензий ведущих мировых производителей, – широко распространённая и достаточно хорошо себя зарекомендовавшая мировая практика. Так, начав производство энергетических газовых турбин по лицензии Westinghouse (США), японская компания Mitsubishi в настоящее время вошла в число производителей самых эффективных высокотемпературных энергетических газовых турбин единичной мощностью более 400 МВт. Производство современных газовых турбин по лицензии Siemens освоено итальянской компанией Ansaldo, которая не только максимально локализовала производство этих ГТУ, но и провела их достаточно серьёзную модернизацию, существенно повысив технико-экономические характеристики и эксплуатационную надёжность. Естественно, все турбины выпускаются под брендами производителей. Известно, что паротурбостроение на ЛМЗ начиналось в 1930-х годах тоже на базе лицензионного сотрудничества с Metropolitan-Vickers (Великобритания). Показателен современный опыт Китая по широкому лицензионному использованию передовых технологий на основе принципа “рынок за технологии”.

Однако решение об учреждении совместного предприятия ООО “Сименс Технологии Газовых

Турбин” с пакетом 65% акций, принадлежащих Siemens, означает нечто совершенно противоположное. По сути это приближение производства Siemens к достаточно ёмкому рынку России и стран СНГ. При этом производство, или, вернее, сборка, такой стратегически важной для безопасности энергетики России техники будет осуществляться по широко апробированной в российском автопроме так называемой “отвёрточной” технологии. Поэтому собранные в ООО “СТГТ” газовые турбины ни в коей мере нельзя рассматривать как импортозамещающие. Пока разработанная ООО “СТГТ” программа локализации предусматривает в основном локализацию производства в России заготовок деталей ГТУ [7].

Решение о создании СТГТ означает, что на ОАО “ЛМЗ” как филиале ОАО “Силовые машины” сворачивается производство энергетических газовых турбин и прекращаются научно-исследовательские работы, связанные с их созданием и освоением в эксплуатации. Следовательно, уменьшится востребованность результатов соответствующих исследований в академических и отраслевых институтах и технических университетах. Поражает та лёгкость и рыночная недальновидность, с которой руководство и технический менеджмент концерна “Силовые машины” сбросили с себя ответственность перед государством за обеспечение теплоэнергетики России и стран СНГ современным газотурбинным оборудованием для парогазовых технологий – сердцевины электроэнергетики XXI в.

Ликвидация газотурбостроения на ЛМЗ, одного из трёх основных направлений в профиле ведущего турбостроительного предприятия России, приведёт к безвозвратной потере бесценного научно-технического и производственного задела и опыта в области газотурбинных технологий, накопленного многолетним трудом нескольких поколений турбостроителей, исследователей и энергетиков. Учитывая государственное значение отечественного энергетического газотурбостроения для безопасного развития и функционирования энергетики России, такое радикальное изменение специализации ЛМЗ не может быть делом только хозяйствующих субъектов.

О серьёзности намерения руководства “Силовых машин” окончательно “разделаться” с таким хлопотным делом, как разработка газовых турбин, говорит решение Мосэнерго и “Силовых машин”, касающееся модернизации ТЭЦ-9 Мосэнерго путём надстройки паротурбинной части ТЭЦ газовой турбиной мощностью 65 МВт, поставленной ОАО “ЛМЗ”. Головной образец газовой турбины ГТЭ-65, разработанной КБ газовых турбин ЛМЗ, был поставлен в 2008 г. на ТЭЦ-9 с целью её модернизации по парогазовому циклу. Пар, генерируемый

в котле-утилизаторе Подольского завода ЗИО, предполагалось направить в общий паровой коллектор ТЭЦ-9 для последующего использования в действующих паровых турбинах ПТ-60—130 и ПТ-80—130. Таким образом планировалось опробовать перспективную схему модернизации существующих паротурбинных ТЭЦ, работающих на природном газе. Данная схема позволяет значительно повысить экономичность ТЭЦ при сохранении действующего котлотурбинного оборудования, не выработавшего свой ресурс, или, в случае необходимости, провести его модернизацию. Этот подход обеспечивает решение актуальной проблемы модернизации многочисленных действующих ТЭЦ с минимальными затратами.

Монтаж и подготовка к пуску ГТЭ-65 с электрогенератором, котлом-утилизатором и другим вспомогательным оборудованием были завершены на ТЭЦ-9 в начале 2012 г., тогда же началась подготовка к пробным пускам газовой турбины. Был согласован график пусконаладочных работ, предусматривавший их завершение в 2013 г. Естественно, что ввод в эксплуатацию любого головного образца неизбежно связан с большим объёмом испытаний и доводочных работ. Вместе с тем, даже не начав горячее опробование ГТЭ-65 на холостом ходу и под нагрузкой, руководство Мосэнерго и “Силовых машин” приняло беспрецедентное решение о прекращении всех согласованных пусконаладочных работ и демонтаже ГТЭ-65. Вместо демонтированной ГТЭ-65 была заказана и установлена газовая турбина мощностью 70 МВт, произведённая итальянской фирмой Ansaldo по лицензии Siemens.

Вызывает недоумение близорукая политика менеджмента “Силовых машин” по ликвидации (с продаж по бросовым ценам) уникального оборудования литейного цеха по производству высокоточных лопаток газовых турбин, а также кузнечно-прессового производства заготовок крупных лопаток последних ступеней паровых турбин на сооружённом в 1970—1980-х годах высокотехнологичном заводе турбинных лопаток. Между тем основные тренды на рынке энергетического оборудования убедительно свидетельствуют о том, что в первой половине XXI в. только современное оборудование для парогазовых установок может стать основой деятельности и коммерческого благополучия ЛМЗ — признанного лидера отечественного энергетического турбостроения. Принятые на сегодня решения неизбежно приведут к утрате заметной роли ЛМЗ в мировом энергомашиностроении. В лучшем случае ЛМЗ займёт незавидные, весьма уязвимые позиции поставщика для ПГУ только комплектуемого утилизационного паротурбинного оборудования, доля которого не превышает 20% стоимости и 30% мощности современной бинарной (утилизационной) ПГУ.

Жёсткая конкуренция на мировом рынке газотурбинных и парогазовых технологий и последние научно-технические достижения неизбежно приведут к созданию нового поколения мощных газовых турбин с параметрами, позволяющими при их использовании в бинарном парогазовом цикле достичь КПД ПГУ не менее 63—65% при работе в конденсационном режиме [8, 9]. Вопрос состоит в том, будут ли на этом обширном рынке присутствовать отечественные компании.

Неоднократно рассматривались и обсуждались пути и возможности отечественной промышленности совершить научно-технический прорыв в области создания и освоения производства конкурентоспособных на мировом энергетическом рынке XXI в. мощных газовых турбин. Так, образованная в 2009 г. специальным постановлением бюро Отделения энергетики РАН рабочая группа специалистов РАН, энергомашиностроения и авиадвигателестроения попыталась дать ответ на вопрос, не потеряна ли нашим энергомашиностроением возможность совершить научно-технический прорыв в области создания отечественных газотурбинных и парогазовых установок нового поколения. Этой группой на основе анализа мирового и отечественного опыта, перспективных разработок, а также исследования возможностей использования научно-технических достижений отечественного авиационного газотурбостроения была подготовлена “Концепция создания и возможные технические характеристики отечественных ГТУ и ПГУ нового поколения”. По сути дела, был сделан первый шаг от поклонения “иконам” зарубежного газотурбостроения к определению необходимых практических действий российских газотурбостроителей [10].

В концепции были проанализированы возможные пути технического прогресса в области развития и совершенствования высокотемпературного газотурбинного и парогазового циклов. Отмечалось, что в авиапромышленности накоплен значительный опыт создания новых высокотемпературных авиационных двигателей с многокаскадными компрессорами и высокой степенью сжатия. Успешный опыт конвертирования большого числа авиационных двигателей для работы в наземных условиях на электростанциях, и особенно на компрессорных станциях магистральных газопроводов, закладывает надёжную основу использования передовых идей и научно-технических достижений при создании в России нового поколения ГТУ стационарного типа.

Разработанная концепция и в настоящее время сохраняет свою научно-техническую актуальность. Однако в связи с последними решениями, ведущими к ликвидации газотурбостроения на ЛМЗ,

в стране не остаётся опытно-конструкторской базы и коллектива, способного взять на себя работу по объединению ещё сохранившихся специалистов стационарного и авиационного газотурбостроения с целью практической реализации концепции и создания конкурентоспособных мощных газовых турбин. Вопрос создания опытно-конструкторского центра энергетического газотурбостроения для решения этой актуальнейшей научно-технической проблемы на основе разработки и реализации специальной программы должен быть рассмотрен на государственном уровне, в тесной связи с необходимыми решениями о судьбе отечественного газотурбостроения.

Вопрос инициирования разработки перспективных газовых турбин большой мощности и ПГУ предельной эффективности на их основе становится, по сути, политическим. Владение технологиями производства стационарных газовых турбин большой мощности, необходимых жаропрочных материалов и термобарьерных покрытий характеризует научно-технологический уровень энергетического машиностроения страны и во многом определяет его экспортный потенциал. Отсутствие данных технологий в такой стране, как Россия, категорически недопустимо.

Задачу разработки отечественных газовых турбин большой мощности с перспективными техническими характеристиками следует рассматривать как стратегическую, гарантирующую сохранение и развитие научно-технологического потенциала отрасли и страны в целом. Это прямой технологический вызов для отечественной науки и промышленности. Развитие газотурбостроения будет способствовать повышению технологического уровня в смежных отраслях промышленности. ГТУ — один из наиболее высокотехнологичных продуктов энергомашиностроения, в котором концентрируются новейшие достижения многих научных дисциплин (материаловедения, механики, тепломассообмена, автоматического управления и др.). Поэтому ключевую роль в организации соответствующих разработок и их финансировании должно играть государство, естественно, при активном участии бизнеса на условиях взаимовыгодного государственного-частного партнёрства, позволяющего привлечь дополнительные средства, обеспечить их более эффективное использование и минимизировать риски.

Что касается паротурбостроения, главного в настоящее время направления в профиле ОАО «ЛМЗ», то современные реалии выглядят далеко не такими благополучными, как может показаться с позиций общепризнанных достижений ЛМЗ в этой области турбостроения. Во-первых, существенно снизилась потребность российского и мирового

рынка в крупных паровых турбинах для традиционных энергоблоков на органическом топливе, что связано с преимущественным внедрением в теплоэнергетику высокоэффективных парогазовых технологий. Во-вторых, не оправдываются прогнозы и ожидания доминирования ЛМЗ на рынке паровых турбин даже для российских АЭС, несмотря на безусловные достижения в создании быстроходных турбин большой мощности этого класса.

Не так давно корпорация «Росатом» приняла решение о выборе для первых двух энергоблоков с реакторами нового поколения ВВЭР-1200 вместо быстроходных турбин ЛМЗ тихоходных паровых турбин конструкции французской фирмы Alstom², производство которых планировалось организовать на совместном предприятии «Атомэнергомаш». Так как Alstom и «Атомэнергомаш» в течение пяти лет после создания совместного предприятия не могли определиться даже с выбором производственной площадки, турбины и турбогенераторы для первых двух энергоблоков должны быть поставлены с заводов Alstom. Потеря этого крупнейшего заказа нанесёт огромный ущерб отечественному паротурбостроению. Само решение «Росатома» о создании совместного с Alstom предприятия по изготовлению турбин для АЭС является совершенно не мотивированным ни технически, ни экономически, учитывая научно-технические и производственные возможности ЛМЗ по поставкам как быстроходных, так и тихоходных турбин.

Подтверждение конкурентных преимуществ быстроходных турбин для АЭС по сравнению с тихоходными требует активизации научно-исследовательских работ по улучшению вибрационных характеристик многоопорных роторов в эксплуатации, дальнейшего снижения эрозийного износа проточных частей. При этом ЛМЗ и «Силовым машинам» следует более оперативно учитывать пожелания отдельных заказчиков о предпочтительном использовании тихоходных турбин и принять меры по повышению готовности к их производству. Также требуют серьёзного анализа неудачные результаты тендерных торгов по выбору поставщика паротурбинного оборудования для перспективных пылеугольных блоков Троицкой ГРЭС, на которых «Силовые машины» и ЛМЗ рассматривались как безусловные фавориты.

По нашему мнению, необходимо критически переосмыслить и оценить возможные последствия для судьбы отечественного турбостроения и его основы — ЛМЗ — проекта перемещения завода на новую площадку в посёлок Металлострой Колпинского района Санкт-Петербурга. Проект

² В настоящее время контрольным пакетом акций Alstom владеет General Electric (США).

столь радикального обустройства берега Невы за счёт сооружения торговых, офисных и развлекательно-туристических новоделов вряд ли улучшит исторический облик Северной столицы, а ответственному турбостроению будет нанесён непоправимый ущерб: ведь на основной исторической площадке завода после выведения устаревших и неэкологических производств сейчас располагаются уникальные и высокотехнологичные специализированные механосборочные и испытательные производственные и опытно-конструкторские фонды, сооружённые в 1970–1980-х годах, а также особая транспортная инфраструктура, обеспечивающая доставку крупногабаритных колёс и других узлов гидротурбин и газовых турбин в сборе водным путём.

* * *

После 2025 г. следует ожидать очередного цикла крупномасштабного развития и модернизации электроэнергетики страны. Востребованными будут как электрогенерирующие установки большой мощности для крупных ТЭС, так и установки малой мощности для развития распределённой генерации. Основным топливом для тепловых электростанций останется природный газ. Поэтому ключевыми технологиями для развития теплоэнергетики будут парогазовый и газотурбинный циклы. Потребуются многие десятки гигаватт нового парогазового и газотурбинного оборудования, и отечественное энергомашиностроение обязано в полной мере удовлетворить потребность в нём. С целью повышения рентабельности производства и обеспечения конкурентоспособности производимого оборудования с зарубежными аналогами предприятиям необходимо расширять выпуск продукции и выводить её на мировой рынок. Первоочередной задачей являются разработка и производство конкурентоспособного газотурбинного оборудования всего диапазона мощностей. Особую тревогу вызывают перспективы создания отечественных ГТУ большой мощности.

Наше энергетическое машиностроение имеет необходимый научно-технический и производственный потенциал, способный обеспечить энергетику России конкурентоспособным оборудованием для АЭС и ТЭС с классическими паротурбинными блоками любой мощности, гарантировать его надёжную эксплуатацию и существенно нарастить объёмы экспорта. Для перспективных парогазовых технологий российская промышленность может производить конкурентоспособные котлы-утилизаторы и паровые турбины, турбогенераторы и вспомогательное оборудование для ПГУ любой мощности, а также конвертированные газотурбинные установки малой и средней мощности до 30–40 МВт в объёмах, достаточных для удовлетворения потребности электроэнергетики

России и экспорта. Однако отсутствует производство основного звена современных парогазовых технологий – газовых турбин большой мощности (до 300–400 МВт).

Чтобы решить актуальные проблемы обеспечения эффективного развития и функционирования теплоэнергетики страны, целесообразно осуществить следующие неотложные мероприятия.

- Необходимо разработать, утвердить и реализовать специальную приоритетную программу создания отечественных ГТУ большой мощности, выполнение которой позволит преодолеть отставание отечественного газотурбостроения от передового мирового уровня, достичь конкурентоспособности отечественных ГТУ и ПГУ на внутреннем и мировом рынке, снабдить в полном объёме российскую теплоэнергетику газотурбинным оборудованием и в конечном счёте гарантировать технологический суверенитет страны в этой области. Предложения к такой программе представлены в [11].

- В 2020–2025 гг. на основе частно-государственного партнёрства с привлечением академических и отраслевых научно-исследовательских институтов, университетов и организаций авиационного газотурбостроения надо создать головной образец конкурентоспособной на мировом рынке первой половины XXI в. отечественной газовой турбины нового поколения единичной мощностью 300–400 МВт; восстановить в профиле Ленинградского металлического завода ОАО “Силовые машины” энергетические ГТУ большой мощности и Опытно-конструкторское бюро энергетических газовых турбин и парогазовых установок.

- Ленинградский металлический завод ОАО “Силовые машины” при освоении на совместном с Siemens предприятии лицензионного производства современных газовых турбин мощностью 300 МВт должен, начиная с 4-го изделия, полностью базироваться в России, в первую очередь в сфере производства определяющих высокотехнологичных элементов. При этом положение о льготных таможенных пошлинах на импортные комплектующие для ГТУ большой мощности должно распространяться только на первые три образца. При необходимости следует внести соответствующие дополнения в лицензионное соглашение с Siemens и организовать в стране производство этих узлов и деталей. Важно учитывать, что Siemens поставил в Россию 18 турбин этого типа, для надёжной эксплуатации которых в случае расширения санкций может потребоваться поставка запасных частей отечественного производства.

- Нужно обеспечить максимальную локализацию в России производства лицензионных энергетических стационарных газовых турбин средней

и малой мощности на совместных с General Electric предприятиях НПО “Сатурн” и “РЭП Холдинг”.

- Госкорпорации “Росатом” надо уточнить номенклатуру производства оборудования для АЭС на совместном предприятии “Альстом Атомэнергомаш”, исключив из неё паровые турбины, так как производство турбин мирового уровня, в том числе тихоходных, на 1500 об./мин., в количествах, необходимых для отечественных АЭС и на экспорт, обеспечивается Ленинградским металлическим заводом.

- Дополнительно следует рассмотреть технико-экономическую обоснованность и целесообразность перебазирования турбинного производства ЛМЗ в посёлок Металлострой Колпинского района Санкт-Петербурга. Уже сооружённые новые промышленные объекты могут быть использованы для расширения мощностей завода, в том числе производства крупногабаритных деталей и элементов тихоходных паровых турбин для АЭС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Прогноз развития энергетики мира и России. 2016 г. // Под. ред. А.А. Макарова, Л.М. Григорьева, Т.А. Митровой. М.: ИНЭИ РАН – АЦ при Правительстве РФ, 2016.
2. Фаворский О.Н., Полищук В.Л., Лившиц И.М., Длугосельский В.И. Мировой опыт и перспективы внедрения парогазовых и газотурбинных технологий в теплоэнергетику России на основе возможностей отечественного энергомашиностроения // Теплоэнергетика. 2007. № 9. С. 46–51.
3. Turbine Technologies Directory // Modern Power Systems. 2016. V. 35. № 7. P. 24–39.
4. Веселов Ф.В., Ерохина И.В., Макарова А.С., Хоршеев А.А. Комплексная оценка эффективных масштабов обновления тепловых электростанций при обосновании рациональной структуры генерирующих мощностей на перспективу до 2035 г. // Теплоэнергетика. 2017. № 3. С. 1–10.
5. Chernushev P., Polishchuk V., Tatiankin A. et al. Russians 100 MW Gas Turbine // Mechanical Engineering. 1970. № 12. С. 13–19.
6. Favorskii O.N., Batenin V.M., Maslennikov V.M. et al. What is to be done to Implement Russia's Energy Strategy // Herald of the Russian Academy of Sciences. 2016. № 5. P. 351–356; Фаворский О.Н., Батенин В.М., Масленников В.М. и др. Что нужно сделать для реализации Энергетической стратегии страны // Вестник РАН. 2016. № 10. С. 1–6.
7. Смирнов А.А. Российское газотурбостроение: современные вызовы и решения Siemens // Газотурбинные технологии. 2016. № 4 (139). С. 38–43.
8. Фаворский О.Н., Полищук В.Л. Выбор тепловой схемы и профиля отечественной энергетической ГТУ нового поколения и ПГУ на её основе // Теплоэнергетика. 2010. № 2. С. 2–6.
9. Tanaka Y., Nose M., Nakao M. et al. Development of Low NOx Combustion System with EGR for 1700°C-class Gas Turbine. Mitsubishi Heavy Industries, Ltd. // Technical Review. 2013. V. 50. № 1. P. 1–6.
10. Фаворский О.Н., Солонин В.И. и др. Отечественные газовые турбины XXI века // Академия энергетики. 2010. № 1. С. 22–31.
11. Филиппов С.П., Полищук В.Л. Программа импортозамещения оборудования энергетического машиностроения в области газотурбинных технологий. https://www.eriras.ru/files/programma_po_gtu_inei_ran.pdf

С КАФЕДРЫ
ПРЕЗИДИУМА РАН

ПРЕДИКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ВОЗМОЖНОСТИ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ГЕНЕТИКИ В РЕПРОДУКТИВНОЙ МЕДИЦИНЕ

© 2017 г. М.А. Курцер

*Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова,
Москва, Россия*

e-mail: y.kutakova@mcclinics.ru

Поступила в редакцию 27.12.2016 г.

Основная цель предиктивной медицины — выявление факторов риска заболевания с целью предупреждения его развития и лечения на ранних стадиях. Сейчас главенствующая роль в предупреждении заболеваний отводится генетике, современные возможности которой позволяют оценить риск развития патологических процессов. Задачами предиктивных технологий в репродуктивной медицине являются разработка и внедрение ранних профилактических мероприятий, позволяющих предупредить наступление беременности плодом с генетической патологией и рождение ребёнка с врождённой наследственной патологией, исключить развитие осложнений беременности.

Ключевые слова: предиктивная медицина, преимплантационная генетическая диагностика, вспомогательные репродуктивные технологии, метод высокопроизводительного секвенирования, криоконсервация.

DOI: 10.7868/S0869587317080023

Сегодня показанием для применения методов вспомогательных репродуктивных технологий (ВРТ) являются не только женское и мужское бесплодие, но и различные хромосомные и моногенные заболевания, носительство транслокаций, тяжёлая форма гемолитической болезни плода и новорождённого, онкологические заболевания.

Преимплантационная генетическая диагностика (ПГД) в мире проводится на протяжении уже более 20 лет и считается передовым и перспективным направлением в клинической практике. Она направлена на исключение рождения генетически больного ребёнка при использовании вспомогательных репродуктивных технологий. Суть данной

методики заключается в исследовании эмбриона как на хромосомном, так и на генном уровне до момента переноса его в организм матери. В итоге появляется возможность внедрить здоровый эмбрион в полость матки, благодаря чему родится ребёнок без генетических или хромосомных заболеваний у пар-носителей этих заболеваний. До внедрения ПГД рождение здорового ребёнка родителями — носителями наследственных заболеваний — было невозможно.

Исследование клеток неразвивающегося хориона (внешней зародышевой оболочки), полученного в рамках программы ВРТ, показало, что анеуплоидия (аномальное число хромосом) может быть представлена любой из 23 хромосом. Следовательно, для достижения главной цели при применении ВРТ — рождения здорового потомства — необходимо до переноса эмбриона в полость матки исследовать у него максимально возможное количество хромосом.

В настоящее время широко применяемый в лабораториях метод сравнительной геномной гибридизации (CGH) зарекомендовал себя как высокоэффективный способ оценки хромосомного статуса в единичных клетках эмбриона и стал своего



КУРЦЕР Марк Аркадьевич — академик РАН, профессор кафедры акушерства и гинекологии РНИМУ им. Н.И. Пирогова.

рода “золотым стандартом”. С введением в практику метода витрификации (замораживания) эмбрионов на стадии бластоцисты (ранняя стадия развития зародыша) биопсию трофэктодермы (наружного слоя бластоцисты) стали проводить на пятые сутки, что позволило получать от эмбриона большее количество клеток, а следовательно, и ДНК.

В последние годы в мире отмечается стремительное развитие новых молекулярно-генетических методов исследования, которые меняют известные представления о возможных причинах возникновения патологических состояний человека. Однако многочисленные работы показали, что на стадии доимплантационного развития в большой доле эмбрионов наблюдается мозаицизм — наличие в тканях генетически различающихся клеток. Точного ответа, какой будет получен процент клонов с анеуплоидией, а какой — с нормальным хромосомным набором, не может дать ни один из существующих методов.

Все исследования и медицинская практика свидетельствуют, что соотношение нормального и патологического количества клонов имеет большое значение для дальнейшего развития эмбриона. Уже не вызывает сомнений, что перенос эмбрионов без генетической патологии в разы увеличивает уровень имплантации, надёжность вынашивания беременности.

В Перинатальном медицинском центре группы компаний “Мать и дитя” выполнено 1209 программ экстракорпорального оплодотворения (ЭКО) с ПГД. Программ у пациентов с бесплодием проведено 1037 (85,8%), у фертильных пациентов — 172 (14,2%). Средний возраст фертильных пациентов (с моногенными заболеваниями, транслокациями, инверсиями, с резус-сенсibilизацией) составил $32,4 \pm 3,2$ года. В результате родилось 48 здоровых детей у пар с моногенными заболеваниями и 14 резус-отрицательных детей у пар с тяжёлой формой гемолитической болезни плода в анамнезе.

Метод высокопроизводительного секвенирования (Next Generation Sequencing — NGS): преимплантационный генетический скрининг (ПГС). До сих пор остаётся открытым вопрос о мозаицизме, незначительных хромосомных перестройках (делеции, дупликации) у эмбрионов. Даже метод сравнительной геномной гибридизации не всегда точно показывает, есть ли они у конкретного эмбриона. Для переноса эмбриона знание о соотношении клонов имеет принципиальное значение. Высокопроизводительное секвенирование более чётко указывает на наличие мозаицизма у преимплантационных эмбрионов, что позволяет выбрать для переноса только здоровые.

Принцип метода NGS существенно отличается от других методов ПГС. Он основан на определении

последовательности нуклеиновых кислот. Для получения результата исследуемую ДНК вначале модифицируют и создают коллекцию случайных фрагментов нужной структуры. К основным этапам NGS относятся: выделение и получение фрагментов определённой длины ДНК; прикрепление адаптеров по краям фрагментов; амплификация каждого фрагмента ДНК; определение нуклеотидной последовательности фрагментов ДНК; биоинформатический анализ данных.

Эта технология в последнее время всё чаще вытесняет метод CGH и находит широкое применение в клиниках вспомогательных репродуктивных технологий за рубежом. Проводя сравнительный анализ эмбрионов методами NGS и CGH, Ф. Фиорентино с соавторами показал, что некоторые анеуплоидии хромосом, которые были выявлены методом NGS и потом подтверждены методом QF-PCR, не удалось обнаружить методом CGH [1]. Публикации разных авторов демонстрируют преимущества применения технологии NGS по сравнению с другими [2–4]. Широкое внедрение в клиническую практику метода NGS позволяет исследовать все 24 хромосомы эмбриона (что в несколько раз повышает частоту имплантации) и исключить патологию по всем хромосомам одновременно. С помощью секвенирования можно чётко диагностировать у эмбрионов мозаицизм, дупликации и делеции.

Более чем за 20 лет применения ПГС в мире накоплены многочисленные данные о частоте генетических нарушений в эмбрионах. Эти данные с каждым годом пополняются и уточняются с введением в практику новых методов исследования.

С целью выявления уровня анеуплоидии методом высокопроизводительного секвенирования у эмбрионов, полученных в программе ВРТ, нами проведено исследование клеток трофэктодермы, взятых у эмбрионов в рамках программы ЭКО. Биопсия трофэктодермы проводилась на пятые сутки развития эмбрионов. В исследование было включено 254 эмбриона от 97 пациенток в возрасте от 22 до 48 лет (средний возраст $37 \pm 6,3$ года). У шести женщин проводилось по два цикла стимуляции. Все эмбрионы получены оплодотворением методом ИКСИ (от англ. Intracytoplasmic Sperm Injection — введение сперматозоида в цитоплазму яйцеклетки). В исследовании принимали участие супружеские пары с нормальным кариотипом. Преимплантационная генетическая диагностика методом NGS позволяет снизить риск многоплодной беременности, выкидышей и таким образом улучшить эффективность процедур ЭКО в 1,5 раза.

Применение ВРТ у пациенток при онкогинекологических заболеваниях (онкофертильность). Стратегическими задачами современной онкогинекологии являются сохранение и отсроченная

реализация репродуктивной функции у пациенток с онкологическими заболеваниями. Многие злокачественные новообразования возникают у женщин в детородном возрасте (до 40 лет). Статистика возрастной структуры онкологической заболеваемости за последние 10 лет свидетельствует об “омоложении” многих нозологических форм (нозологическая форма — определённая болезнь, которую выделяют как самостоятельную, обычно на основе установленных причин, механизмов развития и характерных клинко-морфологических проявлений). Самые распространённые опухоли у женщин в молодом возрасте — рак шейки матки и рак молочной железы. Отмечается прирост заболеваемости в целом, более значительный — в молодом возрасте. Так, в России за последние 11 лет зарегистрирован прирост заболеваемости раком шейки матки на 26,2%, а раком молочной железы — на 20,1%. Рак шейки матки в 40% случаев обнаруживается в возрасте до 40 лет. Рак молочной железы затрагивает более 7% всех онкологических больных в возрасте до 40 лет. Среди больных, выживших после лечения злокачественных опухолей женских репродуктивных органов, 10% моложе 40 лет. Не снижается заболеваемость злокачественными новообразованиями детей и подростков (гемобласты, опухоль Вильмса, герминогенные опухоли яичников, саркома Юинга и др.) [5–7].

В момент установления онкологического диагноза при неясном исходе заболевания большинство пациентов не задумываются о рождении ребёнка в будущем, так как на первом месте перед онкологами стоит задача провести максимально эффективное противоопухолевое лечение без размышлений о качестве будущей жизни пациентки.

В связи с улучшением диагностики и лечения онкологических заболеваний многие пациенты получают хороший прогноз с долгосрочными перспективами. В безрецидивном периоде большинство молодых женщин хотели бы иметь полноценную семью и собственных детей, что возможно в случае выполнения органосохраняющих вмешательств, манипуляций, предупреждающих утрату овариального резерва, или при сохранении криоконсервированного генетического материала, взятого до начала лечения (эмбрионов, ооцитов и ткани яичников).

Криоконсервация биологического материала. В лабораториях вспомогательных репродуктивных технологий получили распространение два вида криоконсервации: “медленное” замораживание и витрификация. В первом случае целостность клеток обеспечивается за счёт медленного контролируемого понижения температуры (0,3–2 °C в мин.) при относительно низкой концентрации веществ-криопротекторов, что снижает их

потенциальное токсическое действие. Однако риск формирования кристаллов льда и, соответственно, возможность гибели клеток здесь намного выше. Поэтому для криоконсервации таких чувствительных объектов, как преимплантационные эмбрионы, ооциты и ткань яичников, в современной клинической практике используется главным образом метод витрификации — метод криоконсервации, основанный на физическом явлении перехода жидкости при понижении температуры в стекловидное состояние без образования кристаллов льда. При высокой концентрации криопротекторов и сверхбыстром охлаждении жидкость переходит не в кристаллическое, а в супервязкое твёрдое состояние с аморфной структурой, что обеспечивает лучшую выживаемость витрифицированных ооцитов и эмбрионов на разных этапах развития *in vitro*, овариальной ткани. Замороженные образцы хранятся в жидком азоте при постоянной температуре –196 °C. При этом возможно рождение детей после размораживания эмбрионов, хранящихся 10 лет и более.

Криоконсервация эмбрионов на разных стадиях развития — признанный и самый эффективный метод сохранения фертильности, позволяющий добиться стабильно высоких результатов. *Криоконсервация неоплодотворённых ооцитов* — вариант, наиболее приемлемый для пациенток, которые не имеют в данный момент партнёра и не хотят использовать донорскую сперму, а также для имеющих религиозные и этические возражения против замораживания эмбрионов.

В период ремиссии для имплантации могут быть использованы криоконсервированные эмбрионы или эмбрионы, полученные при оплодотворении ранее изъятых витрифицированных ооцитов. Это возможно в случае, если до начала лечения с больной были обсуждены вопросы сохранения фертильности, она была направлена к репродуктологу с последующим забором ооцитов.

У онкологических пациенток препубертатного возраста или не имеющих достаточно времени для получения зрелых ооцитов до начала терапии традиционная криоконсервация ооцитов представляется проблематичной по сравнению с *замораживанием овариальной ткани*. Криоконсервация не требует стимуляции яичников или половой зрелости и позволяет сохранить кортикальный слой яичника, содержащий ооциты, перед оперативным или терапевтическим лечением. Следовательно, это может стать единственным способом сохранения фертильности у больных детей.

С 2009 г. по ноябрь 2016 г. в отделении ЭКО Перинатального медицинского центра ГК “Мать и дитя” был проведён забор материала у 40 пациенток с различными онкологическими

Собственный опыт применения ВРТ у пациенток, перенёсших органосохраняющее лечение в связи с онкологическими заболеваниями, 2009–2016 гг.

Заболевание	Количество пациентов
Рак шейки матки	9
Пограничная опухоль яичников	5
Аденокарцинома эндометрия	4
Лимфома Ходжкина	4
Саркома матки	2
Лейкоз	2
Лимфогранулематоз	2
Рак молочной железы	2
Злокачественные заболевания головного мозга	2
Другие (нейробластома, саркома, РМЖ, дисплазия шейки матки, рабдомиосаркома, рак сигмов кишки, щитовидной железы, анемия)	8
Всего	40

заболеваниями (табл.). Средний возраст пациенток составил $27,9 \pm 10$ лет. После переноса размороженных ооцитов и эмбрионов пациенткам при наступлении стойкой ремиссии произошли 12 родов и в настоящий момент у четырёх пациенток — прогрессирующая беременность.

Мы витрифицировали ткань яичников у 12 пациенток, средний возраст которых составил $23 \pm 10,9$ года. В мае 2015 г. нами была проведена лапароскопия, аутоортоотрансплантация размороженной ткани яичника с обеих сторон, ушивание ткани яичника. При ультразвуковом исследовании у данной пациентки в мае 2016 г. выявлен антральный фолликул диаметром 9 мм.

Преимплантационная генетическая диагностика наследственных онкологических синдромов. Так как ПГД позволяет диагностировать у эмбрионов мутации, передаваемые от родителей детям, этот метод можно применять и у фертильных супружеских пар с высоким риском развития онкологического заболевания у потомства.

Для наследственных форм рака обычно характерны мутации, которые в значительной степени повышают риск развития заболевания, — аутосомно-

доминантный тип наследования (то есть носители мутаций в генах могут передать эту мутацию своим детям с вероятностью 50%). Заболевание у носителей мутаций зачастую развивается в молодом возрасте. Также было описано несколько синдромов, отличающихся аутосомно-рецессивным типом наследования. Только в том случае, если оба родителя являются носителями мутации, вероятность манифестации заболевания у потомства составляет 25%, то есть вероятность рождения здорового ребёнка — 75%.

Сегодня доказано клиническое значение мутаций генов *BRCA1* и *BRCA2* как факторов риска наследственного рака молочной железы и рака яичников [8, 9]. Считается, что вклад этих наследственных мутаций в общий пул наследственного рака молочной железы составляет около 20%. Для определения мутаций используется метод секвенирования в ДНК клеток периферической крови. Количество мутаций *BRCA* в популяции в целом составляет 1 на 500–1000 женщин. Белки *BRCA1* и *BRCA2* связывают рецептор эстрогенов и репрессируют его транскрипционную функцию, сдерживая избыточную пролиферацию клеток молочной железы и других эстроген-зависимых органов. Наименее высокий уровень экспрессии гена наблюдается в клетках молочной железы и яичников [10, 11].

У женщин с мутациями гена *BRCA1* риск развития рака молочной железы достигает 75% в возрасте до 50 лет, к 70 годам — 85–90%. Риск развития рака контрлатеральной железы составляет 50% в 50 лет и 65% в 70 лет. Риск развития опухолей яичника достигает 29% в возрасте до 50 лет и 44% в 70 лет. При мутациях гена *BRCA2* риск развития опухолей молочной железы ниже, чем при мутациях *BRCA1*, — 65% (доля двустороннего рака молочной железы — 5–20%). В случае, если у одного/обоих родителей выявлена мутация генов *BRCA1* и *BRCA2*, семейная пара должна пройти генетическое консультирование у сертифицированного специалиста-генетика.

Нами выполнено 369 исследований на вышеуказанные мутации и выявлено шесть пациенток с аномалиями в генах *BRCA1* и *BRCA2*, одной пациентке было проведено оперативное лечение (мастэктомия). Исследование мутаций позволяет пациентам узнать о принадлежности к высокой группе риска по развитию заболевания и принять правильное решение: сделать профилактическую операцию, чаще проходить диспансеризацию или провести превентивную химиотерапию.

Таким образом, ранние профилактические мероприятия, такие как ПГД, при высоком риске рождения ребёнка с мутациями в генах, приводящими впоследствии к онкологическим заболеваниям, актуальны при планировании беременности у пары с наследственной предрасположенностью к тому или иному онкологическому заболеванию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Fiorentino F., Bono S., Biricik A. et al. Application of nextgeneration sequencing technology for comprehensive aneuploidy screening of blastocysts in clinical preimplantation genetic screening cycles // Hum. Reprod. 2014. № 29 (12). P. 2802–2813.
2. Schoolcraft W., Fragouli E., Stevens J. et al. Clinical application of comprehensive chromosomal screening at the blastocyst stage // Fertility and Sterility. 2010. V. 94. P. 1700–1706.
3. Sehnert A.J., Rhees B., Comstock D., de Feo E. et al. Optimal detection of fetal chromosomal abnormalities by massively parallel DNA sequencing of cell-free fetal DNA from maternal blood // Clin. Chem. 2011. V. 57 (7). P. 1042–1049.
4. Tan Y., Yin X., Zhang S. et al. Clinical outcome of preimplantation genetic diagnosis and screening using next generation sequencing // Giga Science. 2014. № 3 (30). P. 1–9.
5. Аксель Е.М. Заболеваемость и смертность от злокачественных новообразований органов женской репродуктивной системы в России // Онкогинекология. 2015. № 1. С. 6–15.
6. Статистика злокачественных новообразований в России и странах СНГ в 2012 г. / Под ред. М.И. Давыдова и Е.М. Аксель. М.: Издательская группа РОНЦ, 2014.
7. Anders C., Johnson R., Litton J. et al. Breast Cancer Before Age 40 Years // Semin. Oncol. 2009. № 36 (3). P. 237–249.
8. Dursun P., UtkuDoğan N., Ayhan A. Oncofertility for gynecologic and non-gynecologic cancers: Fertility sparing in young women of reproductive age. Critical Reviews in Oncology // Hematology. 2014. V. 92. Iss. 3. P. 258–267.
9. Quinn G.P., Pal T., Murphy D. et al. High-risk consumers' perceptions of preimplantation genetic diagnosis for hereditary cancers: a systematic review and meta-analysis // Genetics in medicine. 2012. V. 14. P. 191–200.
10. Fostira F., Thodi G., Konstantopoulou I. Hereditary cancer syndromes // Journal of BUON. 2007. V. 12. P. 13–22.
11. Balman J., Diez O., Rubio I.T. BRCA in breast cancer: ESMO Clinical Practice Guidelines // Annals of Oncology. 2011. V. 22. P. 31–34.

После выступления академик М.А. Курцер ответил на вопросы участников заседания.

Академик РАН В.П. Чехонин: Безусловно, технологии, которые вы пытаетесь внедрить, превращают наше понимание о развитии эмбриона,

возможностей, которые позволяют сохранить жизнь матери и ребёнка. Особенно большое впечатление на меня произвёл анализ внеклеточной ДНК. За ним будущее. Я уверен, что совершенствование этого метода приведёт к 100%-ной диагностике анеуплоидии, особенно по половым хромосомам. Скажите, пожалуйста, если сравнить те данные, которые получены сегодня, с имевшимися ранее, в каком проценте случаев вам удастся диагностировать анеуплоидию, трисомию по 21-й, 16-й и 13-й паре, которые несовместимы с нормальным развитием организма?

М.А. Курцер: Должен сказать, что динамика этих исследований была удивительной, потому что сначала мы по заблуждению всё время пытались обнаружить лейкоциты в крови матери. Мы просили наших коллег найти фетальные лейкоциты, думали о том, как отличить их от материнских, пока не пришла, как я считаю, гениальная идея — искать обломки клеток, выявлять ДНК.

В первых исследованиях мы старались изучать плоды мужского пола. Было непонятно, какой ДНК мы оперировали — материнской или плода. Поэтому образцы брали только там, где находили хромосомы, и становилось ясно, что найдена ДНК, представляющая интерес. Методика со временем совершенствовалась, и сегодня мы изучаем все половые хромосомы.

В настоящее время частота выявления упомянутых заболеваний остаётся такой же, как в группе рождения с различными формами трисомии в популяции. Это не более 0,2%, которые мы выявляем в различных формах. В чём же сложность? Во-первых, этот тест ещё не входит в перечень обязательной медицинской помощи, утверждённый Минздравом России. Мы надеемся, что когда-нибудь этот метод будет включён в порядок оказания медицинской помощи. Во-вторых, большое значение имеет срок наблюдения, время, когда пациентка встаёт на учёт по поводу беременности, и мы можем провести забор материала для анализа.

Академик РАН Д.В. Рундквист: Хотелось бы уточнить некоторую статистику. В целом по стране, по Москве какому проценту женщин, которых ожидают роды, предстоит пройти все эти исследования? Есть ли данные по другим городам, чтобы видеть общую картину? То, о чём вы рассказали, ужасно. Я не медик, и для меня эти сведения представляются страшными.

М.А. Курцер: Как я понимаю, вопрос касается не бесплодия, а диагностики синдрома Дауна, генетического заболевания. По стране цифрами я не владею, но в Москве на 100 тыс. родов с синдромом рождается 70–80 детей.

Я хорошо помню 1980-е годы, когда мы не имели возможности проводить цитогенетическое исследование. Рождались дети с подозрением на наличие синдрома (монголоидный тип лица, шейная складка), но верификации диагноза у нас не было. Я даже наблюдал, как эти дети адаптируются к повседневной жизни. Сегодня в Москве рождается 0,1–0,7% детей с синдромом Дауна.

Наша диагностика может выявить и другие нарушения, в частности, замершую беременность на сроке 20 недель и более. Мы исследуем эту генетическую патологию.

Академик РАН А.И. Григорьев: Что такое “замершая беременность”?

М.А. Курцер: Это когда беременность перестаёт развиваться. Например, молодая пара 25–27 лет наблюдается у врача, и нет никаких опасений. В 20 недель беременность замирает, то есть прекращается развитие плода. Когда беременность прерывается, часто обнаруживается генетическая патология. Анализ, который мы сегодня проводим, позволяет поставить диагноз раньше и не допустить трагической ситуации. Дальнейшее совершенствование методов диагностики приведёт к снижению риска рождения детей с хромосомной патологией более чем в 2 раза (менее 0,1%).

Д.В. Рундквист: Есть ли подобные данные по другим странам, по миру в целом? Может быть, они помогут выявить причины возникновения патологий, определить роль в этом многообразия природных условий и условий жизни.

М.А. Курцер: Во всех странах процент рождения детей с хромосомной патологией одинаков. В гене определения, например, синдрома Дауна до сих пор неизвестно, кто является носителем лишней хромосомы. В норме человек имеет 46 хромосом: 23 хромосомы поступают из материнского организма с яйцеклеткой, 23 – со сперматозоидом. Откуда появляется 47-я – неясно. Пришла она из организма матери или отца, определить нельзя. Эта особенность не передаётся по наследству, она беспричинна. Болезнь возникает в разных социальных группах. Раньше я находился под влиянием общего мнения, что большое значение имеет возраст пациента (старше 35–40 лет). Сейчас в своей практике я сталкиваюсь с 18–19-летними пациентами, у которых рождаются дети с синдромом Дауна. Это требует дальнейшего изучения. Во всём мире медики продолжают заниматься исследованиями в этой сфере.

Академик РАН М.В. Угрюмов: Кто использует генетическую диагностику, генетические подходы в лечении? Вы очень хорошо рассказали о моногенах в профилактике. Какое между ними соотношение? Вы говорили об общей стратегии лечения рака

молочной железы. В советское время в хороших ведомствах был налажен процесс диспансеризации. Фактически заболеваемость раком репродуктивной системы у женщин свели к нулю. Не является ли это более гуманным методом?

М.А. Курцер: Начну отвечать с последнего вопроса. Я ни в коем случае не хочу говорить о том, какая система диагностики ранних стадий рака, советская или современная, лучше или хуже работает. Хочу обратить ваше внимание на то, что как только человеку ставят диагноз “рак”, его жизнь полностью меняется. Он идёт на позитронную эмиссионную томографию, каждые полгода подвергается различным исследованиям. Мы вместе с онкологами ищем метастазы. Обязательно назначаются химио- и лучевая терапия. Например, в случае с молочной железой такой период может длиться до 10 лет. Когда известно, что у пациентки есть гены *BRCA-1* и *BRCA-2*, мы сообщаем ей, что риск развития рака молочной железы и яичников составляет 65–70%.

Сегодня мы пытаемся определить гены *BRCA-1* и *BRCA-2* в эмбрионе. Если у мамы есть эти гены, мы постараемся выбрать эмбрион, который не будет их носить, тем самым обеспечим высокое качество жизни будущего ребёнка. Также мы занимаемся исследованием гиперхолестеринемии, чтобы предотвратить инсульт и рак. Из упомянутых заболеваний мы занимаемся только резус-сенсibilизацией, когда нам надо перенести именно эмбрион с отрицательным резус-фактором, потому что в этой ситуации у мамы не будут вырабатываться антитела, вызывающие гемолитическую болезнь плода.

Что касается перспективы использования генетических подходов и методов лечения, то в нашей клинике мы в основном ставим диагноз. Наша медицинская стратегия направлена на выбор подходящего эмбриона после гиперстимуляции, тактика заключается в увеличении количества яйцеклеток, эмбрионов, для того чтобы выбрать здоровый эмбрион и перенести его в организм матери.

А.И. Григорьев: Какова мировая тенденция лечения?

М.А. Курцер: В России в среднем проводится только 15% преимплантационной диагностики, а в США – почти 95%. И это правильно. Даже без наличия моногенных заболеваний увеличивается частота рождения здоровых детей. Преимплантационная диагностика сложная и дорогостоящая, однако она увеличивает шанс рождения здорового ребёнка, причём не нужно проводить всевозможные длительные тесты. В нашей группе пациенток с различными показаниями мы стремимся к этому. Но это достаточно сложный процесс, который сжат по времени.

Академик РАН **В.А. Черешнев**: Сейчас рождается много детей с первичным иммунодефицитом — я не имею в виду ВИЧ-инфекцию.

М.А. Курцер: Вне зависимости от способа зачатия (естественного или с помощью вспомогательных репродуктивных технологий) новорождённые, если не возникло каких-то непредвиденных ситуаций, защищены антителами, которые поступили из материнского организма. Пик заболеваемости от различных воздушно-капельных инфекций или новых циклических осложнений наблюдается только спустя семь дней и уже не в стенах лечебного учреждения. Поэтому в протоколе обследования новорождённого не отмечается его иммунный статус. Только в некоторых случаях, когда ребёнок рождается с уже развёрнутым септическим процессом (например, внутриутробной пневмонией, несколькими очагами инфекции, внутриутробным кардитом), мы обязательно определяем иммунный статус. В исследованной группе было несколько пациентов с иммунодефицитом, к ним мы применяли препарат пентаглобин, который направлен на поднятие иммунитета.

В.А. Черешнев: Существует ли статистика по осложнениям, например, в результате изъятия для анализа кусочка плаценты или околоплодной жидкости?

М.А. Курцер: Смысл внеклеточного определения ДНК заключается в том, чтобы не применять этих опасных инвазивных методик. В настоящее время

фиксируется 0,5–1,2% осложнений, то есть из 100 биопсий хориона и 100 амниоцентезов осложнения возникают у одной пациентки. Они могут проявляться в виде потери беременности (это крайний вариант осложнения) или в виде угрозы прерывания беременности, которая требует длительной госпитализации. Наша методика позволяет точно определить хромосомный набор эмбриона и отказаться от очень опасной инвазивной методики — отщепления кусочка плаценты.

Академик РАН **В.Е. Фортгов**: Насколько распространено ЭКО и сколько это стоит?

М.А. Курцер: По нашим данным, в России проводится около 80 тыс. циклов ЭКО в год. В Германии, например, при меньшем количестве населения — до 180–200 тыс. В нашей стране в последние три года произошла революция — Министерство здравоохранения РФ и Правительство РФ включили экстракорпоральное оплодотворение в программу ОМС. Сегодня любая пациентка имеет возможность обратиться в медицинское учреждение по месту жительства и получить направление на проведение ЭКО. К сожалению, программа ОМС не покрывает преимплантационную диагностику, пациенты должны оплачивать её самостоятельно. Медицинская организация может взять на себя все расходы, когда какой-либо случай представляет научный интерес (например, если в семье есть носители муковисцидоза). Я могу ошибаться, но сегодня генетический (не внеклеточный) тест стоит около 50–60 тыс. руб.

ИЗ РАБОЧЕЙ ТЕТРАДИ
ИССЛЕДОВАТЕЛЯ

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА
ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ РАЗВИТИЯ
И БЕЗОПАСНОСТЬЮ

© 2017 г. В.В. Москвичев^а, И.В. Бычков^б, В.П. Потапов^а,
О.В. Тасейко^{а, с}, Ю.И. Шокин^а

^аИнститут вычислительных технологий СО РАН, Новосибирск, Красноярск, Кемерово, Россия

^бИнститут динамики систем и теории управления им. В.М. Матросова СО РАН, Иркутск, Россия;

^сСибирский государственный аэрокосмический университет им. академика М.Ф. Решетнёва, Красноярск, Россия;

e-mail: krasn@ict.nsc.ru; idstu@icc.ru; vadimtpv@gmail.com; imm@sibsau.ru;
dir@ict.nsc.ru

Поступила в редакцию 11.11.2016 г.

В статье изложена концепция информационной системы территориального управления рисками развития и безопасностью, цель которого – снижение индивидуальных и социальных рисков до приемлемых научно обоснованных уровней. Реализация такой системы позволит интегрировать накопленный опыт сетевого мониторинга состояния окружающей среды и техносферы, технологий анализа больших объёмов информации и моделирования, теории безопасности и риска, механизмов территориального управления и методы прогнозирования социально-экономического развития.

Ключевые слова: социально-природно-техногенная система, стратегические риски регионального развития, информационные технологии территориального управления, комплексный мониторинг.

DOI: 10.7868/S0869587317080035

В задачах количественной оценки комплексной безопасности территориальных образований в последние годы большое внимание уделяется разработке и использованию критериев и методов анализа риска [1–4]. В качестве критериев безопасности предлагаются стратегические риски развития – количественные показатели, определяющие неблагоприятное сочетание вероятности возникновения опасных процессов и их последствий, вызывающих ущерб в социально-экономическом и научно-технологическом развитии страны на заданном прогнозном отрезке времени [5–8]. Минимизация рисков предусматривает принятие научно обоснованных решений на всех уровнях (федеральный,

региональный, субъектный, муниципальный) управления территориальными образованиями, инфраструктурой жизнеобеспечения, объектами техносферы, природопользованием в рамках единой социально-природно-техногенной системы (С-П-Т система), анализ которой возможен только на базе фундаментальных междисциплинарных исследований развития человека, общества, техносферы и природной среды (рис. 1). В С-П-Т системе формируются и реализуются комплексы техногенных рисков, касающихся создания техники и технологий, возникновения аварийных и катастрофических ситуаций, сопровождающихся гибелью людей, разрушением инфраструктуры и поражением природной среды.

МОСКВИЧЕВ Владимир Викторович – доктор технических наук, директор Красноярского филиала ИВТ СО РАН. БЫЧКОВ Игорь Вячеславович – академик РАН, директор ИДСТУ СО РАН. ПОТАПОВ Вадим Петрович – доктор технических наук, директор Кемеровского филиала ИВТ СО РАН. ТАСЕЙКО Ольга Викторовна – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности СибГАУ. ШОКИН Юрий Иванович – академик РАН, научный руководитель ИВТ СО РАН.

Факторы стратегических рисков, влияющих на процессы устойчивого развития страны, в значительной мере связаны с процессами на региональном уровне (табл.). В связи с этим актуальной становится задача формирования структуры и механизмов управления развитием территориальных образований на базе количественных оценок риска, что требует учёта и анализа значительного объёма

исходных данных, обеспечиваемых результатами мониторинга основных элементов С-П-Т систем:

- экосфера (природная среда): частота опасных метеорологических, гидрологических и геодинамических ситуаций, качество атмосферного воздуха, состояние поверхностных вод, земельных и лесных ресурсов;
- техносфера: состояние технических систем, риск потери жизни и здоровья на производственных объектах;
- социосфера: заболеваемость и смертность населения региона по основным группам болезней, продолжительность жизни, уровень доходов, образования, здравоохранения.

Достижение поставленной цели предполагает решение комплекса нетривиальных задач, включая мониторинг территории, количественную оценку рисков развития, анализ безопасности. Пилотный проект был реализован на примере Красноярского промышленного региона с учётом исследований экологического, природного, техногенного и других аспектов безопасности [1, 3, 9–11]. Оценки опасностей и рисков чрезвычайных событий природного и техногенного характера были выполнены также для Республики Саха (Якутия), Иркутской и Кемеровской областей [3, 12, 13].

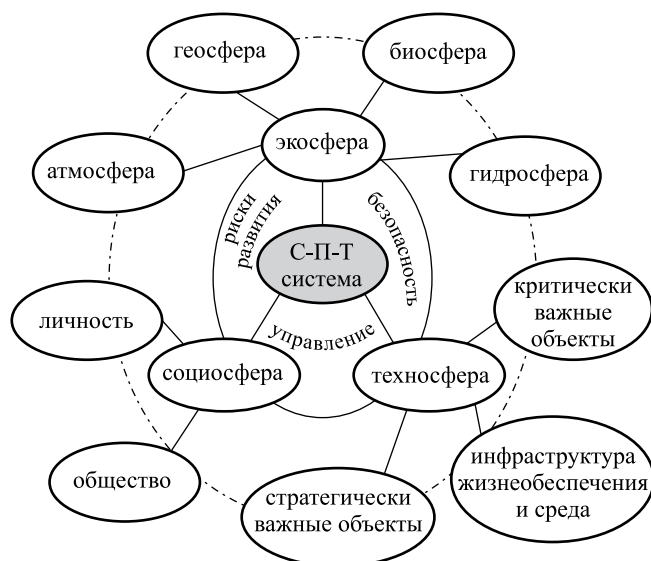


Рис. 1. Структура и элементы С-П-Т системы на уровне государства и региона

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ

В России информационные технологии территориального управления в последние десятилетия активно используются органами власти городского, регионального, федерального уровней.

Приоритетные компоненты стратегических рисков развития для страны и региона

	Компоненты рисков	Для страны [8]	Для региона
1	Риски обоснования и выбора направлений государственно-политического строя	+	—
2	Риски формирования и развития духовно-нравственного потенциала	+	—
3	Риски выбора направлений, механизмов и путей социально-экономического развития	+	—
4	Риски регионального, национального и международного терроризма	+	+
5	Риски возникновения глобальных и региональных военных конфликтов	+	+
6	Социально-экономические риски развития региона	—	+
7	Демографические риски	+	+
8	Риски природных и техногенных чрезвычайных событий	+	+
9	Экологические риски	+	+
10	Риски формирования и развития научно-технического инновационного потенциала	+	+

В ряде регионов, например, в республиках Татарстан и Бурятия, в Алтайском крае, Иркутской области, создаются тематические информационные системы, ориентированные в первую очередь на хранение и представление пространственных данных. Следует подчеркнуть, что единые цифровые модели территорий применяются для повышения эффективности управленческих решений и организации доступа населения к открытым пространственным данным. Приказом Росреестра от 27.08.2010 определён перечень пилотных регионов для формирования региональных инфраструктур пространственных данных: республики Татарстан и Башкортостан, Алтайский край, Кировская, Саратовская, Свердловская, Тверская, Ульяновская, Ярославская области [14].

За последние 25 лет в России разработаны тематические геоинформационные проекты управления развитием территорий органами местного самоуправления для Москвы, Екатеринбурга, Иркутска и ряда других городов [15]. В последние годы наметилась тенденция к созданию в органах местного самоуправления комплексных информационных систем, аккумулирующих данные городских служб для решения всего спектра задач управления хозяйственным механизмом города, эффективного использования ресурсов, взаимодействия с организациями и населением. Накопленный опыт взаимодействия с региональными властями позволяет утверждать, что программно-технологические решения, построенные на основе картографических веб-сервисов и соответствующих приложений, могут существенно повысить эффективность управленческой деятельности ведомств и вывести её на новый уровень при должной организационно-технической поддержке. Характерный пример региональной системы экологического мониторинга — Геоинформационная система мониторинга состояния окружающей природной среды в зоне действия предприятий нефтегазовой отрасли Красноярского края, спроектированная как информационно-аналитическая, основанная на интернет- и ГИС-технологиях [16].

Автоматизированные информационные системы федерального значения решают задачи информационного обслуживания аппарата административного управления и функционируют во всех регионах страны. Для целей мониторинга опасностей и риска в Российской Федерации действуют система космического мониторинга, информационно-навигационная система на базе ГЛОНАСС, единая государственная система информации об обстановке в Мировом океане, система государственного мониторинга водных объектов Российской Федерации, автоматизированная система контроля за радиационной обстановкой на объектах Росатома, автоматизированная информационная система дистанционного мониторинга

Рослесхоза, система оповещения об угрозе цунами Росгидромета, информационная система учёта техногенных и бытовых пожаров, региональные геопорталы пространственных данных с актуализацией информации о социально-экономических показателях территорий и др.

Создано более 250 программно-аппаратных комплексов и информационных систем, принимающих и обрабатывающих мониторинговую информацию. Геопространственные технологии обработки данных постоянно совершенствуются, однако комплексная оценка состояния С-П-Т систем на базе методов и технологий управления рисками развития, формируемых в условиях резкого увеличения объёмов и скоростей информационных потоков, не выполняется.

КОНЦЕПЦИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ И БЕЗОПАСНОСТЬЮ РЕГИОНА

Количественная оценка рисков развития С-П-Т систем требует сбора, обработки и анализа огромных массивов данных. Значительное число параметров, характеризующих состояние таких систем, их зависимость от многочисленных факторов, сложность комплексного анализа параметров определяют необходимость разработки информационной системы территориального управления рисками и безопасностью (ИСТУ РБ) для отдельных промышленных агломераций, субъектов и регионов, которая должна основываться на технологиях нового поколения, учитывающих распределённость и объёмы высокоскоростных информационных потоков. При создании ИСТУ РБ решается проблема информационного обеспечения принятия решений территориального управления (рис. 2), исходя из данных мониторинга, модельных и прогнозных оценок рисков социально-экономического и научно-технического развития, рисков возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и обеспечения безопасности (рис. 3). Построение моделей функционирования сложной С-П-Т системы в рамках ИСТУ РБ предполагает использование расчётных зависимостей для описания её неравномерной динамики во времени с целью обоснования основных критериев и показателей развития региона под действием внешних и внутренних неблагоприятных факторов с одновременным учётом характеристик эффективности и стратегических рисков развития [3, 8, 9].

Информационная система должна быть направлена на решение следующих задач:

- оценку экологических, технологических, индивидуальных и социальных рисков;

- разработку экологических нормативов, характеризующих допустимое воздействие на экосистемы с учётом региональных геоэкологических особенностей и специфики антропогенного воздействия;

- комплексную характеристику состояния социально-природно-техногенных систем, ранжирование территорий по степени риска с использованием ГИС-технологий;

- формирование программ и мероприятий, нацеленных на снижение уровня риска, разработку рекомендаций по повышению эффективности управления территориальными образованиями.

ИСТУ РБ промышленного региона должна удовлетворять следующим требованиям:

- иметь универсальную структуру, включающую базовое информационное наполнение для оценки базовых рисков развития и обеспечивающую возможность отражения региональных особенностей состояния и развития С-П-Т систем;

- допускать типизацию и тиражирование на промышленные регионы, муниципальные образования и промышленные агломерации;

- использовать унифицированные алгоритмы, протоколы и форматы представления исходной и результирующей информации в соответствии с требованиями нормативно-технических документов;

- обеспечивать оперативность получения и обработки исходной информации, анализа рисков развития и безопасности, формулировок принятия решений;

- допускать возможность замены и встраивание новых элементов, технологических решений, вычислительных алгоритмов и процедур;

- быть открытой и доступной для потенциальных потребителей.

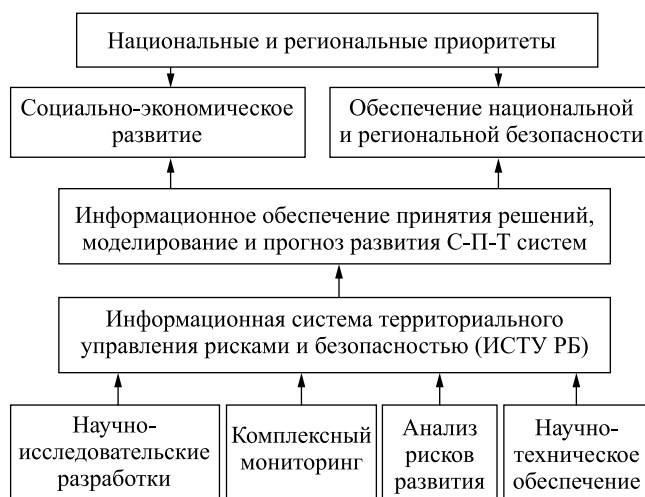


Рис. 2. Информационное обеспечение приоритетов развития

Основная сложность создания такой информационной системы состоит не столько в формах представления и хранения данных мониторинга, сколько в разработке методов оценки показателей риска на основе этих данных. Наибольшая неопределённость связана с количественной оценкой состояния объектов техносферы, опасностью загрязнения окружающей среды и интерпретацией медико-демографических и социальных показателей, отражающих продолжительность жизни и состояние здоровья населения.

Подсистема “Мониторинг”. Первоочередной целью организации такой подсистемы служит содержательное обеспечение и наполнение ИСТУ РБ и выявление негативных факторов внешней среды, влияющих на уровень индивидуальных стратегических рисков развития региона. Информационной

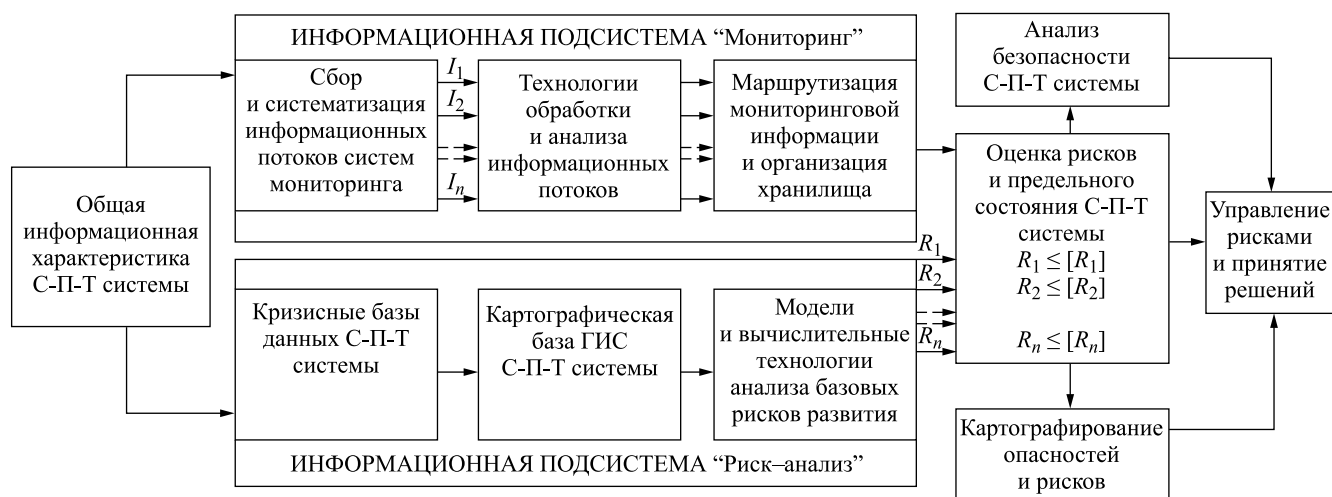


Рис. 3. Блок-схема информационной системы территориального управления рисками и безопасностью

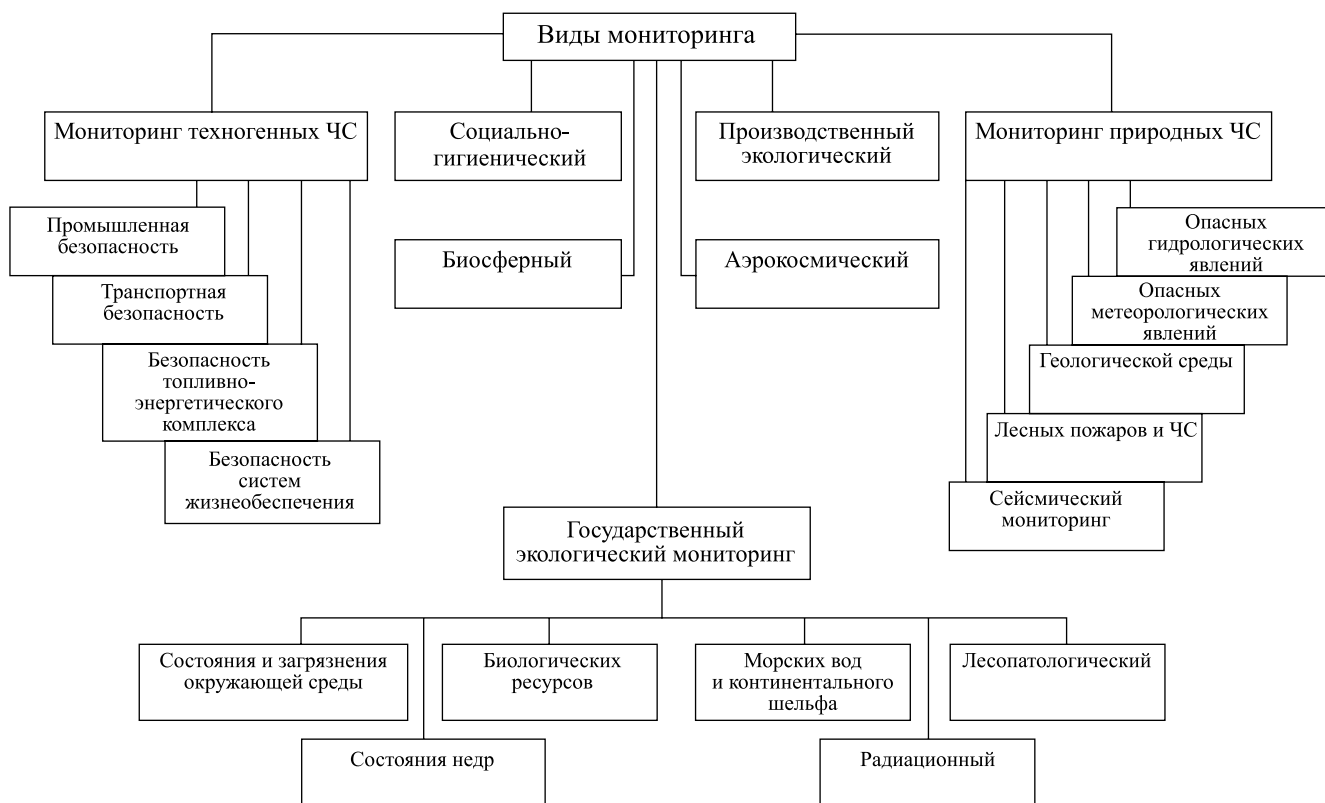


Рис. 4. Структура комплексного государственного мониторинга

базой для принятия решений о проведении превентивных и оперативных мероприятий по снижению воздействия антропогенных факторов на окружающую среду, прогнозированию чрезвычайных ситуаций, обоснованию управленческих решений, касающихся развития территорий, служит комплексный мониторинг обстановки (рис. 4).

В настоящее время федеральные органы исполнительной власти, органы субъектов Российской Федерации и местного самоуправления, хозяйствующие субъекты, осуществляющие мониторинг окружающей среды и объектов техносферы, создают и используют большие объёмы тематических пространственных данных, в основном в интересах самих ведомств и территорий. Система организации и проведения мониторинга регламентируется соответствующими федеральными законами, постановлениями и распоряжениями правительства, ГОСТами, нормативными документами.

Каждый компонент национальной государственной сети мониторинга представлен в регионе одним или несколькими подразделениями, решающими задачи территориального наблюдения и в ряде случаев прогноза. Большой объём первичной информации об объектах и субъектах учёта лишь частично используется для анализа социально-экономического положения территорий и моделирования проблемных ситуаций в целях поиска

оптимальных вариантов их решения. Применительно к Сибири, Крайнему Северу, Дальнему Востоку и арктическим районам ситуация усугубляется задержками в поступлении информации, связанными с удалённостью источников сбора данных и неразвитой инфраструктурой систем мониторинга.

Чёткое представление о структуре систем мониторинга необходимо для выбора перечня базовых интегральных показателей, доступных по данным наблюдений для наполнения кризисных баз данных и разработки экспертных расчётных моделей анализа риска. Фактические, измеряемые системами мониторинга показатели далеко не всегда связаны с индивидуальными и экологическими рисками. При этом значительная часть показателей относится к веществам, не вносящим существенного вклада в уровень рисков.

Таким образом, можно говорить, с одной стороны, об избыточности информации, получаемой государственными сетями наблюдения, с другой стороны, о её недостаточности для оценки стратегических рисков регионального развития. Это обусловлено тем, что сети и системы мониторинга действуют в режиме “интегрированной вертикали”: головные центры обработки информации находятся в Москве, а центры её сбора — в регионах.



Рис. 5. Компоненты информационной подсистемы “Риск–анализ”

При создании ИСТУ РБ принципиальное значение будут иметь разработки в области информационного сопровождения мониторинга, которые предполагают:

- создание моделей элементов систем мониторинга с применением технологий облачных вычислений, позволяющих децентрализовать процессы сбора и анализа информации, существенно сокращающих вычислительные затраты за счёт масштабируемой массивно-параллельной обработки множества узлов, формирующих подсистемы;

- разработку новых комплексных методов интеллектуального анализа пространственной слабоструктурированной и неструктурированной информации, получаемой в виде информационных потоков систем мониторинга, в том числе дистанционного зондирования;

- создание модели интегрированного хранилища мониторинговых данных С-П-Т систем, которое обеспечивает их распределённую обработку с использованием облачных сервисов;

- создание пилотных образцов информационных систем мониторинга для различных элементов С-П-Т систем с учётом их специфики;

- разработку программно-аппаратных миникластеров для массивно-параллельной потоковой обработки и анализа данных на основе технологий Big Data, включая обработку пространственной информации, получаемой радарными спутниками.

Подсистема “Риск–анализ”. В области анализа рисков развития при разработке ИСТУ РБ необходимо решить следующие задачи:

- обосновать выбор базовых факторов риска, позволяющих оценить влияние процессов в социо-техно-экосфере на здоровье и благополучие населения;

- оценить уровень индивидуального риска и его нормативные значения для различных групп факторов риска;

- уточнить вклад каждого параметра мониторинга в индивидуальный стратегический риск потери человеком жизни и здоровья.

Подсистема “Риск–анализ” включает в себя три основных компонента (рис. 5). Первый – кризисные базы данных, хранящие формализованный фактический материал, собранный различными ведомствами за продолжительный период и описывающий опасности социального, природного и техногенного характера. Целями создания кризисных баз данных служат накопление информации для анализа рисков и последующего прогнозирования обстановки на территориях, информационная поддержка принятия решений по проведению мероприятий, направленных на снижение рисков [17]. Второй компонент – картографическая база данных. Поскольку большинство объектов кризисных баз данных имеют картографическую привязку, для проведения анализа необходима единая картографическая база, служащая основой визуализации значений рисков [18]. Третий компонент подсистемы включает экспертные расчётные модели анализа и картографирования рисков. Методическая основа анализа территориального риска (рис. 6) должна базироваться на соответствующих научных и информационных ресурсах, нормированных расчётных моделях и предполагать возможность

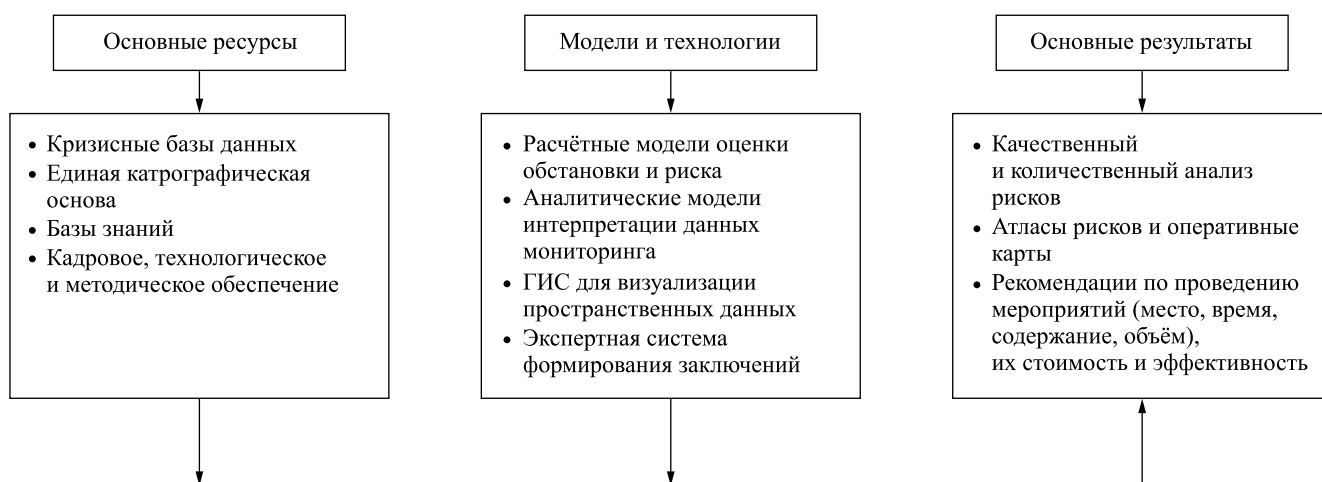


Рис. 6. Методическая основа оценки территориального риска

построения атласов рисков, сопровождаемых необходимыми рекомендациями.

Оценка всех компонентов, оказывающих влияние на региональные стратегические риски, — нетривиальная задача, требующая длительных исследований. Существует ряд методик оценки риска здоровью и жизни человека, но результаты расчёта по ним далеко не всегда можно сравнивать между собой, потому что они основаны на несопоставимых показателях. Единой методики, связывающей все риски, не разработано. Как правило, оценивается вероятность гибели или заболеваний людей исходя из последствий уже реализовавшихся опасных ситуаций, вызванных экологическими проблемами, чрезвычайными событиями природного или техногенного характера. Однако в настоящее время всё большую значимость приобретают риски, обусловленные явлениями, не носящими чрезвычайного характера, но в значительной мере влияющими на показатели заболеваемости и смертности. Это риски, связанные с климатическими и физическими факторами, химическим загрязнением воздуха и источников водоснабжения. Такие риски часто не имеют очевидных тяжёлых последствий, многие из них проявляются с определённой задержкой, но при этом характеризуются довольно высокой вероятностью возникновения.

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА

В настоящее время интенсивно растут объёмы информации, фиксируемой системами мониторинга. Это связано, в частности, с активным использованием спутниковых систем дистанционного зондирования Земли (радарные и гиперспектральные комплексы), систем лазерного сканирования, которые не только поставляют огромное количество плохо структурированной информации, но

и требуют для её обработки и анализа применения мощных вычислительных комплексов на основе кластеров. Существующие технологии и средства анализа возрастающих информационных потоков пространственных данных оказываются в новых условиях недостаточно эффективными, что обуславливает проблему пересмотра самой их методологии. С учётом этих замечаний необходимо менять архитектуру базовых информационных систем, которые должны становиться более гибкими, динамически конфигурируемыми, использовать различные распределённые источники пространственной информации в рамках глобальных общих или специализированных телекоммуникационных систем. Актуальными становятся технологии облачных вычислений с использованием различных видов сервисов, специфических для той или иной задачи оценки состояния С-П-Т систем. При этом сохраняются вертикальные связи передачи мониторинговой информации с её дублированием на территориальном уровне и в глобальных информационных системах. Реализация такого подхода оставляет действующие на данный момент структуры мониторинга неизменными, добавляя новые связи, замыкающие вновь формируемые информационные потоки на современные вычислительные среды, которые обеспечивают их интегрированную обработку и представление на выходе отфильтрованных данных для расчёта рисков развития С-П-Т систем.

Фактически новые блоки систем мониторинга представляют собой программно-аппаратные комплексы, выполняющие функции сбора, хранения, обработки и интеллектуального анализа больших объёмов данных и использующие современные технологии Big Data [19], опирающиеся на инфраструктуру пространственных данных и её составляющих на различных уровнях

управления – федеральном, региональном и муниципальном. Создание нового поколения мониторинговых систем управления рисками и безопасностью должно обеспечить интеграцию различных информационно-технологических инфраструктур за счёт использования в качестве базовых элементов геопорталов и хранилищ данных, работающих в облачной среде на основе сервис-ориентированной архитектуры. Обмен и доступ к пространственным данным и метаданным предоставляется различным группам пользователей через сервисы по спецификациям открытого пространственного консорциума OGC (WMS, WCS, WFS, CSW) [20]. Можно выделить два вида сервисов: общие (SAAS, DAAS, IAS и др.) [21] и расчётно-аналитические, непосредственно связанные с оценкой рисков и безопасности конкретных С-П-Т систем.

Базовые пространственные данные и метаданные региональных и федеральных структур подробно описаны в [14, 15]. Новые подходы, которые появились в последние годы в области информационных систем мониторинга, используют, как правило, технологии Big Data, обеспечивающие сбор, обработку и анализ пространственных данных, в том числе и неструктурированных. Технология представляет собой гибкий набор элементов, из которых можно формировать любую проблемно-ориентированную среду, в частности, системы мониторинга С-П-Т комплексов, интегрируя имеющиеся локальные вычислительные сети структурных подразделений. Выбор элементов для реализации систем мониторинга будет определяться как типом обрабатываемых данных, так и конкретными задачами оценки риска. При этом системы должны быть гибко конфигурируемыми и уметь перестраиваться в зависимости от объёма и скорости поступающих потоков данных, что можно обеспечить за счёт соответствующих метаописаний и онтологий формируемого хранилища данных. Доступ пользователей в системы мониторинга будет поддерживаться стандартами WPS, политикой доступа и запуска соответствующих сервисов, использующих облачные вычисления на основе миникластеров или суперкомпьютеров. В качестве базового элемента для сбора, хранения и анализа пространственных данных предполагается применять геопорталы, обеспечивающие [14] надёжное хранение данных, открытый доступ к базам пространственных данных, к алгоритмам, моделям и методам геообработки данных, использование вычислений в облачной среде с соответствующими видами сервисов, когда у пользователя нет необходимости иметь специальное программное обеспечение.

Расширение функций геопортала осуществляется с помощью стандарта WPS, который унифицирует через интернет-сервисы обработку пространственных данных, расположенных на удалённых

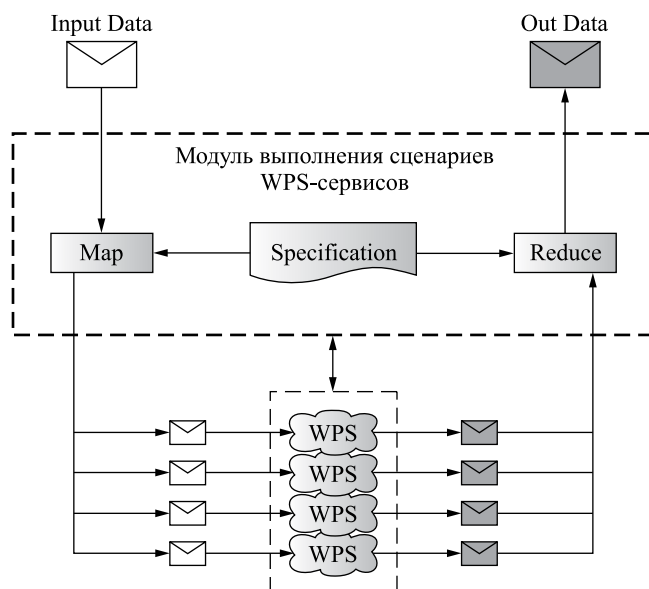


Рис. 7. Схема обработки пространственных данных в рамках модели MapReduce

серверах. Существуют готовые системы, позволяющие выполнять эти процедуры в виде сервисов, при этом открытыми остаются вопросы разделения и сборки пространственных данных, управления распределённым вычислением для применения этих систем без программирования. Для решения проблемы предполагается обработка пространственных данных по технологии Big Data в рамках модели распределённых вычислений MapReduce [19, 20], которая позволяет использовать инструменты пространственной обработки в распределённой вычислительной среде без их модификации. Операции над пространственными данными, которые используются в Map и Reduce, повторяются для различных инструментов геообработки ввиду общности обрабатываемых данных. Предлагается методология, включающая использование тематических “обработчиков” для операций Map и Reduce и спецификации, на основе которых будет происходить процесс распределения и сбора данных вычислительных узлов (рис. 7).

Map и Reduce обработчики представляют собой библиотеки, организованные для выполнения WPS сервисов. Для каждого WPS сервиса определяется спецификация. В зависимости от настроек распределения входных данных, определённых в спецификации, производится разделение входных данных с последующим вызовом копий сервисов на удалённых узлах. Модуль выполнения сценариев последовательно опрашивает выполняемые копии сервисов, и как только последняя копия сервиса завершает работу, все результаты работы копий скачиваются модулем, происходит процесс сборки результата в соответствии с правилами, определёнными в спецификации. В наиболее общем виде

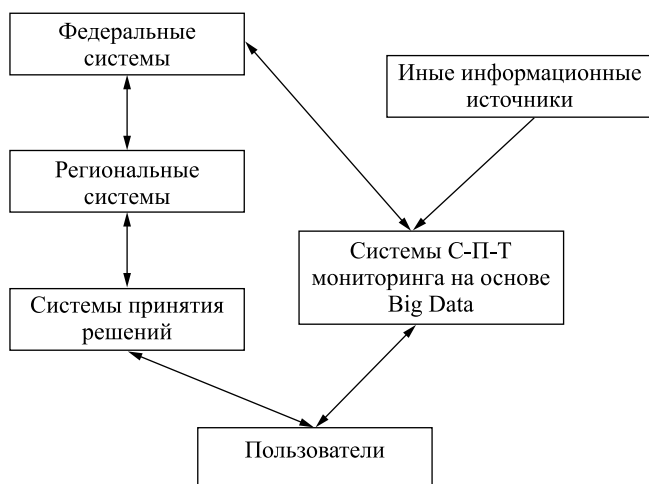


Рис. 8. Концептуальная схема информационных потоков С-П-Т мониторинга

концептуальная модель построения систем С-П-Т мониторинга с учётом предлагаемого подхода, основанного на технологии Big Data, показана на рисунке 8.

Концепция С-П-Т системы для прогнозного развития на федеральном уровне формируется Рабочей группой при президенте РАН по анализу рисков и безопасности под руководством члена-корреспондента РАН Н.А. Махутова [8]. Практические её приложения на уровне регионов не могут быть реализованы без эффективного использования вычислительных технологий, знания и анализа глобальных массивов данных мониторинга, модельного прогнозирования в рамках информационных систем территориального управления с использованием критериев риска.

Создание ИСТУ РБ позволит:

- обеспечить информационную поддержку территориального управления, научно-технологической базы мониторинга источников опасностей и чрезвычайных ситуаций, принятия решений по снижению рисков и прогнозу развития территориальных образований;
- исследовать особенности территориального управления, состояния и развития С-П-Т систем конкретных промышленных регионов страны и составляющих их элементов;
- проводить комплексную оценку безопасности и экологического состояния по данным мониторинга различных природно-техногенных систем, критических и стратегических объектов;
- на единой методологической основе осуществлять сбор, хранение, обработку и анализ неоднородной пространственной информации, характеризующей состояние С-П-Т систем, включая новейшие методы интеллектуальной обработки

пространственных данных с целью получения новых знаний о процессах, происходящих в С-П-Т системах;

- обеспечить внедрение нового поколения прикладных информационно-аналитических систем на основе технологий Big Data и программных комплексов с использованием технологий облачных сервисов как универсальных элементов мониторинговых систем.

Пилотная реализация ИСТУ РБ на примере промышленных регионов Сибири позволит благодаря новому поколению информационных систем интегрировать накопленный опыт сетевого мониторинга состояния окружающей среды и технологии анализа больших объёмов информации и моделирования, теории безопасности и риска, механизмы территориального управления и методы прогнозирования социально-экономического развития.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безопасность России. Региональные проблемы безопасности. Красноярский край. М.: МГФ “Знание”, 2001.
2. Лепихин А.М., Москвичев В.В., Шокин Ю.И., Чернякова Н.А. Антропогенные риски Сибири: концепции и модели // Геоинформационные технологии и математические модели для мониторинга и управления экологическими и социально-экономическими системами. Барнаул: ИВЭП СО РАН. Пять плюс, 2011.
3. Левкевич В.Е., Лепихин А.М., Москвичев В.В., Шокин Ю.И. и др. Безопасность и риски устойчивого развития территорий. Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2014.
4. Акимов В.А., Быков А.А., Шевченко А.В., Стрелко С.В. Развитие научно-методических основ государственного управления с использованием показателей стратегических рисков, в том числе и рисков чрезвычайных ситуаций (на примере Ульяновской области) // Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования. 2013. Т. 3. № 2. С. 736–780.
5. Федеральный закон от 28.06.2014 № 172-ФЗ “О стратегическом планировании в Российской Федерации”. http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_164841
6. Указ Президента РФ от 31.12.2015 № 683 “О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации”. <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=191669&fld=134&dst=1000000001,0&rnd=0.16549928738038844>
7. Малинецкий Г.Г., Маевский В.И., Осипов В.И. и др. Кризисы современной России и научный мониторинг // Вестник РАН. 2003. № 7. С. 579–593.

8. Махутов Н.А., Кузык Б.Н., Абросимов Н.В., Ремыга В.Н. Системные стратегические риски и приоритеты прогнозного социально-экономического и научно-технологического развития России до 2030 года. М.: ИНЭС РАН; ИМАШ РАН, 2012.
9. Moskvichev V.V., Shokin Yu.I. Antropogenic and Natural Risks on the Territory of Siberia // Herald of the Russian Academy of Sciences. 2012. V. 82. № 1. P. 69; Москвичев В.В., Шокин Ю.И. Антропогенные и природные риски на территории Сибири // Вестник РАН. 2012. № 2. С. 131–140.
10. Хлебопрос Р.Г., Тасейко О.В., Иванова Ю.Д., Михайлюта С.В. Красноярск. Экологические очерки. Красноярск: Изд-во СФУ, 2012.
11. Лепихин А.М., Москвичев В.В., Ничепорчук В.В., Симонов К.В. Концепция оценки экологического риска на примере Красноярского края // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2010. № 1. С. 31–42.
12. Берман А.Ф., Николайчук О.А., Павлов А.И., Москвичев В.В. Районирование Иркутской области по уровню риска на основе показателей опасности и уязвимости // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2012. № 1. С. 73–81.
13. Безопасность Республики Саха (Якутия): социальные, экологические и технологические проблемы. Новосибирск: Наука, 2008.
14. Бычков И.В., Ружников Г.М., Хмельнов А.Е. и др. Инфраструктура информационных ресурсов и технологии создания информационно-аналитических систем территориального управления. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2016.
15. Интеграция информационно-аналитических ресурсов и обработка пространственных данных в задачах управления территориальным развитием / Под ред. И.В. Бычкова. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2011.
16. Якубайлик О.Э. Проблемы формирования информационно-вычислительного обеспечения систем экологического мониторинга // Вестник СибГАУ. № 3. 2012. С. 96–102.
17. Шокин Ю.И., Москвичев В.В., Ноженкова Л.Ф., Ничепорчук В.В. Кризисные базы данных для управления территориальными рисками // Вычислительные технологии. 2011. № 6. С. 115–125.
18. Шокин Ю.И., Москвичев В.В., Ничепорчук В.В. Методика оценки антропогенных рисков территорий и построения картограмм рисков с использованием геоинформационных систем // Вычислительные технологии. 2010. Т. 15. № 1. С. 120–131.
19. Pete Warden Big Data Glossary. Published by O'Reilly Media, Inc., 1005 Gravenstein Highway North, Sebastopol, 2011.
20. OpenGIS Web Processing Service (WPS). Implementation Specification, v 1.0.0. Release date: June 08, 2007. <http://www.opengeospatial.org/standards/wps>
21. Chaowei Y., Qunying H. Spatial Cloud Computing. A practical Approach. CRC Press. Taylor & Francis Group. L., N.Y.: Boca Raton, 2014.

ИЗ РАБОЧЕЙ ТЕТРАДИ ИССЛЕДОВАТЕЛЯ

ПАРАДОКСЫ МАССОВОГО СОЗНАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ РОССИИ

© 2017 г. А.Л. Арефьев^а, Ф.Э. Шереги^б

^а Центр социологических исследований Минобрнауки России, Москва, Россия

^б Институт социально-политических исследований РАН, Москва, Россия

e-mail: alexander.arefiev@gmail.com; f-sheregi@inbox.ru

Поступила в редакцию 20.02.2017 г.

За последние три десятилетия в России произошли глубокие социально-экономические реформы, зачастую инициированные не населением, а властью. Тем не менее именно массовое сознание граждан страны стало основным объектом глубоких трансформаций, выразившихся в изменении не только образа жизни, но и ценностных ориентаций. Несмотря на укрепление в России рыночных отношений, ожидаемого экономического эффекта достичь не удалось. Одна из основных причин этого — инертность массового сознания. В статье на основании данных общероссийского социологического исследования осуществлён анализ структуры массового сознания россиян — исторического, патриотического, правового — и показана его противоречивость, затрудняющая консолидацию общества в рамках новой политической и идеологической системы.

Ключевые слова: историческое сознание, гражданская идентичность, социальный статус, образование, культурный уровень.

DOI: 10.7868/S0869587317080047

Проблематика исторического сознания является предметом научного анализа, по крайней мере, в течение последних 50 лет, однако рассматривается она в основном через призму национальной идентичности или в русле становления исторического сознания и эволюции исторической мысли, без учёта структуры массового сознания [1, 2]. Изучаются также различные формы, способы и уровни восприятия личностью

прошлого, концепции представителей исторической мысли разных эпох [3].

Анализ исторического сознания в контексте социокультурной трансформации российского общества стал особенно актуальным в 1990-е годы, когда под давлением масштабных социально-экономических изменений проявилась тенденция идеологического отрицания исторического прошлого. Эти исследования, преимущественно теоретического характера, затрагивают структуру и функции исторического сознания [4]. Одним из подходов к изучению исторического сознания стало его рассмотрение через призму воззрений российских историков (В.О. Ключевский, П.Н. Милюков, А.А. Корнилов, Г.П. Федотов) как носителей различных типов исторического сознания — либерального, консервативного, этноцентричного или великодержавного [5].

В нашем исследовании поставлена цель выявить противоречия в историческом сознании россиян, структурирование которого осуществлено с использованием двух индикаторов: отношения к политическим персоналиям, символизирующим различные этапы истории России, и оценки значимых исторических событий [6]. Использовались эмпирические индикаторы, агрегированные с помощью факторного анализа на базе первичной



АРЕФЬЕВ Александр Леонардович — кандидат исторических наук, доцент, заместитель директора по научной работе ЦСИ Минобрнауки России. ШЕРЕГИ Франц Эдмундович — кандидат философских наук, советник директора ИСПИ РАН.

социологической информации¹. В связи с неоднозначностью позиции социологов по поводу показателей структуры исторического сознания, форм идентичности личности и характера самоидентификации мы сочли необходимым применить единую шкалу самооценки. Наряду с историческим сознанием анализировалась имущественная, социально-статусная и культурная самоидентификация граждан России. Наиболее распространённая форма имущественной дифференциации населения, принятая в обществоведении, — по уровню доходов и потребления семьи [7].

Важный фактор консолидации населения государства — гражданская идентичность. В литературе она часто отождествляется с политической идентичностью [8, 9, 10], что, на наш взгляд, неверно: это различные явления, поскольку гражданская идентичность в меньшей степени зависит от политической и даже этнической идентичности, а в большей — от степени экономической консолидированности граждан. Социальный статус рассматривается обществоведами преимущественно с точки зрения социального неравенства [11, 12, с. 147–161], хотя с позиции общественного разделения труда этот подход нельзя признать бесспорным. Неоднозначна интерпретация обществоведами и культурной идентичности личности, которая чаще всего соотносится с этнической идентичностью [13, 14].

Определяя задачу исследования, мы исходим из наличия социальной проблемы — противоречия между интенсивным распространением массовой культуры, трансформацией стандартов труда и образа жизни, с одной стороны, и необходимостью сохранения культурной идентичности нации как государствообразующей общности — с другой.

В соответствии с характером социальной проблемы её эмпирическое изучение основано на следующих индикаторах:

- имущественная, статусная и культурная идентификация населения;
- оценочная идентификация населением политических систем в истории России, персонифицированных в лице государственных лидеров;

¹ Исследование проведено Центром социального прогнозирования и маркетинга в мае 2016 г. по общероссийской репрезентативной районированной выборке с квотным отбором респондентов на последней ступени. Объём выборки — 2200 человек в возрасте 16 лет и старше, по демографическому составу пропорционально отображающих численность населения мегаполисов и 11 территориально-экономических районов (по классификации Росстата). На последней ступени опрос проводился в 88 поселениях разного типа: мегаполисах, административных центрах субъектов РФ, районных центрах, сёлах и посёлках городского типа.

• уровень интереса населения к историческим событиям России как индикаторам социально консолидирующего потенциала государства;

• гражданская идентификация населения в условиях новой России;

• установки населения на перманентное образование.

Основная задача исследования — выявить противоречия исторического сознания населения России и его патриотической идентификации.

Социальная, имущественная и культурная идентификация населения. Идентификация относительно социального статуса одновременно указывает на референтные группы, к которым причисляет себя и на которые ориентируется личность; относительно культурного статуса — косвенно указывает на уровень культурных потребностей личности; имущественного статуса — на потребительский потенциал и качество жизни [15]. Эти виды идентификации личности измерялись в ходе исследования при помощи 10-балльной шкалы, которая условно делит население на *децили* (десятые части). Такой приём, несмотря на некоторую субъективность самооценки респондентов, является адекватным способом измерения явлений идеологического класса.

Согласно нашим результатам, сегодня россияне в возрасте 16 лет и старше оценивают по 10-балльной шкале своё материальное благосостояние на 4,7 балла, свой социальный статус — на 5,4 балла, культурный уровень — на 6,1 балла.

На рисунке 1 видна тесная связь между оценкой респондентами своего *материального положения, социального статуса и культурного уровня*. В отдельных случаях может иметь место заниженная самооценка, однако как статистическая тенденция такая взаимосвязь в условиях рынка вполне реальна, поскольку материальный уровень определяет как социальный статус человека, так и возможность удовлетворять свои культурные запросы. Следует, однако, иметь в виду, что в условиях идеологического господства СМИ удовлетворение культурных потребностей уже не зависит решающим образом от материального статуса индивида.

Рисунок 2 позволяет получить представление о соотношении разных слоёв населения нашего общества. Так, к элитарному слою [16, с. 29–52; 17, с. 89–104] (сумма оценок 4 и 5), если оценивать его по материальному благополучию, относят себя примерно 19% опрошенных, с точки зрения социального статуса — 25%, культурного уровня — 40%. Эти цифры дают основание говорить о тяге почти половины населения к культуре, что подтверждается образовательной статистикой: сегодня 47% населения в возрасте 16 лет и старше после окончания основного образования продолжают приобщаться

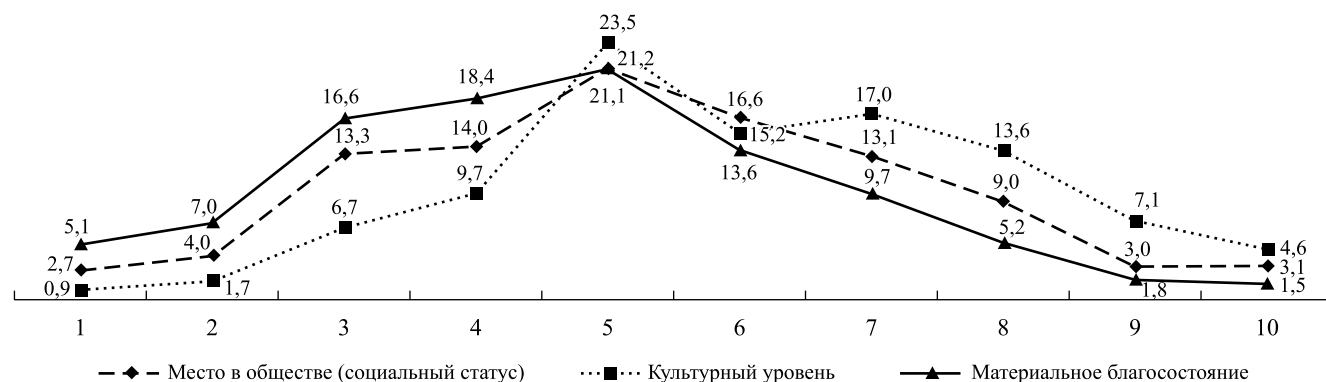


Рис. 1. Оценка респондентами своего социального статуса, культурного уровня и материального благосостояния, %

в той или иной форме к знаниям, прежде всего профессиональным.

Историческое сознание населения. Историческое сознание — важный фактор консолидации любого общества. Без преемственности исторических представлений не может сложиться целостный образ страны, возникают лишь обрывочные картины, произвольно составляющие то привлекательный, то отталкивающий образ. При отсутствии у народа целостного исторического сознания трудно ожидать проявлений патриотизма.

Для измерения исторического сознания россиян использовался относительно большой набор индикаторов, в качестве которых выступали исторические события и персоналии (табл. 1). Предпочтение респондентами тех или иных индикаторов в соответствии со сложившимися представлениями об отдельных эпизодах (периодах) истории России позволяет судить о структуре исторического сознания населения.

При помощи статистического факторного анализа первичная социологическая информация, полученная в ходе исследования с использованием перечисленных в таблице 1 индикаторов, агрегирована в пять абстрактных понятий (рис. 3). Если принять во внимание лишь те отображённые

в таблице 1 особенности, которые отмечены в качестве доминирующих не менее чем 30% респондентов, можно охарактеризовать различные периоды в истории России с точки зрения этических категорий, как они предстают в массовом сознании россиян.

Дореволюционная Россия (до 1917 г.) — преимущественно духовное государство (положительный образ); *СССР при И.В. Сталине* — диктатура (отрицательный образ); *СССР при Н.С. Хрущёве* — государство, “исчезнувшее” из исторического сознания масс (“забытое”); *СССР при Л.И. Брежневе* — социально-ориентированное развивающееся государство (положительный образ); *СССР при М.С. Горбачёве* — распадающееся государство (отрицательный образ); *Россия при Б.Н. Ельцине* — государство на грани полного упадка (отрицательный образ); *Россия при В.В. Путине* — государство с отрицательной наследственностью, но вставшее на путь прогресса (в целом положительный образ). Таким образом, речь идёт о трёх отрицательных, двух положительных, одном в целом положительном и одном нейтральном (бессодержательном) образах страны, связанных с периодами различной длительности. Подобное восприятие истории России характерно для представителей всех поколений, единственное отличие: возрастная группа старше 60 лет склонна в большей степени, чем молодёжь, идеализировать советский период.

Противоречивость исторического сознания населения проявляется ещё более отчётливо, если перейти к оценке значимых исторических событий (перечень см. ниже). События оказываются оторванными от конкретных исторических этапов страны и как бы существуют сами по себе, вне истории.

Мнения респондентов о событиях истории страны, которыми сегодня может гордиться гражданин Российской Федерации.

Победа советского народа в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг. (74,6%).



Рис. 2. Оценка материального благосостояния, социального статуса и культурного уровня по 5-балльной шкале

2 — очень низкий уровень; 5 — очень высокий уровень



Рис. 3. Структура исторического сознания россиян

Великие российские поэты, писатели, композиторы (62,9%).

Восстановление страны после Великой Отечественной войны (62,8%).

Успешный полёт в космос Юрия Гагарина в 1961 г. (60,1%).

Достижения космонавтики и космической техники (58,5%).

Достижения российских спортсменов (44,1%).

Успехи российской науки (34,5%).

Мощь и авторитет России в советский период (29,7%).

Система образования (25,7%).

Достижения российской медицины (23,0%).

Ликвидация “железного занавеса” между Россией и остальным миром в 1980-х годах (20,6%).

Выдающиеся российские цари и императрицы (18,2%).

Освобождение крестьян в 1861 г. от крепостного права (16,8%).

Мощь и богатство России в период царей и императоров (16,2%).

Мученики и святые Русской православной церкви (12,0%).

Октябрьская революция 1917 г. (11,3%).

Переход в начале 1990-х годов к рыночной экономике (5,3%).

Гласность и перестройка периода Горбачёва (4,7%).

Распад СССР (3,1%).

Гордиться нечем (1,0%).

Победа советского народа в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг. над нацистской Германией, восстановление страны из разрухи после войны – это события сталинского периода; первый полёт человека в космос, успехи советской космонавтики – достижения хрущёвского, а затем брежневского периодов. Такие, казалось бы, яркие процессы, происходившие в горбачёвский период, как гласность и перестройка, общественное мнение игнорирует.

На что здесь следует обратить внимание? Прежде всего нельзя не заметить, что однозначно положительно оцениваемые события приходятся на периоды нашей истории, которые в целом воспринимаются либо как отрицательные (сталинская диктатура), либо как вообще “забытые” (СССР при Хрущёве), что свидетельствует о противоречивости исторического сознания россиян. С одной стороны, персонификация истории России затрудняет соотнесение выдающихся исторических событий

Таблица 1. Характеристика респондентами различных этапов истории страны (в персонализированной форме), %

Социально-экономические особенности этапа	Исторические периоды						
	Россия при царе (до революции 1917 г.)	СССР при И.В. Сталине	СССР при Н.С. Хрущёве	СССР при Л.И. Брежнев	СССР при М.С. Горбачёве	Россия при Б.Н. Ельцине	Россия при В.В. Путине
Тяжёлое экономическое положение	16,7	15,9	10,4	6,7	36,5	52,6	12,5
Страх	12,0	59,3	4,5	3,4	9,5	17,0	6,3
Социальная защищённость	3,2	7,6	17,8	37,1	3,7	2,5	16,4
Наличие идеалов	17,4	34,6	22,1	25,1	5,4	3,7	8,0
Межнациональные конфликты	6,6	6,7	3,1	5,7	28,2	49,6	28,7
Дисциплина, порядок	10,0	53,4	8,9	13,4	2,9	1,4	8,5
Быстрое экономическое развитие	11,6	27,8	18,5	12,6	3,3	2,6	20,2
Подъём сельского хозяйства	15,5	18,4	42,4	18,2	2,7	1,4	6,5
Жизнерадостность	5,9	5,4	19,6	30,2	4,5	3,3	9,4
Успехи в искусстве	24,2	13,3	19,6	26,8	7,3	4,5	13,2
Доверие между людьми	10,0	5,9	16,0	36,3	6,9	3,8	7,0
Всеобщее равенство перед законом	5,4	13,5	9,0	16,0	3,7	2,0	7,5
Возможности профессионального роста	5,0	9,8	15,8	29,0	10,6	10,3	32,1
Возможность стать богатым человеком	10,7	1,0	1,6	3,6	15,7	34,0	36,8

Преступность, бандитизм	6,0	6,5	4,4	6,1	35,8	57,2	20,5
Любовь к Отечеству	37,4	42,7	22,3	31,5	12,7	7,4	24,5
Успехи в образовании	8,0	17,8	20,2	34,9	7,6	3,3	10,9
Авторитет в мире	23,0	35,5	20,4	25,5	10,3	5,8	38,4
Бюрократизм	9,0	14,9	16,8	31,2	33,9	39,0	34,7
Кризис	5,2	4,9	6,2	6,4	38,5	51,3	27,3
Гражданские и политические свободы	4,7	1,7	7,3	4,2	12,4	17,4	30,2
Успехи в науке и технике	7,5	21,8	24,0	28,4	5,6	3,6	21,3
Чувство гордости	14,8	25,4	14,9	19,7	5,1	3,2	25,0
Неуверенность в своём будущем	7,3	8,0	3,8	4,1	32,5	46,5	27,5
Уважение православной церкви	50,0	2,1	1,3	2,3	3,9	10,2	39,8
Мощная промышленность	10,2	28,3	21,7	28,2	3,0	1,8	9,1
Мощная армия	13,3	37,9	17,4	25,0	3,5	2,6	29,6
Социальная несправедливость	18,0	8,4	7,3	8,4	23,4	41,0	27,5
Коррупция, взятки	7,4	4,4	9,5	19,6	36,8	58,5	48,2
Бездуховность	1,9	12,7	10,0	10,3	22,7	30,9	14,2

Таблица 2. Оценка исторических событий представителями разных возрастных групп, %

События и персоналии российской истории	Возрастные группы		
	До 30 лет	31–60 лет	Старше 60 лет
Восстановление страны после Великой Отечественной войны	52,8	62,5	77,2
Великие российские поэты, писатели, композиторы	60,7	61,4	69,4
Достижения космонавтики и космической техники	49,3	58,5	70,6
Достижения российских спортсменов	40,3	42,6	53,4
Успехи российской науки	35,4	34,9	33,9
Победа советского народа в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.	68,3	73,0	85,2
Полёт в космос Юрия Гагарина в 1961 г.	57,5	56,2	73,4

с этапами истории; с другой стороны, в массовом сознании практически отсутствует событийная ассоциация исторических этапов, поэтому роль народа в созидании страны общественным мнением, по сути, не учитывается.

Низкая оценка ряда исторических событий может объясняться слабой информированностью населения, особенно молодого поколения, однако данные проведенного исследования свидетельствуют о солидарности мнений представителей разных поколений (табл. 2).

Как положительный фактор в формировании культуры населения следует отметить гордость за великих русских поэтов, писателей, композиторов и за успехи российской науки. Надо сказать, что стремление россиян к просвещению велико: после окончания базового образования (общего среднего или профессионального) 31,9% населения в возрасте 16 лет и старше занимаются самообразованием — это не менее 40 млн. человек² [18; 19, с. 135, 136]. Наряду с самообразованием 0,9% (1,1 млн. человек) обучаются дополнительно, заочно или вечером, в средних профессиональных образовательных учреждениях; 2,7% (3,4 млн. человек) — дистанционно или вечером в вузах; 6,4% (8 млн. человек) — на различных курсах повышения квалификации; 7,3% (9,2 млн. человек) используют иные формы познавательной практики. Среди мужчин в возрасте 16 лет и старше после получения базового образования повышают свой образовательный уровень 44,7%, среди женщин — 48,3%.

² Исходя из общей численности населения Российской Федерации в возрасте 16 лет и старше, 119,4 млн. человек в 2015 г. [20, с. 81].

Проявления патриотизма. Патриотизм — собирательное понятие, лежащее в основе идентификации личности со своей страной. Как правило, оно символизирует экономическую сплочённость нации, стиль и образ жизни народа, его менталитет. Гордость за свою страну — важная предпосылка уважения её истории и культуры, языка, стремления приобщиться к культурным традициям. Если не упоминать понятия, связанные с этнической идентичностью, то патриотизм можно обозначить через принадлежность к нации — “американец”, “канадец”, “француз”, в бытность СССР — “советский”. С распадом СССР символ патриотической идентичности был утрачен. Это серьёзная проблема, ибо, несмотря на относительно длительный период становления новых государственных отношений, полного замещения в массовом сознании понятия-символа “советский” не произошло, национальная идентичность заменяется этнической идентичностью [21].

В нашем исследовании только 47,9% респондентов ответили, что они осознают себя как граждан Российской Федерации; 44,2% ощущают себя русскими; 1,7% — гражданами своей республики (татары, буряты, калмыки и т.д.); 1,7% — представителями своей национальности (татары, буряты, молдаване, армяне, украинцы). Сегодня каждый второй этнический русский не идентифицирует себя как гражданина Российской Федерации, предпочитая этническую принадлежность.

Ситуация усугубляется в случае, если говорить о своей гражданской принадлежности приходится за рубежом. Например, будучи во Франции, называли бы себя гражданами Российской Федерации 40% респондентов, русскими — 54,1%, гражданами

Таблица 3. Гражданская идентичность представителей различных этносов Российской Федерации (самозачисление),%

Идентифицируют себя как	Этническая принадлежность					
	русские	татары	белорусы, украинцы	народы Северного Кавказа	малочисленные народы	представители других этносов (евреи, поляки, немцы и др.)
граждане Российской Федерации	46,3	55,8	48,0	67,3	64,2	65,4
русские	48,8	8,1	12,0	3,6	0,0	26,9
граждане своей республики	0,6	11,6	4,0	3,6	24,5	0,0
представители своей национальности	0,3	15,1	28,0	16,4	5,7	3,8
граждане мира	1,8	4,7	4,0	7,3	3,8	3,8
Затруднились ответить	2,2	4,7	4,0	1,8	1,8	0,1
Итого	100	100	100	100	100	100

Таблица 4. Гражданская идентичность представителей различных этносов РФ в случае пребывания за рубежом,%

Идентифицируют себя как	Этническая принадлежность					
	русские	татары	белорусы, украинцы	народы с Северного Кавказа	малочисленные народы	представители других этносов (евреи, поляки, немцы и др.)
граждане Российской Федерации	37,3	54,7	56,0	61,8	77,4	53,8
русские	59,2	17,4	24,0	7,3	0,0	34,6
граждане своей республики	0,3	12,8	4,0	5,5	9,4	0,0
представители своей национальности	0,4	9,3	12,0	18,2	11,3	7,7
граждане мира	1,0	2,3	0,0	3,6	1,9	0,0
Затруднились ответить	1,8	3,5	4,0	3,6	0,0	3,9
Итого	100	100	100	100	100	100

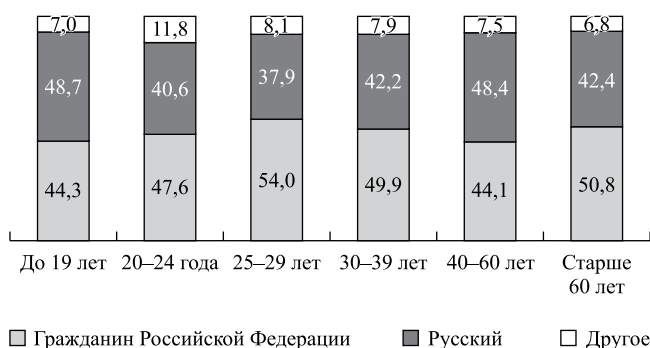


Рис. 4. Гражданская идентичность населения России – дифференциация по возрастным группам, %

своей республики – 1,2% (среди татар – 57,7%), представителями своей национальности – 1,6%, гражданами мира – 1,1%, затруднились ответить – 2%. Таким образом, налицо *отсутствие в массовом сознании единства гражданской идентичности*. Но тогда и о патриотизме можно говорить только условно: у многих он проявляется либо в форме подсознательного сепаратизма (у представителей национальных республик), либо в форме этнической идентификации, то есть в форме национализма, что массово встречается как среди русских, так и среди представителей других этносов, проживающих в Российской Федерации. Мужчины осознают себя гражданами Российской Федерации несколько чаще (49,7%), чем женщины (46,4%), а русскими – наоборот, соответственно 42,6 и 45,6%. Назвать это проявлением национализма нельзя, однако очевидно, что в массовом сознании россиян отсутствует целостный образ государственности, причём это характерно для представителей всех возрастных групп и жителей поселений всех типов (рис. 4 и 5).

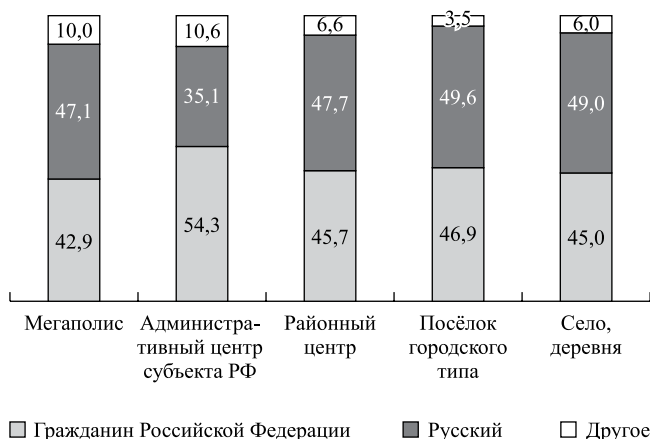


Рис. 5. Гражданская идентичность населения России – дифференциация по типу поселения, %

“Расколотовость” гражданской идентичности в массовом сознании россиян наглядно показывают цифры в таблицах 3 и 4. Среди русских раскол биполярный, а, например, среди татар – многополярный. Однако можно предположить, что русские не делают существенного различия между признанием себя россиянами, с одной стороны, и именно русскими – с другой, являясь представителями титульной нации.

* * *

Результаты исследования подтверждают гипотезу о том, что вследствие происшедших в России за последние 30 лет глубоких социально-экономических изменений население не смогло консолидироваться в понимании своей национальной идентичности. Нельзя также не отметить, что в массовом сознании россиян нарушена целостность восприятия истории страны. Обнаружилось, что в своём большинстве люди не соотносят исторические события с политическими персоналиями, с которыми ассоциируется тот или иной этап в истории России. В то же время, относясь к одним политическим лидерам положительно, а к другим – отрицательно, эту оценку опрошенные склонны переносить на соответствующие этапы истории страны. Но когда оценивают отдельное событие того или иного исторического периода, то не связывают его с политическим лидером. Население не идентифицирует значимые исторические события ни с историческими этапами, ни с именами символизирующих эти этапы политиков, в историческом сознании народа присутствуют только сами события как факт, имевший место безотносительно времени и политиков.

Исследование также показало, что культурная идентичность населения формируется в целом независимо от социального статуса (хотя имеет место некоторая зависимость от материального положения), а свой культурный уровень население оценивает как “средний”. Характерно, что большинству присуще стремление к повышению своего образовательного уровня, более того, этот процесс приобретает перманентный характер (обучение на протяжении всей жизни), что имеет очень большое значение в современных условиях с точки зрения конкурентных преимуществ на рынке труда.

Что касается оценки своего социального статуса, то она в большой мере зависит от материального благосостояния человека, при этом и статус, и благосостояние люди в массе своей оценивают как “ниже среднего”.

После распада СССР и утраты консолидирующей роли понятия “советский” его замещение понятием “россиянин” произошло лишь частично, более того, идентичность граждан оказалась

расколотой: половина идентифицирует себя с понятием “гражданин России”, а у другой половины гражданская идентичность заменилась этнической. Таким образом, на уровне массового сознания невозможно говорить о консолидации населения России на ценностном и идеологическом уровне. Поиск идеологической основы такой консолидации – важная задача обеспечения единства нации, а значит, безопасности государства. Судя по опыту экономически развитых стран, объединяющей основой на гражданском уровне может стать только *сформированное правосознание населения*, базирующееся на экономических интересах граждан. Эта цель достижима лишь при условии высокого уровня экономического развития страны. Любые иные способы идеологической консолидации предполагают использование механизмов директивного управления.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кириянов В.И., Смирнова Н.А.* К вопросу о принципах исследования идентичности в зарубежной социологии // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 7: Философия. Социология и социальные технологии. 2005. № 4. С. 118–124.
2. *Зверева В.В., Парамонова М.Ю., Репина Л.П.* История исторического сознания. М.: Юрайт, 2012.
3. *Арон Р.* Измерения исторического сознания. М.: Либроком, 2014.
4. *Мерзлякова И.Л., Дружба О.И.* Историческое сознание современного российского общества. М.: LAP Lambert Academic Publishing, 2012.
5. История и историческое сознание / Под общ. ред. И.М. Клямкина. М.: Фонд “Либеральная Миссия”, 2012.
6. *Горшков М.К., Шереги Ф.Э.* Историческое сознание молодёжи // Вестник РАН. 2010. № 3. С. 195–203.
7. *Пасовец Ю.М.* Имущественная стратификация населения России и её регионов // Регионология. 2011. № 4. С. 202–210.
8. *Косьяненко С.Н.* Национальное сознание: проблемы определения // Экономические и гуманитарные исследования регионов. 2011. № 2. С. 183–193.
9. *Богуславская В.Ф., Зайцев И.В.* Социально-конструкционистский подход в исследовании политической идентичности // Российский психологический журнал. 2008. № 2. С. 60–66.
10. *Силантьева М.В.* Диффузная идентичность – современная версия гражданской идентичности // Вестник МГИМО-Университета. 2012. № 2. С. 173–179.
11. *Шкаратан О.И.* Социология неравенства. Теория и реальность. М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2012.
12. *Тихонова Н.Е.* Социальная структура в России: теория и реальность. М.: Новый хронограф, 2014.
13. *Лысак И.В.* Проблема сохранения культурной идентичности в условиях глобализации // Гуманитарные и социально-экономические науки. 2010. № 4. С. 91–95.
14. *Микляева А.В., Румянцева П.В.* Социальная идентичность личности: содержание, структура, механизмы формирования. СПб.: РГПУ им. А.И. Герцена, 2008.
15. *Горшков М.К., Шереги Ф.Э.* Молодёжь России: социологический портрет. М.: ЦСПиМ, 2010.
16. *Тихонова Н.Е.* Социально-экономическое положение населения страны и его динамика // Российское общество и вызовы времени. Кн. 1 / Под ред. М.К. Горшкова, В.В. Петухова. М.: Весь мир, 2015.
17. *Тюрина И.О.* О бедных на рынке труда // Бедность и бедные в современной России / Под ред. М.К. Горшкова и Н.Е. Тихоновой. М.: Весь мир, 2014.
18. *Шереги Ф.Э.* Образование как социальный институт // Грани российского образования. М.: Центр социологических исследований, 2015. С. 14–39.
19. *Чередниченко Г.А.* Образовательные и профессиональные траектории российской молодёжи (на материалах социологических исследований). М.: ЦСПиМ, 2014.
20. Российский статистический ежегодник. М.: Росстат, 2015.
21. *Вилкова И.В.* К вопросу об определении сущности понятия “гражданская идентичность” // Гуманитарные научные исследования. 2012. Июнь. № 6. <http://human.snauka.ru> (дата обращения 20.06.2016).

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОЛЛАПСИРУЮЩИХ СВЕРХНОВЫХ ЗВЁЗД В РОССИИ

© 2017 г. В.С. Имшенник

*Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН,
Москва, Россия*

E-mail: imshennik@itep.ru

Поступила в редакцию 20.01.2017 г.

В статье рассказывается о развитии теоретических исследований коллапсирующих сверхновых звёзд в Институте прикладной математики им. М.В. Келдыша и Институте теоретической и экспериментальной физики им. А.И. Алиханова. Работы по этой тематике ведутся на протяжении без малого полвека, предваряя и следуя за важнейшим событием в истории астрофизики — наблюдением вспышки Сверхновой 1987А в Большом Магеллановом Облаке 23 февраля 1987 г.

Ключевые слова: сверхновые звёзды, история астрофизики.

DOI: 10.7868/S0869587317080059

В марте 1979 г. в Институте теоретической и экспериментальной физики им. А.И. Алиханова (ИТЭФ) по инициативе первого заместителя директора В.Г. Шевченко была организована новая теоретическая лаборатория под номером 230. В ней должны были проводиться теоретические исследования возможности создания грандиозной энергетической системы тяжелоионного термоядерного синтеза. Источник пучков тяжёлых ионов — уникальный ускорительно-накопительный комплекс — предполагалось разрабатывать в других лабораториях, возглавляемых докторами наук И.М. Капчинским и Д.Г. Кошкарёвым. Оба учёных имели к этому времени опыт создания протонного синхротрона ИТЭФ и участвовали в проекте серпуховского синхротрона Института физики высоких энергий АН СССР — установок сильноточного типа, рекордного в те времена. В лаборатории № 230 предполагалось работать над задачей выбора

оптимальных термоядерных мишеней, в которых пучки тяжёлых ионов инициировали бы реакции термоядерного синтеза. Тогда в нашей стране скорое создание энергетических станций с инерционным тяжелоионным синтезом (ИТИС) мало у кого вызывало сомнения.

Заведующим новой лабораторией был назначен автор этих строк, в то время доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник Института прикладной математики им. М.В. Келдыша АН СССР (ИПМ), а её ядро составили Д.К. Надёжин, В.П. Утробин и Ю.И. Морозов — тоже сотрудники ИПМ, М.М. Баско и С.И. Блинников — сотрудники Института космических исследований АН СССР, М.Д. Чуразов из Арзамаса-16 (ныне г. Саров). Все упомянутые члены лаборатории достигли к тому времени больших успехов в решении сходных задач, в том числе и для “неуправляемого” термоядерного синтеза (особенно в этом преуспел М.Д. Чуразов). В лабораторию также была включена большая группа специалистов по вычислительной математике, поскольку требовалось проводить довольно сложные расчёты мишеней ИТИС. Кроме того, с самого начала лаборатория работала в тесном сотрудничестве с коллективом ИПМ во главе с А.В. Забродины.

Ряд основных свойств термоядерных мишеней был выявлен уже на начальном этапе работ (около 1–3 лет). Мы установили, что мишень должна представлять собой аксиально-симметричную



ИМШЕННИК Владимир Сергеевич — член-корреспондент РАН, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник ИПМ им. М.В. Келдыша РАН.

многослойную конструкцию, состоящую, помимо самого термоядерного топлива из дейтерия и трития, из тяжёлых металлов (типа золота и урана). К 1984 г. не только были завершены основные термоядерные исследования, но и выпущен обширный отчёт, в котором доказывалась необходимость сооружения грандиозной установки с характерным размером для ускорительно-накопительного комплекса в несколько километров и огромной стоимости — около 10 млрд. долл.

К сожалению, наши исследования не содержали рекомендаций по созданию финансово оправданных промежуточных этапов моделирования ИТИС, но к подобному выводу пришли и исследователи в ФРГ, где предпринимались серьёзные усилия по разработке энергетической системы такого типа. Отмечу, что и сегодня ИТИС перспективен как проект мощной энергетической установки, который возможно будет реализовать в отдалённом будущем. Так, уже в начале XXI в. нами была показана возможность осуществления ИТИС с использованием сочетания ядерных процессов синтеза и деления. В мишени удаётся достичь критических условий в урановой оболочке, а также расчётно спроектировать подходящий ускоритель-драйвер [1]. Большую роль в получении этих результатов сыграл академик В.И. Субботин, член дружного коллектива авторов упомянутой работы.

Помимо решения задач, связанных с ИТИС, сотрудниками лаборатории № 230 продолжалась теоретическая разработка одной из важнейших проблем современной астрофизики — выяснения природы вспышек сверхновых звёзд (СН), самых мощных взрывов звёзд во Вселенной. Практически у всех сотрудников были и опыт проведения астрофизических исследований, и соответствующий научный задел. В частности, я и мой коллега Д.К. Надёжин занимались этой темой почти со студенческих лет и ко времени перехода в ИТЭФ имели полноценные научные работы, в том числе первую совместную статью “Газодинамическая модель вспышки сверхновой II типа” [2]. Эта статья положила начало теории кривых блеска коллапсирующих сверхновых, которая после своего уточнения и ряда дополнений стала успешно применяться для обработки наблюдательных данных от многих сотен сверхновых указанного типа. Тем не менее астрофизические исследования проводились в лаборатории ИТЭФ, так сказать, по остаточному принципу, что, впрочем, устраивало и руководство института, и его новых сотрудников, состав которых пополнялся с каждым годом.

Ситуацию радикально изменило наблюдение достаточно редкого явления. В ночь с 23 на 24 февраля 1987 г. И. Шелтон, молодой сотрудник астрономической станции Торонтского университета

в Лас-Кампанесе (Чили), зафиксировал в Большом Магеллановом Облаке (БМО — карликовая галактика, спутник нашей Галактики, видный в Южном полушарии Земли) вспышку сверхновой, получившей название СН 1987А. Это было первое за несколько столетий наблюдение подобного явления — после 1604 г., когда вспышку СН наблюдал сам И. Кеплер.

К моменту фиксации И. Шелтоном мощнейшего звёздного взрыва во Вселенной с энергвыделением 10^{51} эрг наблюдательная астрономия уже была вооружена детекторами электромагнитного спектра во всех диапазонах — от гамма- до радиоизлучения, а также нейтринными детекторами на подземных обсерваториях. Таких обсерваторий было четыре: Kamiokande II (К II) в Японии, IMB в США, Баксанский сцинтилляционный телескоп (БСТ) Института ядерных исследований АН СССР на Баксане и обсерватория под Монбланом (LSD), принадлежащая СССР и Италии. Тот факт, что два детектора из четырёх были отечественными, предопределил активное участие советских учёных в теоретической обработке данных всех последующих наблюдений СН 1987А. К этой работе подключились и сотрудники лаборатории № 230 — при поддержке руководства и всего коллектива ИТЭФ. По прошествии почти 30 лет можно констатировать, что нам удалось в полной мере использовать эту благоприятную ситуацию. Показательно, что наш совместный с Д.К. Надёжиным научный обзор под названием “Сверхновая 1987А в Большом Магеллановом Облаке: наблюдения и теория” [3] был опубликован первым среди всех обзоров такого типа, причём как в русскоязычной версии, так и в англоязычной [4] (переводчиком стал наш сотрудник М.М. Баско, на время прервавший свою основную работу над теорией ИТИС). Обзоры ведущих американских и европейских учёных хотя и увидели свет в том же 1989 г., что и переводная версия нашей работы, но произошло это всё-таки на несколько месяцев позже. Что касается английской версии, появившейся в виде отдельной книжки (156 с., 295 позиций библиографии), то и сегодня авторы с энтузиазмом вспоминают эту потребовавшую огромных усилий работу и по-прежнему благодарны академику Л.Б. Окуню за инициативу написания обзора и полезные критические и стимулирующие замечания.

В наших исследованиях СН 1987А большую роль сыграли более ранние работы. Речь, во-первых, идёт о статье [2] и предложенной в ней газодинамической модели вспышки сверхновых II типа. Отмечу, что реакция И.С. Шкловского на нашу газодинамическую модель была неоднозначной, хотя параметры предсверхновых СН II мы взяли из его собственной работы про О- и В-сверхгигантов. Он отверг нашу модель, в которой светимость

в максимуме кривой блеска уступала той, которая была зафиксирована при наблюдении СН II, по меньшей мере, на порядок величины. Прошло несколько лет, и вышла другая наша статья под скромным названием “К теории кривых блеска сверхновых звёзд” [5], в которой в качестве предсверхновых были взяты красные сверхгиганты (с радиусами около $10^3 R_\odot$). Было получено близкое совпадение модельных кривых блеска с наблюдавшимися, а используемая модель была тщательно проанализирована с учётом ионизации и рекомбинации водорода — основного элемента в веществе оболочек красных сверхгигантов (следствие — волна охлаждения и рекомбинации в оболочке сверхновой). Как показало время, именно эта работа наиболее полно выражала данные наблюдений по кривым блеска и энерговыделением центрального взрыва для СН II типа, за исключением некоторого числа так называемых аномальных СН II. СН 1987А оказалась именно аномальной СН II с кривой блеска, сходной с нашим первоначальным расчётом 1964 г., что и было показано в работе [6], успевшей выйти в свет в том же 1987 г.

Для выяснения механизма взрыва СН II громадное значение имело фундаментальное предположение о том, что его пусковым фактором является неустойчивость к гравитационному коллапсу в центральных областях достаточно массивных звёзд (с массами $M \geq 10 M_\odot$). Эта неустойчивость всегда должна возникать при уменьшении эффективного показателя адиабаты вещества γ (состоящего в нашем случае из элементов группы железа) ниже критического значения $\gamma = 4/3$. Данное предположение обсуждалось в трёх почти одновременно опубликованных статьях западных коллег [7–9] и в нашей статье [10]. В последней особенно тщательно были разработаны сложные вопросы о сопутствующем коллапсу нейтринном излучении, а также его депозиции во внешних слоях ядра звезды, подвергшегося гравитационному коллапсу. Но процесс депозиции, который как раз способствовал бы превращению коллапса во взрыв, оказался при дальнейшем рассмотрении недостаточным для наблюдаемого у СН II энерговыделения порядка 10^{51} эрг.

Теоретическое развитие данной проблемы продолжается до сих пор. Наш вклад в её разработку — это прежде всего теория нейтринной теплопроводности, впервые предложенная в работе [11] и позволившая выполнить всестороннее исследование вопроса, которое вошло в докторскую диссертацию Д.К. Надёжина, защищённую в 1984 г. В терминах нейтринной теплопроводности стало возможным учитывать в модельных расчётах произвольный химический состав коллапсирующих ядер звёзд. Основную роль при этом играли процессы депозиции электронных и мюонных нейтрино на свободных нуклонах. Подробные весьма сложные

расчёты позволили теоретически предсказать число нейтринных событий на подземных детекторах от вспышки СН 1987А, что подробно описано в [3].

Нейтринные события 24 февраля 1987 г. (каждое событие — одно-единственное нейтрино от СН 1987А) были зарегистрированы заметно раньше оптического открытия СН 1987А при помощи бинокля в Feb 24.23UT, которое состоялось в 5 час. 31 мин. по Всемирному времени. Подземная советско-итальянская обсерватория LSD зафиксировала пять близких событий примерно за 7 ч до оптического открытия, а три других нейтринных детектора стали регистрировать нейтрино от СН 1987А спустя 4,7 ч после LSD. Позднее астрофизики ИТЭФ пришли к выводу, что в качестве первого сигнала в LSD были “пойманы” электронные нейтрино, в качестве второго — электронные антинейтрино. Это было обусловлено устройством каждого детектора. В первом сигнале поглощались электронные нейтрино в массивных стальных конструкциях LSD, во втором — электронные антинейтрино в рабочем веществе остальных установок. По этим же причинам, когда Земли достигла первая порция нейтрино от СН 1987А, детекторы IMB и БСТ не зарегистрировали практически никаких событий, а К II — всего лишь пару событий. Поэтому подлинным открытием вспышки СН 1987А можно считать именно регистрацию первого сигнала нейтринного излучения в подземном детекторе LSD, информация о которой была опубликована немедленно и раньше всех последующих экстренных сообщений.

Несмотря на малую статистику нейтринных событий, сравнительно скоро было установлено весьма удовлетворительное совпадение полного числа зарегистрированных событий с теоретическими оценками на основе ранее разработанной теории нейтринного излучения (см., например, рисунки 24–27 в нашем обзоре [3]). Такое качественное совпадение удивляло прежде всего в силу того, что все четыре подземных детектора были построены всего за несколько лет до открытия СН 1987А, а также потому, что к этому времени была предложена достаточно полная теория нейтринного излучения для коллапсирующих сверхновых. Отметим: с регистрации нейтринного излучения (очень коротких импульсов) от СН 1987А началось становление новой науки — нейтринной астрофизики Вселенной. Без СН 1987А она до сих пор оставалась бы лишь солнечной нейтринной астрофизикой, исследующей солнечные нейтрино посредством подземных нейтринных детекторов.

Не менее значимой оказалась и другая наша теория, а именно, теория кривых блеска и спектров. После открытия СН 1987А она обогатилась новыми результатами, полученными путём создания

комплексов эффективных радиационно-газодинамических моделей в работах С.И. Блинникова (программа STELLA) и В.П. Утробина (программа CRAB). С помощью названных программ не только определялись болометрические кривые блеска, но и фотометрические характеристики, а в конце концов и контуры их спектральных линий, начиная с мощных бальмеровских линий водорода. В программах STELLA и CRAB для описания переноса энергии излучения не использовалось приближение лучистой теплопроводности, а численно решались уравнения переноса фотонов для определения локальных интенсивностей излучения с их угловой и спектральной зависимостями.

Очень скоро эти численные модели позволили выяснить важнейшую роль радиоактивного распада нуклида ^{56}Co — продукта распада исходного в составе коллапсирующего железного ядра нуклида ^{56}Ni . С высокой точностью была установлена полная масса, выброшенная взрывом в межзвёздное пространство — $M_{\text{Ni}} = 0,078 M_{\odot}$. Через 100 суток после открытия СН 1987А её кривая блеска уже определялась распадом радиоактивного нуклида кобальта. Роль радиоактивных нуклидов в качестве источников энергии для болометрических кривых блеска признавалась задолго до рассматриваемой вспышки СН II в БМО. Но только для теории кривых блеска СН 1987А идея о вкладе в болометрическую кривую блеска энерговыделения радиоактивной природы воплотилась в строгую количественную теорию. Даже сейчас поражает точность совпадения теории и наблюдений: погрешность составляла несколько процентов на протяжении многих месяцев. Эта особенность отличает и теорию структуры спектральных линий, и даже газодинамические модели с заметными нарушениями сферической симметрии взрыва в СН 1987А.

Завершая беглый обзор теории кривых блеска и спектральных характеристик СН 1987А, подчеркну, что в уникальной вспышке СН II нам точно известно, какова была взорвавшаяся сверхмассивная звезда. Это был голубой сверхгигант спектрального класса В3Ia, самая яркая и массивная звезда в составе физической группы из трёх звёзд, исчезнувшая после вспышки. Поэтому с особой осторожностью можно принять следующие допуски для массы и радиуса предсверхновой СН 1987А: $M = (10 \div 30) M_{\odot}$, $R = (30 \div 60) R_{\odot}$ [3]. Расстояние до СН 1987А практически совпадает с расстоянием БМО от Галактики: $D \simeq 50$ кпс. Последующее уточнение этих начальных данных достигается с помощью расчётов упомянутых газодинамических моделей, путём их наилучшего совпадения с наблюдениями. Следует подчеркнуть, что предсверхновая СН 1987А в самом деле оказалась компактной массивной звездой.

Спустя почти 30 лет после вспышки окрестность остатка Сверхновой 1987А по-прежнему привлекает внимание астрономов и продолжает тщательно изучаться. Особенно большую роль играет орбитальная лаборатория гамма-лучей “Интеграл”, благодаря которой недавно было открыто жёсткое рентгеновское излучение в двух линиях с энергиями 68 и 79 кэВ, уверенно отождествлённое с процессом последовательного радиоактивного распада нуклида ^{44}Ti в скандий, а затем в кальций. Таким образом, в остатке Сверхновой СН 1987А наблюдался долгоживущий изотоп титана. Измеренная интенсивность в этих линиях позволила С.А. Гребеневу и его коллегам [12] дать оценку первоначальной массы ^{44}Ti , которая составляет $(3,1 \pm 0,8) \times 10^{-4} M_{\odot}$ в остатке СН 1987А и хорошо согласуется с теоретическими оценками в теории нуклеосинтеза. Отмечу, что в [3] было указано на необходимость повышения чувствительности гамма-детекторов до величины 10^{-5} квант/см² · с в линии, чтобы её регистрировать, а в работе [12] в обеих линиях совокупно измерялся именно такой поток гамма-квантов — $(1,7 \pm 0,4) \times 10^{-5}$ квант/см² · с.

Строго говоря, несмотря на отмеченное хорошее совпадение по порядку величин с предсказаниями теории нейтринного излучения при гравитационном коллапсе железных ядер, описанные выше свойства нейтринных сигналов, полученных на подземных детекторах, оказались весьма неожиданными. Основным свойством зарегистрированных нейтринных сигналов, если не игнорировать такой сигнал у детектора LSD, было чёткое возникновение двух пиков нейтринного излучения, разделённых во времени на 4,7 ч — огромную величину по сравнению с длительностью в каждом пике по отдельности: ~20 с по сравнению с ~17000 с. Подобных сюрпризов не появлялось при сопоставлении зафиксированных кривых блеска и спектров с их теоретическими предсказаниями. Поэтому в последующие годы мы приступили к теоретическим исследованиям по истолкованию феномена “двух нейтринных сигналов у коллапсирующих сверхновых типа СН II”, тесно сотрудничая с Институтом ядерных исследований АН СССР, особенно с отделом О.Г. Ряжской — создателями детектора LSD и его преемника — детектора LVD (под вершиной итальянских Апеннин, Гран Сассо).

К этому времени наша астрофизическая группа в ИТЭФ серьёзно усилилась, главным образом благодаря молодым сотрудникам, окончившим обучение на базовой кафедре МФТИ в ИТЭФ (“Теоретическая астрофизика и проблема термоядерного синтеза”), образованной в июле 1997 г. (я руководил этой кафедрой в течение последующих 16 лет). Так, в состав лаборатории № 230 вошли К.В. Мануковский и А.В. Юдин, недавно её возглавивший. Кроме того, к лаборатории присоединился И.В. Панов, выполняющий фундаментальные работы по

теории ядерного нуклеосинтеза. В математическом моделировании астрофизических работ стали принимать участие Т.Л. Разинкова, И.Ю. Литвинова и С.В. Молодцов, ранее занимавшиеся в лаборатории № 230 теорией термоядерного синтеза.

Полная задача о развитии гравитационного коллапса ядра звезды и перехода (частичного) его во взрыв внешней оболочки звезды, в особенности с учётом неоднородных эффектов и магнитного поля, до сих пор является исключительно сложной. Ещё в 1984 г. Д.К. Надёжин показал в своей докторской диссертации невозможность сферически симметричного взрыва сверхновых с выделением энергии масштаба 10^{51} эрг — величины, надёжно наблюдаемой у всех таких звёзд. Теоретическая разработка этой проблемы весьма облегчается благодаря возможности разъединения полной задачи на две отдельные: внутреннюю (коллапс) и внешнюю (взрыв), что обусловлено огромной разницей в характерных временах и энерговыделениях этих процессов. Для внешней задачи сброса оболочки можно считать время выделения энергии (с величиной порядка 10^{51} эрг) мгновенным, а в качестве места выделения рассматривать центр звезды, пренебрегая самогравитацией в оболочке. Для решения внутренней задачи, наоборот, можно с приемлемой точностью пренебрегать присутствием почти всех внешних слоёв звезды за исключением её железного ядра.

Формальное разъединение полной задачи о взрыве коллапсирующих сверхновых было сформулировано мной и Д.К. Надёжиным ещё в 1983 г. [13]. С помощью такого подхода можно уточнить упомянутые выше, по существу, широкие допуски для массы и радиуса предсверхновой $M = (10 \div 30) M_{\odot}$, $R = (30 \div 60) R_{\odot}$. Эти уточнения были получены в газодинамических моделях внешней задачи, которые хорошо согласовывались с болометрическими кривыми блеска СН 1987А. В результате (см. рис. 17 в [3]) для периода продолжительностью 50—100 дней от начала вспышки верным был вывод В.П. Утробина о весьма удовлетворительном совпадении наблюдений с расчётными значениями газодинамических моделей, строго говоря, для соответствующих пар этих параметров: 1) $M = 16 M_{\odot}$, $R = 80 R_{\odot}$ и 2) $M = 25 M_{\odot}$, $R = 30 R_{\odot}$, при энерговыделении $\varepsilon = 3 \times 10^{51}$ эрг. Обязательным условием согласования было равенство (по порядку величины) времени распространения мощной ударной волны до поверхности модели с промежутком времени между нейтринным импульсом в 7 ч 36 мин и моментом первой оптической регистрации СН 1987А, который составлял 10 ч 40 мин. Это означало, что нейтринный импульс рассматривался как проявление внутреннего взрыва в железном ядре СН 1987А.

Газодинамические модели необходимо было усложнять, во-первых, вводя параметры процессов ионизации и рекомбинации водорода и других ионов вещества (прежде всего гелия), во-вторых, включая в уравнения модели сложные эффекты лучистой теплопроводности. Благодаря эффекту газодинамической кумуляции ударной волны (автомодельное решение Г.М. Гандельмана и Д.А. Франк-Каменецкого) по мере приближения к поверхности звезды роль процессов переноса лучистой энергии в ней возрастала. При этом становилась существенной структура самого фронта расходящейся ударной волны, в которой доминирующим фактором уже было излучение. Именно этой структурой обусловлены характеристики излучения в окружающем звезду пространстве для первичного импульса с мягкой рентгеновской и жёсткой ультрафиолетовой областями спектра (в интервале времени в несколько десятков секунд) при выходе фронта ударной волны на поверхность СН 1987А (подробнее см. [14]). Такой импульс со скачком до видимой звёздной величины $5^m - 6^m$ не был замечен, да и соответствующих телескопов в то время не существовало. В сложную теорию первоначального оптического проявления СН 1987А очень важный вклад внёс Ю.И. Морозов. В нашей совместной монографии представлен физико-математический аппарат истолкования подобных описанному выше феноменов начала (теоретического) вспышки СН 1987А [15].

Что касается внутренней задачи, то попытки развивать теорию неизвестного нам механизма взрыва, точнее, перехода от первоначального коллапса ядра звезды (предсверхновой) со сравнительно большой массой ($M \geq 10 M_{\odot}$) во взрыв её оболочки (с одновременным порождением нейтронной звезды или чёрной дыры), приходилось ограничивать рамками одномерной сферически симметричной модели. Результаты были отрицательными: если взрыв оболочки получался, то его энергия уступала на несколько порядков хорошо известной из наблюдений величине — около 10^{51} эрг. В работах [16, 17] при участии И.Ю. Литвиновой и С.В. Молодцова вывод о неадекватности одномерных сферически симметричных моделей для внутренней задачи о коллапсе железного ядра предсверхновой СН 1987А был подкреплён. Сегодня существует целое направление неоднородных исследований возможного механизма взрыва в виде газодинамических моделей нестационарной конвекции под воздействием нейтринной депозиции, тоже неоднородного характера. Но мне представляется, что если на этом направлении и удастся в конце концов получить результаты, согласующиеся с наблюдаемым энерговыделением взрыва, то будет очень трудно обосновать физико-математическую постановку задачи для совместного решения

трёхмерных уравнений переноса нейтринного излучения и трёхмерных уравнений газодинамики мелкомасштабной турбулентной конвекции. В работах [16, 17] мы попытались связать эти модели с наблюдаемыми гамма-всплесками, поскольку в них могли выбрасываться путём конвекции сгустки вещества из нейтринной короны, состоящие из свободных нуклонов, но и такая трактовка пока не имеет достаточных оснований.

Таким образом, возможности одномерной теории внутренней задачи гравитационного коллапса можно считать практически исчерпанными. Если же исключить модели трёхмерной конвекции с нейтринным переносом, то наиболее реалистичным механизмом взрыва является ротационный. Прежде всего совершенно естественно было предполагать весьма интенсивное вращение у предсверхновой СН 1987А согласно теории происхождения и эволюции звёзд. Первоначальный анализ ротационных эффектов при коллапсе представлен ещё в нашей пионерской работе [10] и в более поздней [18], где фактор интенсивного вращения предсверхновой звезды учитывался в одномерной сферически симметричной модели путём усреднения центробежной силы по телесному углу — метод, ранее применявшийся для гидростатически равновесных звёзд. При этом начальный закон вращения ядра звезды полагался твердотельным, будучи следствием развития конвективной неустойчивости, возникающей у массивных звёзд согласно теории звёздной эволюции и включающей их поздние стадии накануне коллапса. В исходном выражении центробежной силы для любых моментов времени использовался закон сохранения локального момента вращения, а затем проводилось его усреднение по полярному углу. Во всех остальных отношениях такие расчёты гидродинамики коллапса ничем не отличались от расчётов в случае отсутствия вращения, систематически выполненных в работах Д.К. Надёжина. Расчёты, однако, не обнаружили значительной роли эффектов вращения, а применительно к СН 1987А, наоборот, показали их отрицательную роль, поскольку кривая нейтринной светимости оказалась неприемлемо ниже нейтринных кривых блеска для невращающегося железного ядра, полученных в приближении нейтринной теплопроводности [13].

Следующим этапом в развитии неодномерной теории взрыва с учётом вращения была наша совместная с Д.К. Надёжиным работа [19], в которой уточнялись и всесторонне обсуждались результаты расчётов коллапса ядер массивных звёзд с учётом их достаточно быстрого начального твердотельного вращения. Мы по-прежнему использовали усреднения центробежной силы, предложенные в [18], и отчаянно пытались качественно сформулировать гипотезу двухстадийного развития

коллапса, объясняющую взрыв СН 1987А. Для этого было необходимо “избавиться” от значительной доли начального углового момента и связанной с ним энергии вращения. В качестве возможного был предложен магнитно-ротационный механизм Г.С. Бисноватого-Когана [20]. Аргументы, связанные с данными наблюдений СН 1987А, можно было дополнить теоретическим доводом. Полученные с использованием усреднения центробежной силы по углу гидростатически равновесные конфигурации были динамически неустойчивыми для перехода из осесимметричных в трёхосные фигуры. Конечные гидростатически равновесные конфигурации имели слишком большое отношение энергии вращения к гравитационной энергии (по модулю), равное $E_{\text{rot}}/|E_g| = 5,9 \times 10^{52} / 1,2 \times 10^{53} = 0,42$, тогда как для критического значения этой величины [21] было получено $\tau \simeq 0,27$.

В качестве возможного сценария взрыва коллапсирующих сверхновых я осмелился выдвинуть предположение о фрагментации исходного “вращающегося коллапсара” в двойную систему нейтронных звёзд в результате развала коллапсара на куски (в простейшем случае на два куски) неодинаковой массы и с пренебрежимо малыми моментами вращения вокруг собственных осей [22]. Процесс развала происходил при условии сохранения полной массы системы и перехода момента вращения коллапсара в орбитальный момент вращения порождённой двойной системы нейтронных звёзд. Принимая упрощающее предположение о круговых орбитах гипотетической двойной системы нейтронных звёзд, получаем возможность найти все параметры этих орбит, то есть однозначно выразить радиус орбиты a и скорость вращения v по ней для приведённой массы $M' = M_1 M_2 / (M_1 + M_2)$ (причём $M_1 + M_2 = M_0$, где M_0 — полная масса коллапсара, M_1 и M_2 — массы кусков, и $M_1 < M_2$).

Определение значений M_1 и M_2 требует решения сложной принципиально трёхмерной гидродинамической задачи о развале вращающегося коллапсара на куски с учётом недостаточно хорошо известного и существенно неидеального уравнения состояния вещества с плотностью порядка ядерной и более ($\sim 10^{14}$ г/см³) и огромными температурами ($\sim 10^{11}$ К). В случае СН 1987А значения M_1 и M_2 устанавливаются, исходя из зафиксированного интервала времени между нейтринными сигналами (4,7 ч). Решение оказывается чрезвычайно простым, поскольку всю эволюцию двойной системы нейтронных звёзд с круговой орбитой описывает аналитическое решение. В нашей совместной работе с О.Г. Ряжской [23] масса маломассивного компонента получилась равной $M_1 = 0,37 M_\odot$, а масса второго компонента, следовательно, — $M_2 = 1,43 M_\odot$, при суммарной массе коллапсара $M_1 + M_2 = 1,8 M_\odot$. Ещё один фактор, который необходимо принимать

в расчёт при описании эволюции двойной системы нейтронных звёзд, — необычайно эффективный механизм потери энергии и момента вращения из-за интенсивного излучения гравитационных волн, косвенно наблюдаемого у существующих двойных систем нейтронных звёзд [24], а теперь и непосредственно зарегистрированного от слияния двух массивных чёрных дыр [25]. Таким образом, эволюция тесной двойной системы нейтронных звёзд завершается заполнением маломассивным компонентом своей полости Роша. Аргумент в пользу возможности образования двойной системы нейтронных звёзд в результате коллапса быстро вращающегося железного ядра — довольно широкая распространённость двойных систем звёзд, возникновение которых тоже происходит путём коллапса, только газово-пылевых облаков. Поскольку двойные звёзды составляют около половины всех молодых звёзд, а кратные системы (от трёх звёзд и более) встречаются значительно реже [26], мы также ограничиваемся в нашем сценарии именно двойными системами нейтронных звёзд.

За прошедшие 20 лет в нашей астрофизической группе был осуществлён большой комплекс работ по всестороннему анализу ротационного механизма взрыва коллапсирующих сверхновых. Кроме меня и Д.К. Надёжина над ними активно и плодотворно трудились молодые сотрудники К.В. Мануковский, Д.В. Попов, А.Г. Аксёнов, В.О. Молоканов. Мы с Д.В. Поповым исследовали эволюцию двойной системы нейтронных звёзд и, во-первых, показали возможность пренебрегать начальным эксцентриситетом их орбит [27], а во-вторых, численно проследили эволюцию двойных систем до и после момента заполнения маломассивным компонентом двойной системы её полости Роша, при котором начинается стремительная потеря массы, перетекающей на более массивный компонент [28, 29]. Односторонняя потеря массы у маломассивной нейтронной звезды является известным следствием обратной зависимости массы от радиуса для вырожденного уравнения состояния вещества, причём не только у нейтронных звёзд, но и у белых карликов. Именно она открывает теоретическую возможность мощного взрыва нейтронной звезды по достижении ею хорошо обоснованной для нейтронных звёзд критической массы $\sim 0,1 M_{\odot}$. Взрывной характер этого процесса был установлен в ранних работах с участием С.И. Блинникова и при идейном содействии И.Д. Новикова и его научной группы [30]. Существенно, что этот взрыв имеет в численной модели упомянутую выше характерную энергию 4,8 МэВ/нуклон, то есть как раз около 10^{51} эрг для его полного энерговыделения. Обработка наблюдений нескольких сотен коллапсирующих сверхновых II типа даёт

значение их полного энерговыделения, поразительно близкое к указанному (согласно решению внешней задачи). Стоит подчеркнуть, что загадка поразительной неизменности энерговыделения взрывов коллапсирующих сверхновых в предложенном ротационном механизме получает теоретическое истолкование как взрывное разрушение нейтронной звезды с минимальной массой около $0,1 M_{\odot}$ [31].

Последующие развитие и уточнение выдвинутой гипотезы [32] привели к появлению термина “вращающийся коллапсар” [23] и интерпретации первого нейтринного сигнала от SN 1987A, которая связывает его с первоначальным коллапсом железного ядра. Это позволило, во-первых, приписать все пять событий, зарегистрированных LSD, не антинейтрину, а нейтрину, которые провзаимодействовали с ядрами железа в конструкции детектора, а не с водородом сцинтиллятора, во-вторых, сделать вывод, что данный сигнал не сопровождался выделением энергии взрыва 10^{51} эрг. Таким образом, предложенный сценарий допускает не только возможность двух нейтринных сигналов, но и их последовательность, обнаруженную в наблюдениях и обусловленную тем, что первому сигналу не сопутствовал взрыв.

Веское обоснование предложенного механизма взрыва, объясняющего выделение энергии порядка 10^{51} эрг, представлено в моей совместной с К.В. Мануковским работе [33]. Согласно ротационному сценарию, возникшая на первом этапе двойная система эволюционировала в течение 4,7 ч за счёт необычайно мощных потерь энергии, идущей на гравитационное излучение. В результате маломассивная нейтронная звезда с массой M_1 (начальное значение при образовании двойной системы) заполнила свою полость Роша и за несколько секунд потеряла избыток массы, достигнув критического теоретического значения $0,1 M_{\odot}$. Начальной точкой расчёта взрыва маломассивной звезды стало её положение на орбите (со скоростью 18 000 км/с) в двойной системе с более массивным компонентом (с массой $M_1 + M_2 = 0,1 M_{\odot} = 1,8 M_{\odot}$ — суммарная масса коллапсара несущественно отличалась от указанной в [23], составляя $M_1 + M_2 = 1,9 M_{\odot}$).

Обозначенные начальные условия делали задачу о последующем взрыве трёхмерной для адекватных уравнений, которые описывали взрыв маломассивной нейтронной звезды на орбите с известным мгновенным энерговыделением в 4,8 МэВ/нуклон, учитывающим действие её собственного гравитационного поля (см. выше). В этих трёхмерных расчётах методом макрочастиц учитывалось только гравитационное поле движущегося по орбите намного более массивного компонента двойной

системы. Эта очень сложная задача была практически точно решена. Вся совокупность макрочастиц, описывающих динамику остатка взрыва, разделилась на две группы — гиперболических и эллиптических частиц (в близком соотношении по массе). Полученная в расчётах полная энергия гиперболических частиц (по своему смыслу — энергия взрыва) была несколько меньше наблюдаемых энергий взрыва около 10^{51} эрг — $0,7 \cdot 10^{51}$ эрг [34]. Что касается эллиптических частиц, то они образовывали облако вокруг массивного компонента — будущего молодого пульсара, движущегося прямолинейно со скоростью около 700 км/с. Нам удивительно повезло, что у сформулированной задачи (в упрощённой постановке — с неподвижным массивным компонентом и асимптотически малым соотношением масс) имелось трёхмерное аналитическое решение, согласно “Механике” Л.Д. Ландау и Е.М. Лившица [35, с. 55].

Подробное изложение и строгое обоснование описанного сценария дано в моей обзорной статье [36], заключительная часть которой посвящена изложению результатов особо выделенной выше задачи о взрыве на орбите маломассивной нейтронной звезды с критической массой. Отмечу, что сегодня имеются веские основания надеяться на соответствие предложенного сценария реальному механизму взрыва коллапсирующих сверхновых во Вселенной. Речь идёт о ключевом параметре в нашем ротационном механизме — начальном моменте вращения железного ядра предсверхновой звезды. Твердотельное вращение с полным моментом, вычисленным из равенства экваториальной скорости вращения и первой космической скорости, оказалось весьма близким к результатам эволюционных, учитывающих параметры вращения, численных расчётов для массивных звёзд вплоть до стадии предсверхновой [37]. При этом полный угловой момент вращения двойной системы нейтронных звёзд в нашем сценарии сократился за 4,7 ч её существования примерно в 3 раза, но и за миллионы лет эволюции массивной звезды он также уменьшился всего в несколько раз (согласно [37]). Схожесть характера эволюции полного углового момента при колоссальной разнице в масштабах времени для этих двух этапов делает особо значимой историю развития теории, которая призвана описать и объяснить последний кратковременный этап превращения железного ядра предсверхновой звезды в молодой пульсар одновременно с самым мощным взрывом в мире звёзд.

Выражаю глубокую благодарность К.В. Мануковскому за решающий вклад в подготовку статьи, А.В. Юдину за идею её написания, В.Т. Жукову — за поддержку в работе над статьёй и помощь в её оформлении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев Н.Н., Баско М.М., Забродина Е.А. и др. Разработка энергетической установки синтеза и деления на основе микромишеней прямого действия и мощного тяжелоионного драйвера // Атомная энергия. 2004. № 3. С. 200–209.
2. Имшенник В.С., Надёжин Д.К. Газодинамическая модель вспышки сверхновой II типа // Астрономический журнал. 1964. Т. 41. С. 829–842.
3. Имшенник В.С., Надёжин Д.К. Сверхновая 1987А в Большом Магеллановом Облаке: наблюдения и теория // УФН. 1988. Т. 156. С. 561–651.
4. Imshennik V.S., Nadyozhin D.K. Supernova 1987A in the Large Magellanic Cloud: observations and theory // Astroph. and Space Phys. Rev. 1989. № 8. P. 1–156.
5. Грасберг Э.К., Имшенник В.С., Надёжин Д.К. К теории кривых блеска сверхновых // Astrophysics and Space Science. 1971. № 1. P. 3–27.
6. Грасберг Э.К., Имшенник В.С., Надёжин Д.К., Утробин В.П. Гидродинамические модели сверхновой 1987А в Большом Магеллановом Облаке // Письма в Астрономический журнал. 1987. Т. 13. С. 547–554.
7. Colgate S.A., White R.H. The Hydrodynamic Behavior of Supernovae Explosions // Astroph. J. 1966. Т. 143. P. 626–681.
8. Arnett W.D. Gravitational collapse and weak interactions // Canadian J. Phys. 1966. № 3. P. 2553–2594.
9. Arnett W.D. Mass dependence in gravitational collapse of stellar cores // Canadian J. Phys. 1967. № 3. P. 1621–1641.
10. Иванова Л.Н., Имшенник В.С., Надёжин Д.К. Исследование динамики взрыва сверхновой // Научные информации Астрономического совета Академии наук СССР. 1969. Т. 13. С. 3–96.
11. Имшенник В.С., Надёжин Д.К. Нейтринная теплопроводность в коллапсирующих звёздах // ЖЭТФ. 1972. Т. 63. С. 1548–1562.
12. Grebenev S.A., Lutovinov A.A., Tsygankov S.S., Winkler C. Hard X-ray emission lines from the decay of ^{44}Ti in the remnant of Supernova 1987A // Nature. 2012. V. 490. P. 373–375.
13. Imshennik V.S., Nadyozhin D.K. The terminal phases of stellar evolution and the supernova phenomenon // Astrophysics and Space Physics Reviews. 1983. V. 2. P. 76–161.
14. Имшенник В.С., Надёжин Д.К. Выход ударной волны на поверхность компактной предсверхновой и СН 1987А в Большом Магеллановом Облаке // Письма в Астрономический журнал. 1988. Т. 14. С. 1059–1066.

15. Имшенник В.С., Морозов Ю.И. Радиационная релятивистская газодинамика высокотемпературных явлений. М.: Атомиздат, 1981.
16. Имшенник В.С. Нейтринная корона протонейтронной звезды в процессе коллапса: физическая постановка задачи // Ядерная физика. 2002. Т. 65. С. 2138–2152.
17. Имшенник В.С., Литвинова И.Ю. Нейтринная корона протонейтронной звезды и анализ её конвективной неустойчивости // Ядерная физика. 2006. Т. 69. С. 660–682.
18. Имшенник В.С., Надёжин Д.К. Гравитационный коллапс вращающихся железно-кислородных звёзд // Письма в Астрономический журнал. 1977. № 8. С. 353–358.
19. Имшенник В.С., Надёжин Д.К. Сверхновая 1987А и образование вращающихся нейтронных звёзд // Письма в Астрономический журнал. 1992. Т. 18. С. 195–217.
20. Бисноватый-Коган Г.С. Взрыв вращающейся звезды как механизм сверхновой // Астрономический журнал. 1970. Т. 47. С. 813–823.
21. Tassoul J.L. Theory of rotating stars. Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 1978.
22. Имшенник В.С. Возможный сценарий взрыва сверхновой как результат гравитационного коллапса // Письма в Астрономический журнал. 1992. Т. 18. С. 489–505.
23. Имшенник В.С., Рязжская О.Г. Вращающийся коллапсар и возможная интерпретация нейтринного сигнала LSD от SN1987А // Письма в Астрономический журнал. 2004. Т. 30. С. 17–37.
24. Weisberg J.M., Taylor J.H., Fowler L.A. Gravitational waves from an orbiting pulsar // Scientific American. 1981. V. 245. P. 74–82.
25. Abbott B.P., Abbott R., Abbott T.D. et al. Observation of Gravitational Waves from a Binary Black Hole Merger // Physical Review Letters. 2016. V. 116. № 6. 061102.
26. Куликовский П.Г. Двойные звёзды // Физика космоса. Маленькая энциклопедия / Гл. ред. Р.А. Сюняев. М.: Советская энциклопедия, 1986. С. 238–241.
27. Имшенник В.С., Попов Д.В. Эволюция эксцентричных орбит двойных систем нейтронных звёзд, излучающих гравитационные волны // Письма в Астрономический журнал. 1994. Т. 20. С. 620–631.
28. Имшенник В.С., Попов Д.В. Аналитическая модель эволюции тесной двойной системы нейтронных (вырожденных) звёзд // Письма в Астрономический журнал. 1998. Т. 24. С. 252–268.
29. Имшенник В.С., Попов Д.В. Аналитические формулы для скорости обмена массами и эволюция тесной двойной системы нейтронных (вырожденных) звёзд // Письма в Астрономический журнал. 2002. Т. 28. С. 529–541.
30. Блинников С.И., Имшенник В.С., Надёжин Д.К. и др. Взрыв нейтронной звезды малой массы // Астрономический журнал. 1990. Т. 67. С. 1181–1195.
31. Аксёнов А.Г., Блинников С.И., Имшенник В.С. Быстро вращающиеся холодные нейтронные звёзды // Астрономический журнал. 1995. Т. 72. С. 717–733.
32. Imshennik V.S. Explosion Mechanism in Supernovae Collapse // Space Sci. Rev. 1995. V. 74. P. 325–335.
33. Имшенник В.С., Мануковский К.В. Динамика трёхмерного взрыва нейтронной звезды критической массы (в двойной системе) // Письма в Астрономический журнал. 2007. Т. 33. С. 528–541.
34. Мануковский К.В. Модель взрыва нейтронной звезды критической массы в двойной системе // Письма в Астрономический журнал. 2010. Т. 36. С. 203–215.
35. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Механика. М.: Наука, 1988.
36. Имшенник В.С. Ротационный механизм взрыва коллапсирующих сверхновых и двухстадийный нейтринный сигнал от сверхновой 1987А в Большом Магеллановом Облаке // УФН. 2010. Т. 180. С. 1121–1134.
37. Heger A., Langer N., Woosley S.E. Presupernova Evolution of Rotating Massive Stars. I. Numerical Method and Evolution of the Internal Stellar Structure // Astroph. J. 2000. V. 528. P. 368–396.

ТОЧКА
ЗРЕНИЯ

ОСОБЕННОСТИ ГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫМ РАЗВИТИЕМ РОССИИ

© 2017 г. Б.Л. Лавровский^{a, b}, Е.А. Горюшкина^{a, c}

^aИнститут экономики и организации промышленного производства СО РАН, Новосибирск, Россия

^bНовосибирский государственный технический университет, Новосибирск, Россия

^cНовосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия

e-mail: boris.lavrovski@gmail.com; e.goryushkina@mail.ru

Поступила в редакцию 07.03.2017 г.

В последние годы на высоком государственном уровне пристальное внимание уделяется пространственным аспектам экономического и социального развития страны. В то же время содержательное определение фундаментальной категории “пространственное (или региональное) развитие” в литературе и программных документах не раскрыто. В статье показано, что конфигурация экономического пространства Российской Федерации весьма консервативна, и это обстоятельство многое объясняет при оценке результатов сбалансированного развития, выравнивания индикаторов, являющихся предметом политики. Утверждается, что новации последнего времени, при всём позитивном их значении, не в состоянии искоренить методологические пороки существующих подходов к управлению пространственным развитием. С учётом разработок российских учёных, законодательных инициатив сформулированы предложения, реализация которых, по мнению авторов статьи, будет способствовать решению застарелых проблем.

Ключевые слова: пространственное развитие, межбюджетные отношения, бюджетная обеспеченность регионов.

DOI: 10.7868/S0869587317080060

В последнее время всё большее значение придается пространственным аспектам экономического и социального развития страны. В сентябре 2016 г.



ЛАВРОВСКИЙ Борис Леонидович — доктор экономических наук, ведущий научный сотрудник ИЭОПП СО РАН, профессор НГТУ. ГОРЮШКИНА Екатерина Алексеевна — кандидат экономических наук, научный сотрудник ИЭОПП СО РАН, доцент НГУ.

под председательством Президента РФ В.В. Путина прошло заседание Совета безопасности РФ, где обсуждались вопросы совершенствования государственной региональной политики¹. Правительственная комиссия по территориальному планированию преобразована в Правительственную комиссию по региональному развитию [2]. По данным СМИ, Минэкономразвития России разрабатывает концепцию Стратегии пространственного развития страны до 2030 г. [3]. В январе 2017 г. вышел указ Президента РФ “Об утверждении Основ государственной политики регионального развития Российской Федерации на период до 2025 года” [4]. Рассмотрение будущего межбюджетных отношений с участием высоких государственных чиновников стало главной содержательной темой первого дня XVI Международного инвестиционного форума

¹ По данным секретаря Совета безопасности РФ Н.П. Патрушева, “последний раз вопросы региональной политики рассматривались Советом безопасности в 1996 г.” [1].

“Сочи-2017”. Такое внимание к вопросам пространственного развития объясняется накопившимися проблемами в сфере региональной политики и поиском новых решений по их преодолению. Это обстоятельство не скрывается: “Проблем в региональной политике достаточно много и с точки зрения экономики, и с точки зрения качества жизни” [1]. Попытаемся рассмотреть хотя бы некоторые из них.

Правовая и институциональная неопределённость.

Десятилетие назад, и с тех пор мало что изменилось, Совет Федерации указывал на общеправовую проблему, сдерживающую развитие нормативной базы региональной политики России, — неразвитость понятийного аппарата, отсутствие легитимных определений многих важнейших понятий [5]. Между тем, как ни парадоксально, сколько-нибудь содержательного определения фундаментальной категории “пространственное (или региональное) развитие” в литературе фактически не существует. И не только в литературе.

Авторы упомянутой выше концепции подразумевают под *пространственным развитием* прогрессивные изменения в территориальной организации страны, являющиеся результатом деятельности государства по совершенствованию расселения жителей и размещения на территории объектов инфраструктуры. Этот лексикон едва ли не буквально повторяет, видимо, правильные для своего времени советские концепты “рационального размещения производительных сил” и “формирования единой системы расселения”, и, как отмечают специалисты, перепевы далеко не случайны [6]. Надо признать: со стародавней, абсолютно не отвечающей рыночной среде методологией едва ли можно построить современную научно обоснованную политику регионального развития. Разработчики “Основ...” также ушли от сколько-нибудь ясного её определения². Тем самым уже на самых ранних стадиях формирования и реализации государственной политики пространственного развития закладываются потенциальные теоретические и практические коллизии. Более того, само содержание этой политики, её институциональная окраска не вполне очевидны, что прекрасно иллюстрируется поучительной судьбой министерства, призванного заниматься проблемами регионов: государство перманентно находится в затруднительном положении относительно предмета его деятельности. Об этом свидетельствуют многочисленные переименования

“профильного” министерства (пять раз с марта 1996 г. по май 2000 г.), его роспуск в октябре 2001 г. и, наконец, упразднение в сентябре 2014 г. [7].

Учитывая эти обстоятельства, не будет большим преувеличением сказать об определённом теоретико-методологическом и институциональном вакууме.

Эволюция взглядов на региональную политику.

В середине и к концу 1990-х годов региональный аспект развития по понятным причинам концентрировался преимущественно вокруг проблематики межбюджетных отношений. В 1998 г. была принята Концепция реформирования межбюджетных отношений [8], а в 2001 г. — Программа развития бюджетного федерализма в Российской Федерации на период до 2005 г., целью которой ставились формирование и развитие системы бюджетного устройства, позволяющей органам власти субъектов и местного самоуправления проводить в известной степени самостоятельную налогово-бюджетную политику [9]. Эти задачи не потеряли актуальности и в последующие годы. Надо отметить, что научные дискуссии и политические заявления концентрировались в основном вокруг уже сформулированных тезисов и идей, причём некоторые фундаментальные, но “неудобные” в рамках концепции вертикали власти принципы при разработке официальных доктрин оказались забыты. Это относится прежде всего к идеологии бюджетного федерализма. После долгого перерыва о необходимости опираться на бюджетный федерализм при построении налоговой и финансово-бюджетной политики напомнила председатель Совета Федерации В.И. Матвиенко [10].

В современных политических и правительственных программных документах региональная проблематика формулируется, как правило, в крайне скупых и весьма общих выражениях. Например, в Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 г., принятой в 2008 г., есть подраздел “Сбалансированное пространственное развитие”. Он состоит из 42 слов. Основные его положения сводятся к следующему: должны сформироваться новые территориальные центры роста, снизиться масштабы регионального неравенства, нужно создать развитую транспортную сеть [11].

В Федеральном законе от 28.06.2014 № 172-ФЗ “О стратегическом планировании в Российской Федерации” сказано, что Правительство РФ разрабатывает основы государственной политики регионального развития, являющиеся основой (так в тексте. — *Авт.*) для определения приоритетов регионального развития Российской Федерации [12]. Содержание Стратегии пространственного развития (ей посвящена ст. 20 закона), судя по этому

² В этом документе содержится следующая формулировка: “Государственная политика регионального развития — система приоритетов, целей, задач, мер и действий федеральных органов государственной власти по политическому и социально-экономическому развитию субъектов Российской Федерации и муниципальных образований” [4].

документу, целиком определяется Правительством РФ.

В мае 2015 г. приняты “Основные направления деятельности Правительства Российской Федерации на период до 2018 г.” Положения раздела “Сбалансированное региональное развитие” включают самые разнообразные сюжеты: разработка стратегии пространственного развития, взаимосвязь документов стратегического, территориального и бюджетного планирования, развитие городских агломераций и высокоурбанизированных территорий, децентрализация налогов, устойчивость региональных и местных бюджетов [13].

Практический аспект региональной политики последних лет представлен двумя подходами. Один из них характеризуется точечными (адресными) решениями с акцентом на территории опережающего развития, особые экономические зоны, а также регионы, которые, по мнению Центра, нуждаются в особом внимании и контроле. В ряде документов федерального уровня к приоритетным задачам отнесено развитие Дальнего Востока и Забайкалья, Северного Кавказа, Крыма, Калининградской области, Арктической зоны России. Созданы два территориальных министерства — по развитию Дальнего Востока (в мае 2012 г.) и по делам Северного Кавказа (в мае 2014 г.), но о результатах этого направления региональной политики говорить ещё рано. Другой подход — системный, предполагающий, что решения касаются всей территории страны. Рассмотрим его подробнее.

Конфигурация российского экономического пространства. Политика государства, касающаяся пространственного развития, не может не содержать в качестве важнейшего приоритета задачу выравнивания экономических и социальных показателей. Но одна и та же интегральная оценка региональной дифференциации может иметь разную природу. Одно дело, когда в “шеренге регионов” каждый последующий заметно отличается от предыдущего, и совсем другое, когда в большом ряду примерно равных по экономической мощи или экономической продуктивности регионов соседствуют несколько аномально сильных или слабых. Как будет видно из дальнейших расчётов, именно эти “несколько” и определяют особенности конфигурации российского экономического пространства.

Приведём результаты исчисления дифференциации душевого валового регионального продукта (ВРП) по 79 регионам Российской Федерации с 2000 по 2014 г.³ На рисунке 1 представлена дина-

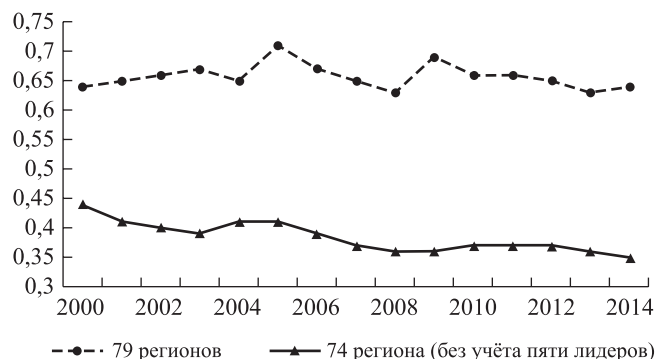


Рис. 1. Значение коэффициента вариации душевого ВРП (в текущих ценах), доли единицы

мика коэффициента вариации по всему, а также “основному” экономическому пространству, куда не включаются несколько лидирующих регионов страны (Москва, Тюменская область с автономными округами, Якутия, Сахалинская область, Чукотка), среднелучевой ВРП которых в связи с уникальными условиями существенно отличается от средней оценки. Обращают на себя внимание следующие обстоятельства:

- уровень вариации показателей по всем 79 регионам заметно выше соответствующего показателя по основному пространству;
- значение дифференциации для всего пространства остаётся практически постоянным, для основного — понижается в тенденции;
- тренд к снижению дифференциации показателей душевых ВРП применительно к основному пространству наблюдается исключительно на стадии экономического роста в 2000–2008 гг.

Итак, высокий и устойчивый уровень дифференциации душевых ВРП в России обусловлен главным образом отрывом от основной массы ряда региональных лидеров с их особыми конкурентными преимуществами. Преимущественный рост показателей продуктивности у регионов-аутсайдеров, если в слабой форме и наблюдается, то только на стадии заметного экономического роста.

Конфигурация экономического пространства РФ выглядит весьма консервативной, застывшей, не поддающейся заметным изменениям. Это обстоятельство многое объясняет при оценке результатов выравнивания индикаторов, прежде всего показателей бюджетной обеспеченности регионов, являющихся предметом политики.

Опыт выравнивания бюджетной обеспеченности регионов. В течение всего постсоветского периода практическая политика пространственного развития как система сводилась к выравниванию показателя бюджетной обеспеченности регионов. Различают два её вида: до и после распределения

³ Исследованием охвачен весь ВРП РФ за счёт того, что, например, в Тюменскую область включены Ямало-Ненецкий и Ханты-Мансийский АО. Используются данные Росстата [14].

Таблица 1. Распределение базовой бюджетной обеспеченности регионов-аутсайдеров

Характеристика	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Число регионов с бюджетной обеспеченностью по отношению к РФ не более							
0,25	6	5	6	6	4	6	3
0,5	24	21	27	29	18	18	15
1	69	69	69	69	68	70	71
Средняя обеспеченность регионов-аутсайдеров	0,649	0,668	0,641	0,629	0,708	0,699	0,698
Общее количество регионов	81	80	80	80	82	85	85

Источник: данные Министерства финансов РФ [15], расчёты авторов.

федеральной поддержки (дотаций на выравнивание, трансфертов). Бюджетную обеспеченность за счёт собственных доходов до распределения трансфертов будем называть базовой, после распределения трансфертов – итоговой.

Охарактеризуем распределение регионов в соответствии с базовой бюджетной обеспеченностью в 2016 г. относительно среднего показателя по России (принят за 1). Более высокой обеспеченностью, чем в среднем по стране, характеризуются 14 субъектов, остальные 71 (аутсайдеры) – более низкой (менее 1). У пяти субъектов Федерации искомый показатель заметно больше среднего: Ханты-Мансийский автономный округ – 1,704, Санкт-Петербург – 1,897, Ямало-Ненецкий автономный округ – 2,041, Тюменская область – 2,068, Москва – 2,772. Обратимся к соответствующим показателям регионов-аутсайдеров в последние годы (табл. 1).

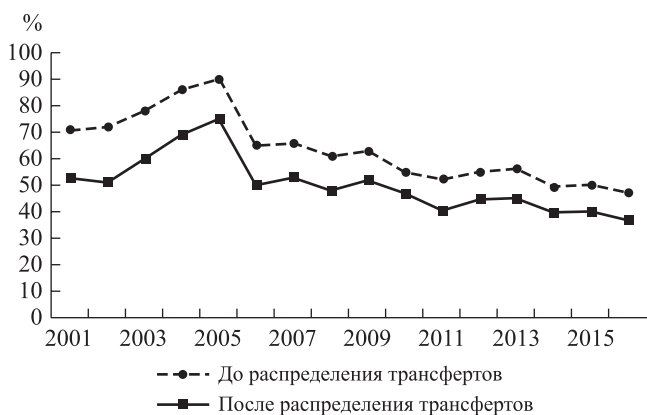


Рис. 2. Значение коэффициента вариации бюджетной обеспеченности

Оценка происходящих процессов неоднозначна. Число регионов-аутсайдеров, оставаясь чрезвычайно высоким, в последние годы практически не меняется, как и их средний (относительный) показатель обеспеченности. При этом заметно сокращается число регионов с обеспеченностью менее половины среднероссийского уровня.

В рамках межбюджетных отношений поддержка региональных бюджетов из федерального в виде безвозмездных перечислений осуществляется в разных формах, для различных целей по разному критерию. Среди них – дотации на выравнивание бюджетной обеспеченности, доля которых в итоговых доходах консолидированных региональных бюджетов в последние годы становится всё менее заметной, а именно, от 6,1–7,1% в 2010–2011 гг. до 5,0–5,2% в 2013–2016 гг. Тем не менее абсолютные значения поддержки в форме дотаций на выравнивание остаются весьма ощутимыми (513,7 млрд. руб. в 2016 г.). Возникает закономерный вопрос об их эффективности, о том, в какой степени выделяемые ресурсы решают заявленные задачи выравнивания.

Оценим меру сближения, сбалансированности показателей бюджетной обеспеченности регионов с помощью коэффициента вариации (рис. 2). После 2005 г. сбалансированность заметно возросла как до, так и после распределения трансфертов по сравнению с предыдущими годами. Но это улучшение очень своеобразное, с элементами лукавства. В связи с объединением регионов сокращается число субъектов Федерации, имеющих бюджетную обеспеченность существенно выше и существенно ниже, чем в среднем по стране. В частности, были объединены Ненецкий автономный округ,

Таблица 2. Некоторые характеристики субъектов РФ, имеющих дефицитное сальдо региональных бюджетов

Год	Дефицит бюджета, млн. руб.	Количество регионов, ед.	Итого доходов, млн. руб.	Отношение дефицита		Объём государственного долга субъектов РФ		
				к доходу, %	к ВРП, %	млн. руб.	% к доходам	% к ВРП
2008	135 363,98	44	4 140 524,10	3,3	0,61	601 165,25	9,9	1,8
2009	378 832,64	62	4 865 658,15	7,8	1,45	890 807,64	15,3	2,8
2010	202 120,36	63	3 716 613,59	5,4	0,92	1 095 993,10	17,1	3,0
2011	203 349,74	57	4 178 303,19	4,9	0,79	1 171 804,76	15,4	2,6
2012	354 945,72	67	6 940 858,74	5,1	0,77	1 351 404,47	16,8	2,7
2013	668 631,72	77	7 134 441,81	9,4	1,31	1 737 462,50	21,3	3,2
2014	523 608,12	74	7 739 104,54	6,8	1,07	2 089 510,88	24,3	3,6
2015	370 611,76	76	6 297 624,89	5,9	0,88	2 318 590,19	25,8	3,6
2016	201 563,36	57	4 844 708,21	4,2	—	2 353 191,21	24,2	—

Источник: данные Федерального казначейства [16–18], расчёты авторов.

обеспеченность которого в 2005 г. более чем в 3 раза превышала среднероссийскую, и Архангельская область, обеспеченность которой в тот же период была на 30% ниже средней. И это далеко не единственный пример “улучшения показателей”. Формальное сокращение количества регионов с крайними показателями бюджетной обеспеченности должно было привести и привело по арифметическим основаниям к улучшению расчётной оценки сбалансированности. Со второй половины нулевых годов тренд, касающийся сбалансированности показателей бюджетной обеспеченности регионов, изменился и приобрёл давно желаемое направление.

Генезис долговой ямы. Сравнительно недавно, в условиях экономического роста, профицитных региональных бюджетов вопрос выравнивания показателей бюджетной обеспеченности регионов находился едва ли не в центре дискуссий, посвящённых межбюджетным отношениям. В последние годы ситуация изменилась, главной становится проблема соотношения доходов и расходов, сбалансированности региональных бюджетов. Начиная с 2008 г. консолидированные региональные бюджеты в целом по стране стабильно сводятся с дефицитом. Количество регионов, имеющих дефицитное сальдо бюджета, с 2006 г. нарастает. Скажем, в 2015 г. у 76 регионов из 85 расходы превышали доходы (с учётом федеральной поддержки),

правда, в 2016 г. их число сократилось. В 2006 г. таких регионов было только 33 (табл. 2).

Ситуация с региональными бюджетами в целом пока не выглядит угрожающей. Тем не менее с 2012 г. заметно нарастают как уровень дефицита бюджетов, так и, соответственно, объём государственного долга. Одновременно для ряда субъектов картина выглядит не просто угрожающей, но катастрофической.

По итогам 2016 г. объём государственного долга в целом чуть увеличился (в 33 регионах сократился, в 49 вырос). В 25 регионах долговая нагрузка составляет свыше 85% доходов, в 14 из них отношение госдолга к доходам бюджета превышает 100% [19]. По сравнению даже с 2011–2012 гг. отчётливо вырисовывается худшее качество бюджетов. Серьёзная диспропорция между расходными полномочиями и доходными источниками, о которой писали в тот период, в настоящее время усугубляется. “Забота” о регионах со стороны Минфина России проявляется в том, что им предлагается активнее пользоваться облигационными займами, обслуживание которых обойдётся регионам дешевле, чем кредиты коммерческих банков. Бюджетные кредиты играют роль временной антикризисной меры, которая не может осуществляться постоянно [20].

Уже говорилось, что основным инструментом сбалансированности региональных бюджетов служит финансовая поддержка из федерального

Таблица 3. Финансовая помощь консолидированным региональным бюджетам РФ, имеющим дефицитное сальдо

Год	Объём безвозмездных перечислений из федерального бюджета		
	млн. руб.	% в доходах консолидированных бюджетов	% ВРП
2006	187 160,56	18,16	3,3
2007	281 612,31	16,13	2,7
2008	624 771,62	15,1	2,8
2009	1 127 444,85	23,2	4,3
2010	1 000 805,64	26,9	4,5
2011	1 070 846,60	25,6	4,2
2012	1 307 966,28	18,8	2,8
2013	1 303 166,56	18,3	2,6
2014	1 440 922,40	18,6	2,9
2015	1 450 847,25	23,0	3,5
2016	896 151,68	18,5	—

Источник: [19, 20], расчёты авторов.

бюджета (табл. 3). С 2009 г. абсолютные её масштабы меняются мало. Что касается относительных показателей, то в 2009–2011 гг. они заметно возросли, в последующие три года сократились практически до предкризисного уровня. Обращает на себя внимание следующее обстоятельство: в 2012 г. уровень поддержки (2,8% по отношению к ВРП) не изменился по сравнению с 2008 г., а по отношению к доходам возрос на 3,7 процентных пункта. Примерно то же самое наблюдалось в 2013–2014 гг. Это свидетельствует о сокращении региональных доходов, прежде всего собственных по отношению к созданному продукту. В 2015 г. объём перечислений составил уже 23% против примерно 18,5% за предыдущие три года, повторив тем самым показатель кризисного 2009 г. Это позволило чуть сократить дефицит, но не помешало росту государственного долга.

Концептуальный застой. Как и в ряде других направлений государственной политики, решения в рассматриваемой области часто определяются текущими интересами, отражающимися в перераспределительных процессах. Если политическая воля, законодательные сюжеты сформулированы, например, в терминах выравнивания показателей бюджетной обеспеченности регионов, то решение находится в перераспределении через федеральный

бюджет финансовых ресурсов сравнительно обеспеченных регионов регионам-аутсайдерам. Сбалансированность показателей в данном году, естественно, улучшается, “воля” учтена, “выравнивание” реализовано. Долгосрочные последствия такого рода решений интересуют, пожалуй, только представителей академической науки.

Многолетние настойчивые призывы руководства страны к оздоровлению межбюджетных отношений, перелому негативных тенденций находят отражение, в частности, в усовершенствованных редакциях методик Минфина России, касающихся распределения дотаций на выравнивание бюджетной обеспеченности. Смысл новаций — дополнить (но не заменить) перераспределительные процессы рядом вспомогательных инструментов, мотивирующих власти к росту экономического и налогового потенциала, формированию привлекательного инвестиционного и предпринимательского климата. Идея этих инструментов в том, что регионы с преимущественным темпом роста получают некоторый дополнительный (стимулирующий) объём дотаций. Например, в 2007 г. для расчёта налогового потенциала регионов, темп роста добавленной стоимости которых был выше среднего по стране, применяли среднероссийский уровень. В последующие годы подобная практика продолжалась, хотя, надо заметить, палитра такого рода мотивирующих инструментов очень скудна.

В современных условиях взаимосвязь федерального центра с регионами в контексте межбюджетных отношений строится на базе искусного маневрирования с использованием “кнута и пряника”. Правительством объявлено о модернизации системы дотаций регионам из федерального бюджета. Речь идёт о дополнительных дотациях наименее обеспеченным регионам, а также грантах за высокие экономические результаты. Щепетильный вопрос об источниках финансовых ресурсов модернизации решён элегантно: их надо изыскать в бюджетах самих регионов [21, 22].

В настоящее время за счёт налога на прибыль и НДС формируется значительная часть региональных бюджетов. Ставка налога на прибыль для большинства российских налогоплательщиков составляет 20%. Из них 2% закреплены за федеральным бюджетом, остальные 18% получают регионы. На плановый период 2017–2021 гг. предполагается сократить региональную долю до 17% и увеличить федеральную до 3%. При этом существенная часть образовавшегося прироста федерального бюджета вернётся в региональные бюджеты [23]. Идея манёвра всё та же — в перераспределении ресурсов от регионов-лидеров к аутсайдерам. Для получения дополнительных дотаций регионы должны будут соблюсти ряд условий: развивать экономический

и налоговый потенциал, сокращать бюджетный дефицит, уменьшать долговую нагрузку. Одновременно регионам, уровень бюджетной обеспеченности которых составляет 60–70% от среднероссийского, предоставят пятилетние бюджетные кредиты. В обмен – дополнительные обязательства губернаторов наращивать валовой продукт. В принципе существуют серьёзные ограничения, так называемые соглашения по бюджетному кредитованию, связанные с получением бюджетных кредитов. До последнего времени Минфин России не вводил санкций в отношении регионов, хронически нарушающих соглашения по бюджетному кредитованию. Эксперты ожидают, что в дальнейшем министерство может пойти на приостановку или сокращение бюджетного кредитования регионов-нарушителей. Это означает, что им снова придётся обращаться к рыночным инструментам со всеми вытекающими отсюда последствиями [22]. Что касается грантов, то они будут предоставляться самым динамично развивающимся территориям за высокие темпы роста регионального налогового потенциала [24].

Примерно такое же отношение к региональным бюджетам демонстрируется и в связи с новым законом об акцизах. Как известно, до недавнего времени 100% доходов от акцизов на нефтепродукты зачислялось в региональные бюджеты, а с 1 июня 2016 г. в бюджеты субъектов Российской Федерации поступает 88%, в федеральный бюджет – 12% доходов [25]. Впрочем, региональные бюджеты не пострадали, даже, возможно, выиграли, поскольку с 1 апреля 2016 г. акцизы на бензин выросли на 2 руб., на дизельное топливо – на 1 руб. Рефреном, как и ранее, звучат правительственные тезисы о необходимости сохранить расходы на значимые инвестиционные и инфраструктурные проекты, стимулировать субъекты к самостоятельному привлечению инвестиций.

Совершенствование управления пространственным развитием, оздоровление межбюджетных отношений. В литературе не устают писать, что коренным условием этого является смена существующей концептуальной платформы, в которой едва ли не основным инструментом регионального роста и выравнивания служит вертикальное и горизонтальное перераспределение ресурсов в пользу отстающих территорий. Требуется налаживание системной, рассчитанной на длительный период повсеместной работы по выявлению и мобилизации прежде всего собственных источников регионального развития, создание благоприятной инвестиционной и предпринимательской среды, атмосферы заинтересованности на нижних этажах бюджетной системы.

Идея разрабатываемой платформы, новых пространственных инструментов управления,

принципиального оздоровления межбюджетных отношений состоит в том, чтобы:

- твёрдо и последовательно сокращать во времени разрыв между бюджетными расходами и собственными доходами региона;
- поставить рост расходов и потребления в определённую и достаточно жёсткую зависимость от увеличения собственных доходов;
- шаг за шагом трансформировать сложившийся за десятилетия разрушительный и разлагающий механизм роста потребления за счёт внешних финансовых ресурсов.

Конкретные предложения, вытекающие из предлагаемой концепции с учётом новейших разработок авторитетных российских регионалистов (В.Н. Лексин и др.), а также современных законодательных инициатив, сводятся к следующему.

1. *Достижение ясности в понимании природы и предмета регионального развития и региональной политики.* В настоящее время предмет региональной политики “размыт” в многочисленных нормативных правовых актах федерального и субфедерального уровня, что оборачивается отсутствием её единства. Отсутствие концептуальной ясности и одновременно острая практическая необходимость в “пространственном взгляде” вынуждают государство искать паллиатив, вводить в федеральные целевые программы региональные аспекты, как это сделано, например, с 2017 г. по отношению к “дальневосточным разделам”.

Между тем подход к пониманию существа государственной политики регионального развития изложен в упоминавшемся указе Президента РФ “Об утверждении Основ...” в разделе “Ожидаемые результаты реализации государственной политики регионального развития”. Эти результаты предполагают сокращение различий в уровне и качестве жизни граждан Российской Федерации, проживающих в различных регионах, а также в городах и сельской местности, сокращение различий в уровне социально-экономического развития регионов [4].

Наше представление о содержании государственной политики регионального развития фактически в соответствии с этим подходом подробно описано в работе [26]. Какова же его суть? В каждый данный момент пространственная система характеризуется определённым соотношением различных подсистем. Во времени это соотношение может изменяться.

Региональным является развитие пространственной системы, которое меняет или может изменить соотношение различных её подсистем (регионов) относительно друг друга. Его адекватными

характеристиками служат показатели территориального расслоения и выравнивания. Региональное развитие сбалансировано, если:

- оно соответствует задачам национальной экономики в том смысле, что средневзвешенное значение региональных показателей не хуже заданного макропоказателя, например, темпа роста ВВП;
- совокупное “расстояние” региональных показателей от среднего значения не больше характеристик базисного периода;
- “расстояние” показателей регионов-аутсайдеров от среднего значения (макропоказателя) не больше некоторой предельной величины.

Региональная политика, проводимая с использованием всего спектра инструментов государственного регулирования, должна быть направлена на недопущение и преодоление региональных диспропорций (чрезмерных различий); её содержание не препятствует целям макроэкономического развития, в частности экономического роста, инструменты способствуют большей связанности пространства.

2. *Установление и перераспределение существующего разграничения полномочий между уровнями публичной власти.* Проблема установления и перераспределения полномочий между “центром” и субъектами РФ, равно как и между ними и муниципальными образованиями, всё явственнее выходит в разряд ключевых. Появление полномочий, их распределение по уровням публичной власти и исполнение с учётом федеративного устройства нашей страны процедурно не регламентируются и практически не обосновываются.

Целесообразно разработать концепцию и соответствующий законопроект, отвечающие реалиям современной общественно-политической и социально-экономической ситуации. В этом законопроекте должна присутствовать норма обязательного закрепления в специальном федеральном законе каждого факта передачи полномочий с одного уровня власти на другой. Необходимо также составить полный реестр полномочий Российской Федерации, субъектов РФ и муниципальных образований с указанием формулировок каждого полномочия, дат его первоначального закрепления и последующего перераспределения, наименования конкретного органа власти, который должен его исполнять.

Вместе с тем, по нашему мнению, исключительно важно прислушаться к рекомендациям канадских специалистов, учитывая, что Канада, как и Россия, имеет далеко не безоблачную историю федеративных отношений: «Неформальное сотрудничество, “федеральная корректность” — взаимное уважение

и доверие между всеми уровнями власти Федерации, а не судебные тяжбы и применение силы должны стать основным механизмом разделения полномочий для нормального функционирования федеральной системы. Федерация, в которой органы власти используют силу друг против друга, а не закон и политическое убеждение, находится на грани гражданской войны или распада» [27, с. 169, 178].

3. *Воссоздание федерального органа регионального развития.* Проанализировав действительные причины неудач ликвидированного Минрегиона, необходимо предложить формат компактного федерального органа, способного стать разработчиком, координатором и контролёром действий по ограниченному числу направлений. Среди важнейших — оценка последствий федеральных решений, касающихся региональной сбалансированности основных экономических и социальных показателей, недопущение чрезмерных территориальных диспропорций; оценка и мониторинг законодательных инициатив и правоприменительной практики, касающихся системы установления и перераспределения полномочий. Статус этого органа должен быть очень высок.

* * *

Итак, можно констатировать, что новации самого последнего времени, при всём позитивном их значении, в своём большинстве отнюдь не новы, разрозненны, не имеют системного характера, не базируются на фундаментальных научных проработках, а потому не в состоянии искоренить методологические пороки существующих подходов к пространственному развитию. Особенно остро ощущается дефицит свежих идей. Впервые признано: “В Белом доме осознают тупик, в который в течение многих лет заходила и теперь зашла сама концепция межбюджетных отношений” [28].

Позитивная динамика показателей дифференциации бюджетной обеспеченности регионов в последние годы всё ещё очень слаба. В методологической области серьёзные усилия требуются для разработки принципиально новых подходов, которые позволят реализовать давно сформулированные идеи, обеспечить переход от помощи регионам в рамках преимущественно социальной парадигмы к поддержке, связанной с мотивацией к развитию [29]. Необходима мощная интеллектуальная поддержка, и не только со стороны околосмоленских экспертов. Застарелые проблемы побуждают к приёму горьких лекарств в духе экономического принуждения к инвестированию.

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания Минобрнауки России, проект 26.2024.2017/ПЧ.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Патрушев Н.П.* О совершенствовании государственной региональной политики в Российской Федерации. <http://www.scrf.gov.ru/council/session/2124/>
2. Постановление Правительства РФ от 21 мая 2016 г. № 451. http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_211806/
3. Минэкономразвития “разрежет” Россию на макрорегионы. https://life.ru/t/%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0921500/minekonomrazvitiia_razriezhiat_rossiiu_na_makroregiony
4. Указ Президента РФ от 16 января 2017 г. № 13 “Об утверждении Основ государственной политики регионального развития Российской Федерации на период до 2025 года”. <http://kremlin.ru/acts/bank/41641>
5. Доклад Совета Федерации Федерального собрания РФ 2006 г. “О состоянии законодательства в РФ. Законодательное обеспечение основных направлений внутренней и внешней политики”. М.: Издание Совета Федерации РФ, 2007.
6. *Швецов А.Н.* Тупики модернизации региональной политики в условиях укрепления “вертикали власти” // Перспективы российского федерализма в XXI веке. Казань: Институт истории им. Ш. Марджани АН РТ, 2013. С. 183–212.
7. Министерства по национальной политике в новейшей истории страны. <http://nazaccent.ru/help/ministerstva-po-nacionalnoj-politike-v-novejshej-i>
8. Концепция реформирования межбюджетных отношений в Российской Федерации в 1999–2001 годах (одобрена постановлением Правительства РФ от 30 июля 1998 г. № 862). http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19712
9. Программа развития бюджетного федерализма в Российской Федерации на период до 2005 г. (одобрена постановлением Правительства РФ от 15 августа 2001 г. № 584). http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_33042
10. Матвиенко: выравнивание бюджетной обеспеченности регионов — ключевое направление работы СФ. <http://vmeste-rf.tv/news/178627.do>
11. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 г. Распоряжение Правительства РФ от 17 ноября 2008 г. № 1662-п. http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_82134/28c7f9e359e8af09d7244d8033c66928fa27e527
12. Федеральный закон от 28.06.2014 № 172-ФЗ “О стратегическом планировании в Российской Федерации”. <http://base.garant.ru/70684666>
13. Основные направления деятельности Правительства Российской Федерации на период до 2018 г. (новая редакция). Утверждена Правительством РФ 14.05.2015. <http://government.ru/news/18119>
14. Валовой региональный продукт на душу населения по субъектам Российской Федерации в 1998–2014 гг. http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/accounts
15. Межбюджетные отношения. http://minfin.ru/ru/performance/regions/mb/mb2017_2019
16. Данные федерального казначейства. <http://www.roskazna.ru/ispolnenie-byudzheto/konsolidirovannye-byudzhetny-subektov>; Федеральной службы государственной статистики. <http://www.gks.ru>
17. Данные Федеральной службы государственной статистики. http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/accounts
18. Данные Минфина России. http://minfin.ru/ru/performance/public_debt/subdbt
19. Регионы в большом госдолгу // Известия. 2016. 19 октября. <http://izvestia.ru/news/639133>
20. Долги восьми регионов превышают их собственные доходы. <https://ria.ru/economy/20170302/1489095506.html>
21. Богатые регионы поделятся с бедными. <http://www.vedomosti.ru/economics/articles/2016/09/27/658603-bogatie-regioni-podelyatsya>
22. Как выживают российские регионы? Лекция Натальи Зубаревич. <https://www.novayagazeta.ru/articles/2016/11/18/70588>
23. Налог на прибыль распределяют по-новому. <http://www.clc-consulting.ru/news/572141> (дата обращения 21.09.2016).
24. Система дотаций регионам из федерального бюджета будет модернизирована. <http://er.ru/news/146783>
25. Владимир Путин подписал закон о распределении акцизов на нефтепродукты 24 мая 2016 г. <http://www.interfax.ru/business/509682>
26. *Лавровский Б.Л.* Государственная политика регионального развития: вопросы теории // Федерализм. 2015. № 4(80). С. 121–130.
27. *Рассел П.* Судебные решения и исполнение законов в федеральной системе // Федерализм в России и Канаде (по материалам международной конференции). М.: Институт государства и права РАН, 2004.
28. Шаг вправо, шаг влево — расход. <http://www.kommersant.ru/doc/3228542>
29. *Лексин В.Н., Михеева Н.Н., Селивёрстов В.Е., Швецов А.Н.* Научные основы совершенствования государственно-территориального устройства и создания системы территориального планирования // Фундаментальные проблемы пространственного развития Российской Федерации: междисциплинарный синтез / Отв. ред. В.М. Котляков. М.: Медиа-Пресс, 2013. С. 612–650.

ПРОБЛЕМЫ
ЭКОЛОГИИ

РАЗВИТИЕ ЗАПОВЕДНОЙ СЕТИ РОССИИ
И АКАДЕМИЧЕСКАЯ НАУКА XX ВЕКА

К 100-ЛЕТИЮ ЗАПОВЕДНОЙ СИСТЕМЫ РОССИИ

© 2017 г. А.А. Тишков

Институт географии РАН, Москва, Россия

e-mail: tishkov@biodat.ru

Поступила в редакцию 04.02.2017 г.

С первых шагов развития заповедной сети России академическая наука в лице отдельных её представителей, научных учреждений, комитетов и комиссий АН СССР и Российской Федерации включилась в его научно-методическое обеспечение. Наиболее эффективно это осуществлялось в 1920-х годах в рамках деятельности Главнауки Наркомпроса РСФСР, в 1930-х годах — в Научно-методическом бюро Комитета по заповедникам при Президиуме ВЦИК (Управления по заповедникам при Совнаркоме РСФСР), Комиссии по заповедникам АН СССР (1952–1955), Комиссии по охране природы АН СССР (1955–1963), Комиссии по координации научных исследований в государственных заповедниках СССР (1982–2002) и Секции по заповедникам Комиссии РАН по сохранению биологического разнообразия (с 2002 г.). Помимо научно-методической поддержки и координации научной деятельности заповедников, через перечисленные структуры предлагались идеи формирования их географической сети и интеграции в пространственное развитие страны.

Ключевые слова: заповедник, заповедная система России, Постоянная природоохранительная комиссия РГО, особо охраняемые природные территории.

DOI: 10.7868/S0869587317080072

В 1957 г. решениями бюро Отделения биологических наук АН СССР (Протокол № 21, п. 1 от 18 июня 1957 г.) и Президиума АН СССР (№ 677 от 13 сентября 1957 г.) было принято постановление “О рациональной сети заповедников СССР”. Подчёркивалось, что “существующая сеть заповедников не отражает огромного разнообразия природных условий территории СССР, и в силу этого не решаются многие актуальные задачи охраны природы нашей страны. Проведённое в 1951 г.

сокращение количества заповедников и их площадей во многих случаях было необоснованным” [1, с. 112]. Этому событию предшествовало создание в 1954 г. при Президиуме АН СССР Комиссии АН СССР по охране природы и при ней в 1956 г. — Рабочей группы по заповедникам, которая, помимо научно-методического руководства заповедниками, стала заниматься подготовкой “Перспективного плана географической сети заповедников СССР” [2]. В состав рабочей группы под председательством известного ленинградского геоботаника, тогда ещё члена-корреспондента АН СССР Е.М. Лавренко, работавшего в период Великой Отечественной войны в составе особой группы по составлению военно-географических описаний и карт при Институте географии АН СССР (ИГ АН СССР) в Москве, входили Г.Е. Бурдин, П.И. Веласкалн, А.Г. Воронов, В.Г. Гептнер, И.П. Герасимов, Н.Е. Кабанов, С.В. Кириков (заместитель председателя), А.Н. Формозов. Половина состава была из института. При подготовке плана за основу брались предложения по организации



ТИШКОВ Аркадий Александрович — член-корреспондент РАН, заместитель директора ИГ РАН.

заповедников, полученные от республиканских академий и филиалов АН СССР. Учитывался также проект географической сети заповедников, составленный для Российской Федерации Главохотой РСФСР (в 1955 г. значительная часть заповедников России была передана именно этому ведомству). Результаты работы группы оформлены в виде статьи [2], а сам документ утверждён постановлением Президиума АН СССР, однако он имел чисто рекомендательный характер.

Академическая наука всегда считала своим делом заниматься не только теорией и методологией, но и практикой охраны природы России. Научно-организационные детали становления заповедного дела в нашей стране вслед за Ф.Р. Штильмарком [3] и Д. Вайнером применительно к истории создания и первым годам функционирования Постоянной природоохранительной комиссии Русского географического общества (РГО) освещены А.А. Тишковым и А.А. Чибилёвым ранее в книге [4], посвящённой её 100-летию.

Ещё до учреждения Постоянной природоохранительной комиссии РГО в сознании нашего общества укрепилось понимание, что заповедование участков природного наследия — дело общегосударственное, требующее законодательной основы и финансирования. Комиссия ставила своей целью “возбуждать интерес в широких слоях населения и у правительства к вопросам об охране памятников природы России и осуществлять на деле сохранение в неприкосновенности отдельных участков или целых местностей, важных в ботанико- и зоогеографическом отношении” [4, с. 12, 13]. К её работе были привлечены ведущие учёные — Г.В. Кожевников, Н.И. Кузнецов, А.П. и В.П. Семёновы-Тян-Шанские, В.Н. Сукачёв, Г.Н. Высоцкий, Л.С. Берг и другие. С первых дней организовывались экспедиции к местам будущих заповедников, печатались природоохранные брошюры, готовились проекты природоохранных законов и первый список объектов, нуждающихся в охране [3, 5].

После создания Природоохранительной комиссии РГО уже в 1913 г. Отдел рыбных промыслов и охоты Департамента земледелия начал организацию соболиных заповедников на Байкале и в Саянах. В это же время работала и Камчатская экспедиция по организации Кроноцкого заповедника. В 1916 г. был принят первый российский закон в области территориальной охраны природы — Закон об охотничьих заповедниках. Итогом этой деятельности стала организация 11 января 1917 г. (29 декабря 1916 г. по ст. ст.) первого отечественного заповедника — Баргузинского. С этого времени и ведётся отчёт существования заповедной сети в России.

Природоохранительная комиссия РГО подготовила свои предложения по развитию заповедников страны, а 2 октября 1917 г. известный русский географ В.П. Семёнов-Тян-Шанский представил в комиссию первый проект географической сети заповедников с обязательной в таких случаях картой, озаглавленной “О типах местностей, в которых необходимо учредить заповедники типа американских национальных парков” [4]. Этот документ готовился по заказу Департамента земледелия. В.П. Семёнов-Тян-Шанский предложил “на площадях в десятки и сотни тысяч квадратных вёрст” создать “не менее 46 национальных парков” [4, с. 34].

Цель настоящей статьи — дать оценку вклада академической науки в пространственное развитие заповедной сети России. Вопросы организации научных исследований и мониторинга состояния природы на базе заповедников, которыми также занималась Российская академия наук, здесь не рассматриваются.

СТАНОВЛЕНИЕ ЗАПОВЕДНОЙ СЕТИ РОССИИ

Столетняя история заповедного дела в нашей стране может быть разбита на пять этапов, каждый из которых в той или иной степени осуществлялся при поддержке со стороны академической науки.

Первый этап (1890–1917) — *дореволюционный*, связанный с первыми опытами создания частных заповедников, организацией в РГО Постоянной природоохранительной комиссии, принятием Закона об охотничьих заповедниках (1916), подготовкой первого проекта географической сети заповедников “О типах местностей, в которых необходимо учредить заповедники типа американских национальных парков” (1916) и учреждением первого отечественного заповедника — Баргузинского (1917).

Второй этап (1918–1951) — *активная интеграция заповедной сети в пространственное развитие страны*. Сформирована государственная сеть охраняемых природных территорий со строгим режимом охраны живой природы, составлены декреты — о правилах установления “заповедных мест” (май 1919 г.), создании Астраханского и Ильменского заповедников (1919), о Байкальских заповедниках (1921), “Об охране памятников природы...” (1921), “О Крымском государственном заповеднике...” (1923). Н.И. Кузнецов, В.П. Семёнов-Тян-Шанский и С.А. Бутурлин представили новый развёрнутый план заповедной сети СССР [6]. Организован Комитет по заповедникам (1932; с 1938 г. — Главное управление по заповедникам при Совете народных комиссаров РСФСР), специальным постановлением Президиума ВЦИК состоялось определение

заповедников как “участков земли, навсегда подлежащих полной охране и *изъёмлемых* из какого бы то ни было хозяйственного использования” (цит. по: [1, с. 96, 97]). Сформирована сеть заповедников в РСФСР и республиках СССР (всего более 100 на 0,6% территории), внедрены “Летописи природы” как прообраз мониторинга состояния биоты и экосистем. Инициативы и обоснования учреждения практически всех созданных в этот период заповедников исходили от учёных, в том числе от В.Н. Сукачёва (Стрелецкая степь, Лес на Ворксле), В.В. Станчинского (Центрально-Лесной и др.), Ю.А. Исакова (Дарвинский), А.П. Протопопова (Пензенский, Московский, Сихотэ-Алинский, Мордовский, Денежкин Камень и др.), И.И. Пузанова (Крымский, Керженский), С.А. Северцова и С.В. Кирикова (Башкирский), А.А. Насимовича (Кабардино-Балкарский), И.И. Спрыгина (Жигулёвский, Бузулукский, Средне-Волжский).

Третий этап (1951–1966) – *деструктивный*. Произошли масштабное разрушение и начало восстановления заповедной системы страны, “сталинский” (1951 г., число заповедников было сокращено в 2,4 раза, а площадь – почти в 10 раз) и “хрущёвский” (1961) разгромы заповедников, создание Комиссии по заповедникам при Президиуме АН СССР (1952), реорганизованной в Комиссию по охране природы (1954). По инициативе комиссии были восстановлены ранее закрытые Алтайский, Башкирский, Лапландский и Судзукский заповедники (1957) и подготовлен новый проект развития и восстановления географической сети заповедников СССР [2]. Состоялось принятие закона “Об охране природы в РСФСР” (1960); опубликована книга Д.Л. Арманда “Нам и внукам”; работала Комиссия по охране природы АН СССР.

Четвёртый этап (1967–1982) – *восстановительный, изоляционистский*. В 1979 г. Госплан РСФСР утвердил “Схему рационального размещения государственных заповедников, заказников, спортивных и промысловых охотничьих хозяйств в РСФСР на период до 1990 года”. В 1982 г. сессия Верховного Совета РСФСР приняла решение о составлении Красной книги РСФСР, созданы заповедники Большехехцирский (1963), Байкальский (1969), Висимский (1971), Пинежский (1974), Кабардино-Балкарский (1976), Дальневосточный морской (1978), Таймырский (1979), Нижне-Свирский (1980), Магаданский (1982) и др.

Пятый этап (1983 – н. вр.) – *современный, интеграционный*. Комиссия по охране окружающей среды Президиума Совета министров СССР в 1986 г. одобрила “Перспективную сеть организации государственных заповедников и национальных парков в СССР на период до 2000 года”. Тогда шло активное развитие сети федеральных и региональных

особо охраняемых природных территорий, в том числе такой демократичной формы, как национальные парки. В 1983 г. организованы первые в России национальные парки – Сочинский и Лосиный остров. Заповедная система России начала интегрироваться в международную сеть охраняемых территорий, в том числе в сеть биосферных резерватов ЮНЕСКО. Ратифицировались основные экологические международные конвенции (“О биологическом разнообразии” и др.), приняты важнейшие природоохранные законы (“Об охране окружающей среды”, “Об особо охраняемых природных территориях”, “О животном мире” и др.). С 1992 г. в России создано более 30 новых заповедников, 30 национальных парков и 10 федеральных заказников, а площади почти 25% заповедников были расширены. Принята Концепция развития туризма на охраняемых природных территориях, созданы заповедники Курильский (1984), Азас (1985), Усть-Ленский (1985), Байкало-Ленский (1986), Верхне-Тазовский (1986), Шульган-Таш (1986), Даурский (1987), Путоранский (1988), Оренбургский (1989), Кузнецкий Алатау (1989), Джугдзурский (1990), Ханкайский (1990), Чёрные Земли (1990), Вишерский (1991), Денежкин Камень (1991), Катунский (1991), Джергинский (1992), Калужские засеки (1992), Пасвик (1992), Большая Кокшага (1993), Керженский (1993), Большой Арктический (1993), Командорский (1993), Воронинский (1994), Нургуш (1994), Полистовский (1994), Рдейский (1994), Корякский (1995), Тунгусский (1995), Бастак (1997), Болоньский (1997), Норский (1998), Тигирекский (1999), Хакасский (1999), Эрзи (2000), Кологривский лес (2006), Шайтан-Тау (2012).

Итогом столетней истории заповедного дела стало формирование одной из лучших в мире систем особо охраняемых природных территорий, обеспечивающей сохранность биологического и ландшафтного разнообразия России. При этом в период становления новой России заповедная сеть выросла почти в 2 раза по числу заповедников и более чем в 2 раза по площади (с 15 до 34 млн. га).

По данным Минприроды России (<http://www.mnr.gov.ru/news/detail.php?ID=142986>), в Российской Федерации на 1 января 2017 г. существует более 13 тыс. особо охраняемых природных территорий различных категорий. Их общая площадь составляет 207 млн. га – около 11,5% площади страны. Как реальное воплощение идей интеграции заповедного дела в пространственное развитие России в 56 регионах функционируют “региональные дирекции”, которые управляют сетями охраняемых природных территорий. В основе этих географических сетей – 103 государственных природных заповедника (общей площадью 34 млн. га), 48 национальных парков (14 млн. га), 64 федеральных заказника (12 млн. га), 64 природных парка (14 млн. га),

2300 региональных заказников (47 млн. га), 8360 памятников природы, включая 17 федеральных (3 млн. га), 2360 иных охраняемых территорий регионального и местного значения (82 млн. га). По мере становления заповедной сети на современном этапе появляются и новые категории охраняемых территорий (например, “городские леса” Новой Москвы).

Наибольшие площади заповедники и другие охраняемые природные территории занимают в г. Севастополе – 30,4%, Республике Саха (Якутия) – 29,8%, Кабардино-Балкарской Республике – 26,6%, Республике Алтай – 26,3%, Карачаево-Черкесской Республике – 26%, Республике Ингушетия – 23,9%, Приморском крае – 21%, Чеченской Республике – 20,3%, Республике Северная Осетия–Алания – 19,8% и Астраханской области – 17,7%. В новой Концепции развития системы особо охраняемых природных территорий России до 2020 г. Министерство природных ресурсов и экологии РФ планирует создать ещё 11 новых заповедников и 20 национальных парков. Некоторые уже открыты. По-видимому, так мы приблизимся к полному исчерпанию списка предложений В.П. Семёнова-Тян-Шанского (1917) и его последователей по развитию географической сети заповедников России – плана заповедной системы, подготовленного в стенах Института географии АН СССР 60 лет назад [2, 4].

Перспективы и резервы развития заповедной сети России огромны, они связаны с сохранением *глобального Евразийского массива* природных ландшафтов (от Фенноскандии до Тихого океана), включающего такие углеродоёмкие (глобально-климаторегулирующего значения) экосистемы, как тундры, бореальные леса, болота, в том числе крупнейший в мире Западно-Сибирский болотный массив, степи с чернозёмными почвами. Евразийский природный массив – эффективный в отношении выполнения биосферных функций и оказания экосистемных услуг элемент экологического каркаса [7], охраняемые природные территории которого требуют расширения и оптимизации статуса. И если в отношении репрезентативности биомного, ландшафтного, экосистемного и биологического разнообразия заповедная сеть страны приближается к 70–80%-ному покрытию [8], то, в соответствии с рекомендациями Конвенции о биологическом разнообразии (17% от площади страны), резерв увеличения площади, занимаемой ООПТ в России, составляет не менее 6%.

В 2017 г. Минприроды России планирует выделить 11 новых особо охраняемых природных территорий: национальные парки в Ульяновской, Мурманской, Челябинской областях, Карелии, Якутии и Ставропольском крае, заповедники в Томской,

Новосибирской и Ленинградской областях, а также федеральные заказники в Архангельской области и Якутии. Кроме того, будут расширены национальный парк “Русская Арктика” и Кавказский государственный биосферный заповедник, международный участок Всемирного наследия ЮНЕСКО “Даурский” [9].

Ф.Р. Штильмарк [3, 10, 11], один из ведущих отечественных историографов заповедного дела, провёл детальную периодизацию его истории в России, выделив периоды по ключевым процессам. Автор, отстаивая принципиально жёсткие и бескомпромиссные позиции в отношении соблюдения на территории заповедников режима невмешательства, обращал внимание на то, как в тот или иной период истории государство строило свои отношения с этими учреждениями природоохранного назначения. Поэтому в его периодизации есть и романтизация ранних этапов, и разочарование при возврате к ресурсно-охотничьему направлению деятельности заповедников в конце 1930-х и в 1960-х годах, и увиденное “изнутри” соревнование двух ведомств – Главприроды при Министерстве сельского хозяйства СССР и Главохоты РСФСР, которые в 1960-х годах занимались заповедниками в стране.

АКАДЕМИЧЕСКИЙ ПЛАН РАЗВИТИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ СЕТИ ЗАПОВЕДНИКОВ СССР 1957 ГОДА

Спустя 40 лет после появления первого Плана развития географической сети заповедников, подготовленного в недрах Постоянной природоохранительной комиссии РГО и представленного В.П. Семёновым-Тян-Шанским в Департамент земледелия Временного правительства в октябре 1917 г. [4], появился второй План географической сети заповедников, составление которого проводилось на базе Института географии и Комиссии по охране природы АН СССР.

Автору настоящей статьи посчастливилось работать и находиться в творческих контактах со многими выдающимися деятелями заповедного дела России XX в. – А.Н. Формозовым, Е.М. Лавренко, Д.Л. Армандом, Ю.А. Исаковым, С.В. Кириковым, А.А. Насимовичем, И.П. Герасимовым, А.Г. Вороновым, Л.К. Шапошниковым, В.Е. Флинттом, Е.Е. Сыроечковским, Ф.Р. Штильмарком, В.В. Дёжкиным. Некоторым из них были посвящены очерки в книге “Люди нашего племени” [12].

В данном разделе остановимся на значении для развития заповедной сети России “Перспективного плана географической сети заповедников СССР”, разработанного в 1957 г. и опубликованного в бюллетене № 3 Комиссии по охране природы АН СССР [2]. План был представлен в формате статьи

и завершался “Списком заповедников по союзным республикам”, состоявшим из 99 заповедных территорий (существующих, восстанавливаемых и проектируемых), составленным Л.В. Денисовой. Для РСФСР список включал 50 заповедников с 21 филиалом (71 территория), среди которых можно выделить и заповедники, в дальнейшем получившие самостоятельный статус, — Кедровая падь и Супутинский (филиалы Судзукхинского заповедника), Галичья гора и Лес на Ворксле (2 из 10 филиалов Центрально-Чернозёмного заповедника). Цель работы, как отмечали авторы, заключалась в том, чтобы “дать общее представление о проектируемой сети заповедников” [2, с. 4]. Они использовали материалы, собранные группой специалистов Комиссии по охране природы АН СССР в составе Е.М. Лавренко (председатель), Г.Е. Бурдина, П.И. Валаскална, А.Г. Воронова, В.Г. Гептнера, И.П. Герасимова, Н.Е. Кабанова, С.В. Кирикова (заместитель председателя), А.Н. Формозова. Отмечалось, что в основу настоящего проекта положены предложения, полученные от республиканских академий и филиалов Академии наук СССР [2, с. 7].

До “сталинского разгрома” заповедной системы было создано 128 заповедников, занимавших 12,5 млн. га — 0,56% площади страны. После упразднения большинства из них система включала только 40 заповедников площадью 1,466 млн. га. Авторы предлагали расширить сеть до 16–17 млн. га, из которых львиная доля приходилась на заповедники РСФСР. Среди аргументов в пользу восстановления и расширения заповедной сети выделялись: необходимость сохранения и изучения природы страны, в том числе круглогодичного и на стационарной основе; сохранение редких видов растений и животных и среды их обитания; развитие заповедников как “баз народного туризма”; необходимость развития репрезентативной, “хорошо продуманной географической сети заповедников, которая охватила бы основные типы ландшафтов СССР и их региональные модификации” [2, с. 5]; крайне низкая доля охраняемых природных территорий в СССР по сравнению со странами Европы, Азии и Америки (по количеству и доле охраняемых природных территорий СССР в 1957 г. отставал, например, от Чехословакии в 10 и 50 раз соответственно).

Принцип географической репрезентативности для восстанавливаемой и расширяющейся сети в рассматриваемом проекте реализовывался прежде всего посредством использования в качестве основы созданной в 1956 г. “Геоботанической карты СССР” (М 1:4 млн.), которая наиболее полно отражала разнообразие природных условий страны. Последовательно рассмотрены существующие, восстанавливаемые и проектируемые (предлагаемые для создания) заповедники арктических пустынь,

тундры и лесотундры, таёжной зоны, зоны широколиственных лесов Дальнего Востока и Европейской части СССР, гор Крыма и Кавказа, степи и лесостепи, пустынь и полупустынь, гор Средней Азии, севера Дальнего Востока.

Отмечая стратегические аспекты проблемы, в первую очередь срочность создания заповедников, авторы указывают на первоочерёдность заповедования сохранившихся участков степи и лесостепи. Они пишут: “С горечью нужно признать, что завет В.В. Докучаева об организации ряда заповедников в степной зоне не выполнен: ни в донских, ни в поволжских, ни в уральских, ни в кубанских... степях в настоящее время нет ни одного заповедника...” [2, с. 8]. В отношении очерёдности (“не позднее 1958 г.”) предлагалось организовать заповедники в степях Казахстана и в лесостепи Новосибирской и Куйбышевской (Самарской) областей, что связано с развёрнутым в 1950-х годах освоением целины.

Остановимся кратко на “побиомных” предложениях плана географической сети заповедников и их реализации в последующие годы.

Полярные пустыни и тундры. Е.М. Лавренко и соавторы пишут: “На Крайнем Севере СССР нет заповедников” [2, с. 9]. Действительно, на момент создания плана Российская Арктика была вне интересов территориальной охраны природы, хотя предложения поступали ещё в 1930-х годах. В данный раздел вошли четыре проектируемых заповедника — Новоземельский (юго-западное побережье Южного острова, восточное побережье Северного острова Новой Земли), Таймырский (центральная часть полуострова, оз. Таймыр, лесотундра, в том числе самый северный в мире лесной массив Ары-Мас), Остров Врангеля, Чукотский (в долине р. Амгуема). Три из четырёх предложений реализованы спустя десятилетия. Чукотский заповедник так и не был создан.

Таёжная зона. Для Европейской России в плане отмечались шесть существующих (Кандалакшский, Печоро-Илычский, Лапландский, Кивач, Дарвинский, Окский), два восстанавливаемых после закрытия в 1951 г. (Центрально-Лесной, Московский) и три проектируемых (Костромской, Татарский, Кунгурский) заповедника. Отметим, что Лапландский заповедник был восстановлен в 1957 г., а Московский заповедник в предлагаемом виде (с Приокско-Тerrasным, Верхне-Клязьминским, Глубоко-Истринским и другими участками) так и не был воссоздан. Из проектируемых Костромской и Татарский учреждены в несколько иных конфигурациях: первый — в виде двух кластеров заповедника Кологривский лес (Кологривский и Мантуровский участки), второй — как Волжско-Камский заповедник, включивший не только Раифский лес, но и водно-болотные угодья

Саралинского участка. Кунгурский заповедник на площади 2 тыс. га не был воссоздан.

Тайга Западной Сибири и Урала в плане была представлена семью заповедниками, в том числе четырьмя существующими (Денежкин Камень, Печоро-Илычский, Башкирский и Горно-Алтайский), одним восстанавливаемым (Кондинский) и двумя проектируемыми (Васюганский и Кузнецкий). Башкирский заповедник изменил свою конфигурацию за эти годы — сначала в качестве филиала (как было рекомендовано в плане) присоединил участок Шульган-Таш с Каповой пещерой на р. Белой, а затем филиал получил полную самостоятельность. Кондинский (Кондо-Сосьвинский) заповедник существовал с 1929 г., а в 1976 г. для сохранения и изучения природных комплексов Приобья здесь был создан заповедник Малая Сосва на 225,6 тыс. га. Из проектируемых Кузнецкий Алатау создан в 1989 г. на площади 412,9 тыс. га, а Васюганский заповедник на территории Томской и Новосибирской областей планируется организовать в 2017 г.

Восточносибирская и дальневосточная тайга в плане была представлена двумя существующими (Столбы, Баргузинский), одним восстанавливаемым (Восточно-Саянский) и четырьмя проектируемыми заповедниками (Красночикийский, Верхоянский, Джугджур и Комсомольский). Для Баргузинского заповедника, который в 1957 г. занимал всего 52 тыс. га, отмечалась необходимость расширения (в 2017 г. он занимает площадь 374,3 тыс. га). В отношении планов касательно Красночикийского заповедника отметим, что они частично реализовались в 1973 г. при создании Сохондинского заповедника (211 тыс. га) и продолжат осуществляться при создании в Забайкальском крае национального парка Чикой. Проектируемый в 1957 г. Комсомольский заповедник на 500 тыс. га в 50–60 км от г. Комсомольска так и не был создан в предлагаемом виде. В 1963 г. ближе к городу на 64,4 тыс. га организовали одноимённый заповедник, который, несомненно, играет важную роль в сохранении охотской фауны и флоры, но не способен, как это было задумано, сохранить горные леса в верховьях притоков р. Амур, что привело к их полному сведению и увеличению частоты катастрофических паводков на реке.

Под Джугджурский заповедник планировалось отвести 300 тыс. га. Спустя более 30 лет, в 1990 г., он охватил 860 тыс. га, в том числе 52,7 тыс. га акватории Охотского моря. Проектируемый Верхоянский заповедник площадью 1,2 млн. га в пределах южных отрогов Верхоянского хребта (Томпонский район) так и не был создан. В планах 1970–1990-х годов он фигурирует как Китчанский, а затем как Якутский горный, Черский, Индигирский.

Европейские широколиственные леса. В данном разделе плана на 1957 г. для Европейской части России упоминаются только Мордовский (существующий), который с годами почти не изменил свою площадь (с 30 до 32,1 тыс. га) и Тульские засеки им. В.В. Докучаева (так и не восстановленные, в настоящее время — ботанический памятник природы). Однако за последние 50 лет для сохранения биома созданы три заповедника с фрагментами широколиственных лесов — Калужские засеки, Брянский лес, Воронинский.

Крым. В плане отмечен только Крымский заповедник (30 тыс. га). В качестве его филиалов предложено организовать заповедные территории в среднегорье и низкогорье южного склона Главной гряды Крымских гор, заповедать рощи сосны Станкевича и древовидного можжевельника на южном берегу, район горы Карадаг. Сейчас в Крыму, помимо Крымского, площадь которого, включая филиал “Лебяжьего острова”, составляет 88,6 га, функционируют ещё пять заповедников — Карадагский, Мыс Мартыан, Ялтинский, Казантипский и Опухский. Планы 1957 г. реализованы полностью.

Северный Кавказ. Здесь важно обратить внимание на то, что среди существующих указаны только Кавказский (208 тыс. га; предложено расширить на 33 тыс. га за счёт Лазаревского лесничества) и Тебердинский (около 70 тыс. га). Сейчас площадь Кавказского заповедника 280,3 тыс. га, и есть перспектива его расширения в 2017 г. К Тебердинскому заповеднику добавлен Архызский участок, его площадь теперь составляет 85,1 тыс. га. Из проектируемых в 1957 г. созданы Кабардинский высокогорный на 79,1 тыс. га (в 1976 г., сейчас — Кабардино-Балкарский на 53,3 тыс. га), Тляратинский и Самурский (как федеральные заказники площадью 39 и 12 тыс. га соответственно), а Гунибский так и не был создан. В Генеральную схему организации государственных заповедников на территории РСФСР 1979 г. от Дагестана был включён только Гутонский заповедник, но в итоге в 1987 г. для сохранения акватории и прибрежной части Кизлярского залива был организован Дагестанский заповедник. Предложения Дагестанского филиала АН СССР по созданию в восточной части Северного Кавказа заповедной сети не учтены до сих пор. В 1967 г. на Центральном Кавказе создан Северо-Осетинский заповедник, в 2000 г. — Эрзи (Ингушетия), а на Западном Кавказе в 2010 г. — Утриш.

Дальневосточные широколиственные леса. На момент составления плана [2] в данном геоботаническом районе были представлены: один существующий (Сихотэ-Алинский), один восстановленный (Судзухинский, в 1957 г.) и один проектируемый (Ханкайский). Заповедники Кедровая падь и Супутинский стали филиалами Судзухинского

заповедника и принадлежали Дальневосточному отделению АН СССР. Сихотэ-Алинский заповедник занимал площадь всего около 100 тыс. га, сейчас он расширен до 401,4 тыс. га, включая морскую акваторию (2,9 тыс. га). Судзухинский заповедник с 1961 по 1965 г. был филиалом Сихотэ-Алинского заповедника, а в 1970 г. переименован в Лазовский заповедник им. Л.Г. Капланова. Сейчас он занимает площадь 121 тыс. га (несколько меньше, чем в 1957 г.). Кедровая падь — один из старейших заповедников России (организован в 1916 г.), в настоящее время занимает 18 тыс. га, а Ханкайский заповедник, который проектировался на 70 тыс. га, создан только в 1990 г. на площади 39,3 тыс. га.

Степная зона. Данный раздел занимает в плане почти 20 страниц. Здесь отмечается, что в стране остались “буквально клочки степной целинной растительности” [2, с. 51]. Ни в Заволжье, ни в Западной Сибири, ни в Забайкалье степных заповедников не было.

В Европейской части отмечены как существующие: Центрально-Чернозёмный (около 4 тыс. га, но требовал расширения), Воронежский (30 тыс. га), Хопёрский (16 тыс. га). Проектируемый — только Шайтантау (24 тыс. га), который создан в 2014 г. на площади всего 6,7 тыс. га. В качестве филиалов (участков) Центрально-Чернозёмного заповедника фигурируют: существующие — Казацкий, Стрелецкий, Ямской; проектируемые — Галичья гора, Лес на Ворскле, участки в верховьях р. Оскол, Таллермановское лесничество, Шипов лес, Хреновская степь.

На юге Западной Сибири представлены Троицкий лесостепной (1,5 тыс. га) в Челябинской области (восстанавливаемый) и Западно-Сибирский лесостепной (50 тыс. га) в Новосибирской области (проектируемый). Ни тот ни другой не созданы. Планируется в ближайшее время учредить Барабинский лесостепной заповедник в Новосибирской области на четырёх участках площадью более 22 тыс. га. Лесостепным является и созданный в 1999 г. на Западной Алтае Тигирекский заповедник (41,4 тыс. га).

Для сохранения южно-сибирских и забайкальских степей Восточно-Сибирскому филиалу АН СССР (Иркутск) предлагалось наметить для организации пять-шесть заповедников, в частности, в бассейнах рек Селенга, Онон, Аргун, а также в Хакасии, Туве и Минусинской котловине. Эти пожелания частично реализованы — уже существуют заповедники Байкальский (1969), Саяно-Шушенский (1976), Хакасский (1991), Убсунурская котловина (1993).

Север Тихоокеанского побережья. На момент подготовки плана в данном регионе заповедников не было. Кроноцкий заповедник на площади около

1 млн. га (восстанавливаемый) был закрыт в 1951 г. по надуманной причине — наличия перспектив нефтеразведки на его территории, а заповедник на острове Медном (проектируемый) предлагалось организовать, ликвидировав существовавший там Командорский зверосовхоз (на о. Беринга). Первый восстановлен на площади 1142,1 тыс. га, а второй — в 1993 г. на площади 3648,7 тыс. га, включая 3463,3 тыс. га морской акватории. В разделе упоминаются и Курильские острова как перспективные для создания заповедника. В настоящее время здесь развёрнута целая сеть заповедников, среди которых, помимо упомянутых выше “миллионников”, — Курильский (65,4 тыс. га), Магаданский (883,8 тыс. га), Корякский (327, 1 тыс. га), национальный парк Берингия (1 819,5 тыс. га).

Итого, как и в первом плане географической сети заповедников [4], во втором плане [2] представлены предложения по сравнительно небольшому для такой крупной страны, как Россия, составу заповедных территорий (71 с филиалами), из которых на момент публикации плана было 24 существующих, 26 проектируемых и 10 восстанавливаемых. Из этого можно заключить, что за последние 60 лет в нашей стране число заповедников выросло более чем в 2 раза. Около 90% предложений Комиссии АН СССР по охране природы [2] к 100-летию заповедной системы России реализованы в формате создания именно заповедников (правда, не всегда в предлагаемых масштабах и конфигурациях). Отметим, что именно тогда были продолжены традиции участия Российской академии наук в разработке предложений по развитию заповедной сети Российской Федерации, которые в настоящее время сохраняют свою актуальность.

АКАДЕМИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ ПО КООРДИНАЦИИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ГОСУДАРСТВЕННЫХ ЗАПОВЕДНИКАХ СССР

После 1917 г. заповедное дело находилось непосредственно под крылом науки. Это были Научно-технический отдел ВСНХ и Главнаука Народного комиссариата просвещения, декретами которых создавались первые заповедники — “неприкосновенные памятники природы”, имеющие “научную и культурно-историческую ценность” [1]. Уже в 1925 г. Главнаука начала издавать “Труды по изучению заповедников”, тем самым подчёркивая приоритет научных исследований. Но заметим, что уже в те годы на волне новой экономической политики заповедники вынуждены были заниматься и организацией туризма на своей территории, созданием зооферм, мероприятиями по обогащению фауны, поддержкой традиционного хозяйства

местного населения (водопой, выпас скота, заготовка сена). Угроза перевода заповедной системы на ресурсную колею в 1920–1930-х годах исходила от народных комиссариатов по лесу и земле. Дошло до того, что была намечена организация при Наркомземе специального Главка или Управления по заповедникам [3]. Но 20 августа 1933 г. постановлением ВЦИК и СНК РСФСР был создан Комитет по заповедникам при Президиуме ВЦИК под председательством П.Г. Сидовича и его заместителя В.Н. Макарова. Среди членов комитета было много выдающихся учёных, в том числе В.В. Алёхин, А.А. Борзов, П.А. Мантейфель, А.Н. Формозов, А.П. Протопопов, С.А. Новиков, Б.К. Фортунатов, Д.Н. Кашкаров, Б.М. Келлер, Б.М. Козо-Полянский, В.Н. Сукачёв и другие. В комитете работал А.А. Насимович, сотрудничали С.В. Кириков и Ю.А. Исаков [13]. В 1939 г. комитет был преобразован в Главное управление по заповедникам, зоопаркам и зоосадам при Совнаркоме РСФСР, в котором было создано специальное научно-методическое бюро. Оно сыграло заметную роль в становлении научных исследований в заповедниках и формировании в их системе состава специалистов высокой квалификации [3]. В Научный совет управления входили лидеры отечественной биологии, географии, почвоведения и геологии тех лет: В.Н. Сукачёв, В.В. Алёхин, А.А. Григорьев, Д.Н. Кашкаров, Б.М. Козо-Полянский, Г.В. Никольский, И.И. Пузанов, А.А. Роде, С.С. Туров, А.Е. Ферсман, А.Н. Формозов, С.А. Северцов. Это сближает его с деятельностью будущих академических комиссий по заповедникам. В 1942 г. на заседании научно-методического бюро, на котором присутствовали, помимо постоянных членов научного совета, ещё и Е.М. Лавренко, Б.М. Житков, С.П. Наумов, по инициативе А.Н. Формозова было принято решение о ведении заповедниками “Летописей природы” [14].

После “сталинского разгрома” заповедников в 1951 г. остатки комитета были переданы во вновь учреждённое Главное управление по заповедникам при Совете министров СССР, которое в 1953 г. ликвидировали. Так заповедная система страны оказалась фактически без единого “хозяина” и без научно-методического обеспечения. Но если первая проблема не решалась сравнительно долго (заповедники в итоге принадлежали десяткам министерств и ведомств), то вторая фактически сразу была решена Академией наук СССР. По инициативе академика В.Н. Сукачёва постановлением Президиума АН СССР от 23.03.1952 г. № 69 п. 7 “О заповедниках” создана Комиссия по заповедникам АН СССР, которая взяла на себя научно-методическое руководство научной работой государственных заповедников. Примечательно, что то же постановление распространяло на сотрудников

заповедников права на оплату научных степеней. В состав комиссии входили академики В.Н. Сукачёв и А.А. Григорьев, М.С. Гиляров, В.Г. Гептнер, С.В. Кириков, Г.П. Дементьев, Н.П. Дубинин, Н.В. Дылис, А.В. Живаго, А.Н. Формозов, Л.В. Шапошников, В.Н. Макаров и другие.

Комиссия по охране природы АН СССР, как отмечалось ранее, была организована в марте 1955 г. на базе Комиссии по заповедникам АН СССР, существовавшей с 1952 г. и возникшей на волне защиты заповедников от произвола власти и необходимости восстановления разрушенной в 1951 г. заповедной сети страны. В период “хрущёвской оттепели” она была единственной в СССР общесоюзной (не общественной) природоохранной организацией. В 1956 г. комиссия внесла в Правительство предложение о создании Государственного комитета по охране природы СССР, то есть выступила как инициатор государственных решений в природоохранной сфере. Ликвидировали её в 1963 г. по личному указанию Н.С. Хрущёва [6].

Спустя почти 20 лет после ликвидации Комиссии по охране природы АН СССР в 1982 г. при Отделении общей биологии решением Президиума АН СССР была создана Комиссия по координации научных исследований в государственных заповедниках СССР с целью оказания научно-методической помощи заповедникам в проведении и координации научных исследований. В состав комиссии входили ведущие учёные страны — биологи, географы, почвоведы и иные специалисты. Первым её председателем стал академик В.Е. Соколов, учёным секретарём — Т.М. Корнеева. В комиссии состояли представители институтов АН СССР и вузов — Е.Е. Сыроечковский, В.М. Неронов, Ю.Г. Пузаченко, Ю.А. Исаков, А.А. Тишков, В.Н. Тихомиров и другие.

Необходимость организации такой комиссии именно при академии была продиктована тем, что к началу 1980-х годов около 140 заповедников СССР подчинялись 32 союзным и республиканским ведомствам, в том числе Министерству сельского хозяйства СССР, Главохоте РСФСР, госкомитетам и министерствам лесного хозяйства союзных республик, АН СССР, вузам и т.п. Требовалась чёткая межведомственная координация их деятельности. Академия наук СССР на тот момент являлась таким же органом исполнительной власти, как и другие министерства и ведомства. Это сейчас, после учреждения ФАНО, Академия наук и все её структурные подразделения потеряли статус государственного органа исполнительной власти, а в те годы АН СССР, её Президиум, отделения, комитеты, советы и комиссии составляли весомый научный потенциал для определения государственной

политики, экспертизы и управленческих решений в стране.

Созданию комиссии предшествовали два процесса. Один из них был запущен в 1972 г. А.Н. Формозовым, Ю.А. Исаковым, А.А. Насимовичем и С.В. Кириковым в Институте географии АН СССР. Они предложили тему для оценки современного состояния и уточнения научного профиля заповедников — “Заповедники СССР”, что завершилось изданием коллективной монографии “Опыт работы и задачи заповедников СССР” [15]. В полевые сезоны 1973–1974 гг. автор настоящей статьи участвовал в разработке данной темы и посетил более 10 заповедников в составе междисциплинарного полевого отряда, призванного уточнить научный профиль заповедников. Ведомства, которым подчинялись заповедники, практически не взаимодействовали между собой, а научные исследования не координировались и не имели методологической поддержки. Институт географии АН СССР возглавил подготовку предложений по межведомственному сопровождению этой деятельности.

Второй процесс подробно описан Ф.Р. Штильмарком [3] и связан с событиями во Всесоюзном научно-исследовательском институте охраны природы и заповедного дела при Минсельхозе СССР, только-только организованном в 1979 г. на базе Центральной научно-исследовательской лаборатории охраны природы. Вполне естественно было ожидать, что этот институт с его научным потенциалом (А.Г. Банников, Л.К. Шапошников, Е.Е. Сыроечковский, С.М. Успенский, В.Е. Флинт, П.П. Второв, А.А. Кищинский, Т.В. Кошкина, Ю.П. Язан, В.Л. Рашек и другие) возглавит в стране все работы по координации деятельности заповедников. Однако Главприрода Минсельхоза СССР, до этого активно поддерживавшая члена-корреспондента ВАСХНИЛ Е.Е. Сыроечковского в организации института, не утвердила его в должности директора и, по сути, вынудила уйти в Институт экспериментальной морфологии и экологии животных АН СССР, где он с 20 сотрудниками, перешедшими вслед за ним из ВНИИ охраны природы, создал Лабораторию научных основ охраны экосистем и управления популяциями животных. В итоге значительная методологическая часть заповедного дела переместилась в Академию наук.

Работа комиссии АН СССР проходила на фоне реализации новой Генеральной схемы заповедников и национальных парков СССР (1979), совершенствования природоохранного законодательства, процесса составления “Красной книги СССР и РСФСР”, разработки новых типовых положений о заповедниках, становления в России сети биосферных резерватов ЮНЕСКО. Уже на первом крупном совещании во Львове в 1985 г. были

утверждены “Основные направления научных исследований в заповедниках”. На основе этих рекомендаций составлялись планы НИР. Впервые был подготовлен координационный план исследований заповедников СССР. Академические институты занимались научно-методическим обеспечением исследований, подготовкой научных кадров, в заповедниках создавались научные стационары институтов. За 20 лет работы комиссии проведено около 30 совещаний, семинаров, школ и пленумов, материалы которых были опубликованы.

Следует обратить внимание на большой объём издательской деятельности комиссии. Она включала издание научно-методических пособий для сотрудников заповедников: публикации результатов научных исследований, специальные тематические сборники серии “Проблемы заповедного дела”. В издательстве “Наука” вышли 10 книг, включая “Итоги и перспективы заповедного дела в СССР” (1986), “Проблемы инвентаризации живой и неживой природы” (1987), “Теория и практика заповедного дела” (1993), “Изучение беспозвоночных животных в заповедниках” (2001) и др. В серии “Флора и фауна заповедников”, организованной для публикации аннотированных списков видов животных и растений заповедников, за период существования комиссии вышло более 100 выпусков по флоре и фауне заповедников СССР, России и стран бывшего СССР (от 4–5 до 10–12 в год). Тематическими экспертами этих изданий были члены-корреспонденты РАН М.В. Горелко (низшие растения) и В.Н. Тихомиров (высшие растения); доктора биологических наук Н.Н. Смирнов (водные беспозвоночные), О.Л. Крыжановский (энтомофауна), М.И. Шатуновский (рыбы), И.С. Даревский (амфибии, рептилии), Л.С. Степанян (птицы); академик В.Е. Соколов (млекопитающие). Аннотированные списки видов животных и растений заповедников продолжают выходить, но уже с новыми кураторами и экспертами. Потребность в них исключительно высокая, поскольку завершается инвентаризация биоты старых заповедников, но создаются новые заповедные территории, знание флоры и фауны которых необходимо для эффективной охраны природы, и здесь Российская академия наук сохраняет лидирующие позиции.

С 1996 г. комиссия выпускала Научно-методические записки “Заповедное дело”. На протяжении 10 лет (1982–1992) она выполняла прямые функции научно-методического центра заповедников всех республик СССР. В 1992 г. она была переименована в Комиссию РАН по заповедному делу и обновила состав: в её работе принимали участие только российские специалисты, а председателем после В.Е. Соколова стал член-корреспондент РАН В.Н. Тихомиров. В 1998 г. его сменил академик Д.С. Павлов. С 2002 г. комиссия функционирует

в качестве секции заповедного дела (председатель В.М. Неронов) Комиссии РАН по сохранению биоразнообразия (председатель Д.С. Павлов).

В своей деятельности комиссия использовала принцип работы научных советов Академии наук, что помогало выполнять функции научно-методического и консультативного органа, связывающего заповедники с академической наукой. Управление по заповедному делу Министерства по охране окружающей среды РФ, преобразованное в Государственный комитет Российской Федерации по охране окружающей среды, а в 2000 г. — в Министерство природных ресурсов и экологии РФ (МПР), сняло с Комиссии по заповедному делу функцию межведомственной координации. Постановлением бюро Отделения общей биологии 26 марта 2002 г. Комиссия РАН по заповедному делу была преобразована в Комиссию РАН по сохранению биологического разнообразия. Издательскую деятельность и другие функции комиссии выполняет Секция заповедного дела. Она продолжает координацию не имеющей мировых аналогов работы по инвентаризации биоты заповедников России.

* * *

В.Б. Степаницкий [8, 16] аргументированно показал, что «началом периода легитимизации планирования развития системы заповедников ... можно считать 2 ноября 1979 года, когда Госпланом РСФСР была утверждена “Схема рационального размещения государственных заповедников... в РСФСР на период до 1990 года”» [16, с. 188].

Вопрос о приоритете академической науки (географии, биологии, экологии и др.) в развитии заповедного дела в России, ранее фактически даже не рассматривавшийся в научной литературе, актуален сейчас, накануне старта крупных проектов освоения новых регионов страны и масштабного развития транспортной сети (включая и перспективы Великого шёлкового пути, трансарктических и транссибирских магистралей). Только географическая методология позволила увести заповедное дело от ограниченных по целям направлений территориальной охраны природы — ресурсно-промыслового (создание заповедников и заказников с целью сохранения и воспроизводства промысловой фауны) и локально-объектного (заповедование мелких по площади памятников природы и островков дикой природы в аграрном и индустриальном ландшафтах). Именно в недрах Академии наук [2, 7, 15, 17–23] были разработаны новые принципы территориальной охраны природы как элемента пространственного развития страны, преемственно внедряемые во все государственные планы и стратегии формирования заповедной сети.

Заповедники в России с самого начала организовывались в соответствии с национальной географической сетью охраняемых природных территорий. Кроме того, заповедная система постоянно нуждалась в научно-методическом и методологическом сопровождении, что обеспечивалось участием академических учреждений и их сотрудников в 1920-х годах в деятельности группы по заповедникам Главнауки Наркомпроса РСФСР, в 1930-х годах — в Научно-методическом бюро Комитета по заповедникам при Президиуме ВЦИК (Управлении по заповедникам при Совнаркоме РСФСР), созданием Комиссии по заповедникам АН СССР (1952–1955), Комиссии по охране природы АН СССР (1955–1963), Комиссии по координации научных исследований в государственных заповедниках СССР (1982–2002) и Секции заповедного дела Комиссии РАН по сохранению биологического разнообразия (с 2002 г.). Удалось сохранить и восстановить заповедную сеть страны после её разрушения в 1951 и 1961 гг., создать эффективную систему фоновоего мониторинга состояния биоты и экосистем на базе заповедников, реализовать концепцию биосферных резерватов в России, провести инвентаризацию флоры и фауны, сформировать эффективно работающую плеяду квалифицированных научных сотрудников. Во всём этом большая роль принадлежит академической науке, которая вот уже 100 лет бескорыстно служит заповедному делу.

Статья подготовлена в рамках гранта Российского фонда фундаментальных исследований и Русского географического общества № 17-05-41204 “Оценка и картографирование изменений состояния Великого Евразийского природного массива как фактора глобальной экологической стабильности и источника экосистемных услуг”.

ЛИТЕРАТУРА

1. Охрана природы и заповедное дело в СССР. Бюллетень № 3. М.: Изд-во АН СССР, 1958.
2. Лавренко Е.М., Гептнер В.Г., Кириков С.В., Формозов А.Н. Перспективный план географической сети заповедников СССР (проект) // Охрана природы и заповедное дело в СССР. 1958. Бюллетень № 3. С. 3–92.
3. Штильмарк Ф.Р. Историография российских заповедников (1895–1995). М.: ТОО “Логата”, 1996.
4. Чибилёв А.А., Тишков А.А. Столетие Постоянной природоохранительной комиссии Императорского русского географического общества. М.: Русское географическое общество, 2012.
5. Борейко В.Е. Русское географическое общество и охрана природы (к 75-летию Постоянной

- природоохранительной комиссии Русского географического общества) // Известия АН СССР. Серия географическая. № 4. 1987. С. 124–126.
6. *Борейко В.Е.* Популярный биографо-библиографический словарь-справочник деятелей заповедного дела и охраны природы Украины, Царской России и СССР (1860–1960). Т. 2. Серия “История охраны природы”. Вып. 5. Киев: Киевский эколого-культурный центр, 1995.
 7. *Соболев Н.А.* Экологический каркас России. Индикативная схема / Под ред. А.А. Тишкова. М.: Институт географии РАН, 2015.
 8. *Кревер В.Г., Стишов М.С., Онуфреня И.А.* Особо охраняемые природные территории России: современное состояние и перспективы развития. М.: Изд-во РПО ВВФ, 2009.
 9. Год экологии в России. 1 января 2017 г. <http://tass.ru/obschestvo/3914265>
 10. *Штильмарк Ф.Р., Аваков Г.С.* Первый проект географической сети заповедников // Опыт работы и задачи заповедников СССР. М.: Наука, 1979. С. 20–23.
 11. *Штильмарк Ф.Р., Александров А.С., Иващенко Б.И.* Развитие сети заповедников и опыт их проектирования в Российской Федерации // Бюллетень МОИП, отделение биологии. 1990. Т. 95. Вып. 6. С. 1–123.
 12. *Тишков А.А.* Заповедное дело в России: сто лет спустя после создания Постоянной природоохранительной комиссии Императорского русского географического общества // Столетие Постоянной природоохранительной комиссии ИРГО. М.: Русское географическое общество, 2012. С. 21–28.
 13. *Тишков А.А.* Люди нашего племени. М.: Институт географии РАН, 2012.
 14. *Тишков А.А.* Лаборатория биогеографии Института географии РАН и заповедники России: 60 лет плодотворного сотрудничества // История заповедного дела. Материалы научной конференции, пос. Борисовка, Белгородская обл., 2005. С. 184–187.
 15. Опыт работы и задачи заповедников СССР / Отв. ред. А.А. Насимович, Ю.А. Исаков. М.: Наука, 1979.
 16. *Степаницкий В.Б.* История и основные итоги разработки и реализации перспективных планов развития сети государственных природных заповедников и национальных парков на территории Российской Федерации за последние 90 лет. http://www.zapoved.ru/?act=pressa_more&id=63
 17. *Зыков К.Д., Нухимовская Ю.Д., Штильмарк Ф.Р.* Разработка и совершенствование перспективного плана создания заповедников в РСФСР // Географическое размещение заповедников в РСФСР и организация их деятельности. М.: Наука, 1981. С. 8–110.
 18. *Исаков Ю.А.* Принципы планирования сети особо охраняемых природных территорий в СССР // Охрана ландшафтов и проектирование / Под ред. В.С. Преображенского. М.: Институт географии АН СССР, 1983. С. 128–140.
 19. *Тишков А.А.* Охраняемые природные территории и формирование каркаса устойчивости // Оценка качества окружающей среды и экологическое картографирование. М.: Институт географии РАН, 1995. С. 94–107.
 20. *Тишков А.А.* Формирование регионального природоохранного каркаса // Проблемы региональной экологии. 1996. № 1. С. 138–140.
 21. *Соболев Н.А.* Особо охраняемые природные территории как средство поддержания биологического разнообразия в староосвоенных регионах. Автореф. дисс. ... канд. геогр. наук. М.: Институт географии РАН, 1997.
 22. Охраняемые природные территории: материалы к созданию концепции системы охраняемых природных территорий России. М.: Изд-во РПО ВВФ, 1999.
 23. *Сыроечковский Е.Е., Штильмарк Ф.Р.* Перспективы развития заповедной системы в Сибири. Заповедники Сибири. Т. II / Под ред. Д.С. Павлова, В.Е. Соколова, Е.Е. Сыроечковского. М.: Логата, 2000. С. 217–229.

ЭТЮДЫ ОБ УЧЁНЫХ

“ОН ПРИПОДНЯЛ УГОЛ ВЕЛИКОГО ЗАНАВЕСА”

К 125-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ЛУИ ДЕ БРОЙЛЯ

© 2017 г. Р.Н. Щербаков

Таллин, Эстония

e-mail: robertsch961@rambler.ru

Поступила в редакцию 15.08.2016 г.

Имя выдающегося французского физика-теоретика, лауреата Нобелевской премии Луи де Бройля, автора гипотезы о существовании волн не только у световых частиц, но и у частиц материи, навсегда вошло в историю квантовой механики. Статья повествует о полном внутреннего драматизма жизненном пути учёного, его озарениях и заблуждениях, которые сопровождают трудный поиск истины.

Ключевые слова: квантовая механика, волновая механика, концепция волны-пилота Луи де Бройля, волновые свойства электрона, волны де Бройля.

DOI: 10.7868/S0869587317080084

Луи де Бройль родился 15 июля 1892 г. в портовом городе Дьеп на берегу Ла-Манша. Аристократический род, из которого он происходил, дал Франции немало известных военных и политиков, а вот Луи и его старший брат Морис выбрали иную стезю, но также добились многого: Морис проявил себя как талантливый физик-экспериментатор, а Луи — как гениальный теоретик, ставший “крупнейшей фигурой французской физики XX века” [1, с. 61].

Начальное образование Луи де Бройль получил дома, а с 14 лет продолжил его в лицее, по окончании которого юноше была присвоена степень бакалавра по философии и математике. В 1910 г. он поступает на исторический факультет Парижского университета, но довольно скоро разочаровывается в своём выборе, им овладевают другие интересы. Благодаря Морису Луи узнаёт о состоянии физической науки того времени, а главное — постигает роль эксперимента в разгадке механизма физических явлений, его необходимость в построении будущей научной теории и в последующей проверке предсказанных доселе неизвестных явлений. Сильное впечатление на него произвели материалы Сольевского конгресса 1911 г., с которыми его познакомил Морис (он был секретарём конгресса): “Со страстью, свойственной молодости, я увлёкся



Луи де Бройль в год получения Нобелевской премии по физике

обсуждавшимися проблемами и решил посвятить все свои силы выяснению истинной природы таинственных квантов, глубокий смысл которых ещё мало кто понимал” [2, с. 347]. После испытанного им интеллектуального потрясения де Бройль оставляет занятия историей и переходит на факультет естественных наук, где в 1913 г. сдает экзамены на

ЩЕРБАКОВ Роберт Николаевич — доктор педагогических наук.

степень бакалавра, однако, по словам Ф. Франка, ещё некоторое время ощущает себя учёным-историком и всего лишь физиком-любителем. Ему потребуется немало усилий, чтобы овладеть необходимыми знаниями.

К началу деятельности де Бройль как физик-теоретик, наряду с классической механикой, электродинамикой и оптикой, уже имел дело с радиоактивным распадом, квантом энергии М. Планка и фотоном А. Эйнштейна, моделью атома Э. Резерфорда и теорией атома Н. Бора. Де Бройль штудировал новейшие учебные курсы, посещает семинар по теории относительности П. Ланжевена и, что оказалось весьма полезно для него, работает в лаборатории брата — одной из передовых в области рентгеновских и гамма-лучей. Именно общение с её сотрудниками побудило его начать собственные исследования основ квантовой теории. Морис, изучавший рентгеновские лучи и считавший их определённой комбинацией волны и частицы, не имел при этом ясных представлений о самой комбинации. Луи де Бройль вспоминал позднее: “Долгие беседы с братом о свойствах рентгеновских лучей... помогли мне глубоко понять необходимость обязательной связи волновой и корпускулярной точек зрения” [2, с. 348].

С началом Первой мировой войны де Бройль на пять долгих лет вынужден был оставить свои научные замыслы, отправившись служить сначала сапёром, а затем в войска радиосвязи. Демобилизовавшись в 1919 г., он возвращается в лабораторию брата, где работает над теорией рентгеновских лучей и фотоэффекта. Кстати, для будущей карьеры де Бройля его служба в армии оказалась полезной. В годы войны он не терял научного интереса к применению достижений физики, в частности радио, эволюция которого проходила в последующие десятилетия на его глазах, вплоть до последних изобретений в области волноводов, полупроводников, мазеров и лазеров.

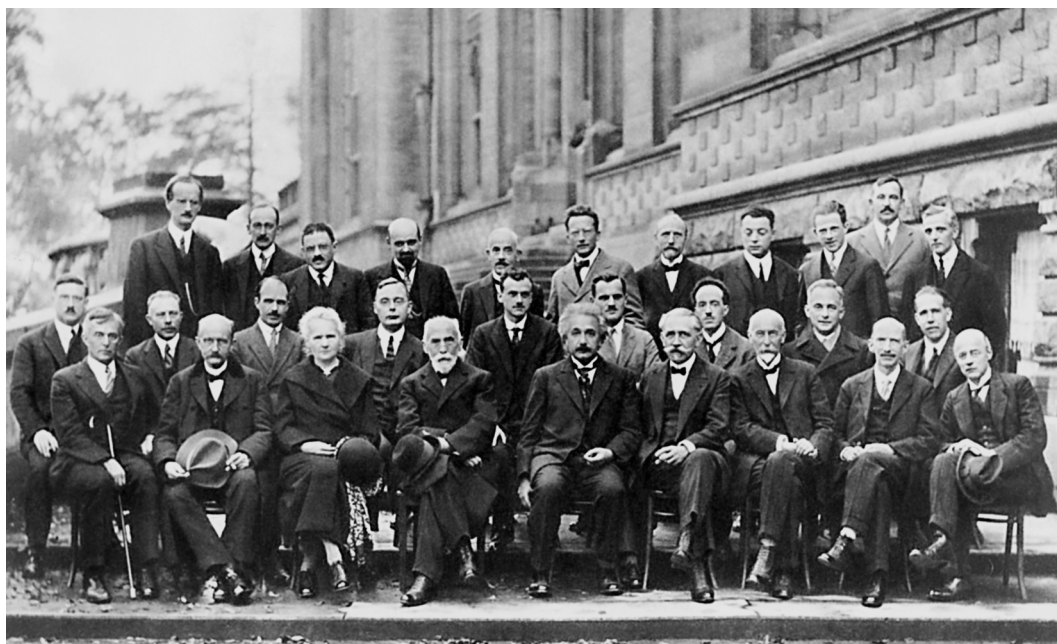
В первые три года после демобилизации де Бройль, опираясь на опыты по спектрам рентгеновских лучей и фотоэффекту, проводившиеся в лаборатории Мориса, выполняет ряд теоретических работ — они касаются объяснения наблюдавшихся явлений. Общей основой их толкования и предсказания новых эффектов для него послужила квантовая теория Бора. Де Бройль описывает фотон как реальную частицу с массой покоя, а в 1923 г., в продолжение этой идеи, открывает волновые свойства материи и выводит формулу для длины волны, связанной со всякой материальной частицей. Свои идеи, возникшие при анализе экспериментов и накопившихся трудностей в понимании квантовых и волновых свойств света и частиц, он формулирует в четырёх статьях, опубликованных в том же году в “Докладах Парижской академии наук”, а подробно обобщает результаты проведённых им исследований

в докторской диссертации, защищённой 29 ноября 1924 г. Гипотезу о квантах света он согласует в ней с интерференцией и дифракцией, обратится к аналогии аппаратов аналитической механики и волновой теории, к концепции фазовых волн, полагая, что “пучок электронов, проходящий сквозь узкое отверстие, также должен испытать дифракцию. <...> В этом направлении следует искать экспериментальное подтверждение наших идей” [3, с. 241, 242]. В частности, аналогия между траекториями частиц и лучами света получена де Бройлем через понятие действия. В итоге он реализовал идею о том, что квант действия служит связью корпускулярных и волновых представлений о частицах. Частота волны движущейся частицы равна её энергии, делённой на постоянную Планка, а длина волны — частному от деления этой постоянной на импульс частицы. Его вывод совпадает с выводом Эйнштейна для фотона и световой волны.

По воспоминаниям де Бройля, датированным 1955 г., он, ещё до представления диссертации на защиту, показал её П. Ланжевену, а тот — А. Эйнштейну, который, прочитав работу, сказал об авторе: “Он приподнял угол великого Занавеса” [4, с. 265]. Для де Бройля это стало “самой большой поддержкой” в его работе, а Эйнштейн, не ведая того, оказался “крёстным отцом” будущей волновой механики. Получив столь положительный отзыв, Ланжевен решил принять диссертацию к защите.

Свой труд де Бройль завершит скромно: “Я намеренно дал... нечёткие определения фазовой волны и периодического процесса, которые она, как кванты света, некоторым образом выражает. Теорию нужно, таким образом, рассматривать, скорее, как форму, физическое содержание которой не вполне установлено, а не как окончательно разработанную стройную схему” [5, с. 324]. Высоко оценив работу, оппоненты, однако, не поверили в реальность существования волн.

Между тем Эйнштейн в статье “Квантовая теория одноатомного идеального газа” (1925) обратит внимание на открытие французского учёного: “Каким образом материальной частице или системе материальных частиц можно сопоставить (скалярное) волновое поле, показал Л. де Бройль в своей работе, заслуживающей всяческого внимания” [6, с. 496]. С подачи Эйнштейна физики обратятся к этой работе, до того почти не замеченной подавляющим большинством из них. Идеи, высказанные де Бройлем, привели Э. Шрёдингера к созданию волновой теории и получению волнового уравнения, ценного простотой и возможностью решать широкий класс задач атомной физики. Однако сложности в разгадке физического смысла входящей в него волновой функции в виде её вероятностной трактовки, означавшей отказ от причинности в классическом её понимании, поставят новые вопросы перед де Бройлем и Шрёдингером [7].



Луи де Бройль на 5-м Сольвеевском конгрессе (во втором ряду третий справа). 1927 г.

С этого момента де Бройль займётся анализом понятий волновой механики Шрёдингера, получит релятивистское волновое уравнение для бесспиновых частиц, известное как уравнение Клейна—Фока—Гордона, и обсудит возможность согласования электромагнитной теории с волновой механикой. Итогом его поисков синтеза волн и частиц станет “теория двойного решения”. Её упрощённый вариант — теорию волны-пилота — он изложит на 5-м Сольвеевском конгрессе в 1927 г.

Свою теорию де Бройль построит в 1927–1928 гг. на следующих трёх постулатах:

- частица должна быть локализована в пространстве и описывать с течением времени некоторую непрерывную траекторию;
- волна должна быть физически реальной и распространяться в пространстве с течением времени;
- частица теснейшим образом связана со своей волной, и при этом её движение должно быть в некотором роде ведомым, определяемым распространением волны.

И далее: «Развивая эту идею, как “теорию двойного решения”, я убедился, что истинная физическая волна, сопровождающая частицу, должна выглядеть как некоторая волна, содержащая сильно концентрированную область очень большой амплитуды, которая и представляла бы частицу в узком смысле этого слова. <...> При этом частица оказывалась внедрённой в волну, а последняя представляла собой “горбообразное поле” или “сгусток поля”» [4, с. 71–75].

Уже в 1927 г. американцы К. Дэвиссон, Л. Джермер и англичанин Дж.П. Томсон, а в 1932 г. П.С. Тартаковский в СССР обнаружат дифракцию электронов. В итоге экспериментально подтвердится гипотеза де Бройля о наличии волн материи. И если в 1906 г. Дж. Дж. Томсон был удостоен Нобелевской премии за открытие электрона как частицы, то в 1937 г. его сын Дж.П. Томсон и К.Д. Дэвиссон получают её за обнаружение у него волновых свойств. При этом Дэвиссон заметит: “Мы должны признать, что при некоторых условиях удобно, если не необходимо, считать электроны волнами, а не частицами, и мы всё чаще и чаще употребляем такие термины, как дифракция, отражение, преломление и дисперсия, когда описываем их поведение” [3, с. 249]. Новые эксперименты с атомами и молекулами, протонами и нейтронами окончательно подтвердили предсказание де Бройля о двойственной природе материи.

Итак, дебройлевская идея сводится к тому, что движение частиц сопровождается волнами, чья частота и длина определяются энергией и импульсом частицы ($\lambda = h/p$). Расширив оптико-механическую аналогию Гамильтона для геометрической оптики до волновой, Шрёдингер приходит к выводу: движение частиц (электрона) должно обнаруживать свои волновые свойства в пространстве, размеры которого сравнимы с длиной волны де Бройля. Таким образом, если до де Бройля проблемы корпускулярно-волнового дуализма вещества не существовало, то он обнаруживает его, представив в виде физической концепции, содержащей

представления о симметрии между веществом и излучением. С помощью гипотезы о волнах материи он успешно объясняет существование стационарных орбит в атоме Бора, явления интерференции и дифракции частиц света и электрона.

Существенно, что стационарность орбит в атоме Бора, которая учёным ранее была неясна, благодаря де Бройлю получает теперь простое объяснение. Загадочное количественное постоянство в модели атома неизбежно вытекает из того обстоятельства, что объём электронных орбит целочисленно кратен длине волны электрона, в противном случае идущие друг за другом волны усиливались бы посредством наложения или взаимно гасились бы.

Вместе с тем попытки учёных выявить физическую природу волн де Бройля привели к тому, что М. Борн в 1926 г. предложил их статистическую интерпретацию, позволяющую сочетать атомизм частиц с их волновыми свойствами. Согласно ей, интенсивность волны, порождаемой частицей в каком-либо месте пространства, пропорциональна вероятности нахождения частицы в этом месте, причём её вероятностные свойства могут быть обнаружены в эксперименте со многими частицами.

Кстати, в 1923 г. американский физик А. Комптон экспериментально убеждает учёных в существовании квантов света, с чем согласится в 1925 г. и Н. Бор. В итоге Бор придёт к выводу, что излучение и атомные частицы одновременно обладают как волновыми, так и квантовыми свойствами, означающими проявление корпускулярно-волнового дуализма. Стремление сохранить в правах и волновую, и корпускулярную картины, а также понять роль соотношения неопределённости в квантовых процессах приводят Бора в 1927 г. к принципу дополнительности.

Таким образом, Комптон и де Бройль экспериментально и теоретически подтверждают наличие в природе корпускулярно-волнового дуализма. В их судьбах оказалось немало общего: оба родились в 1892 г., оба начали свой путь в науке с исследования рентгеновских лучей и оба в возрасте 31 года независимо друг от друга совершили свои главные открытия нобелевского масштаба. И тот факт, что работали они на разных континентах над одной и той же проблемой, лишний раз свидетельствует о том, что наука в своём развитии не знает границ.

Между тем на Сольвеевском конгрессе 1927 г., целиком посвящённом изучению электронов и фотонов, де Бройль выступит с теорией волны-пилота неудачно: «Я был разочарован, ибо школа “индетерминистов”, у которой там были многочисленные представители, по большей части молодые и непримиримые, оказала моим гипотезам холодный приём. <...> Обескураженный трудностями, с 1928 года я присоединился к почти единодушно принимаемой

точке зрения теоретиков квантовой физики, и с тех пор... её излагал и преподавал» [4, с. 278, 279].

К этому времени усилиями В. Гейзенберга, Н. Бора, М. Борна, П. Дирака, Э. Шрёдингера и других ведущих физиков было завершено создание квантовой механики в виде матричной и волновой и разработан математический аппарат. Её законы были признаны вероятностными, не имеющими той наглядности, что присуща законам механики классической. Но, оставаясь на позициях классического детерминизма, с этим не могли согласиться Х.А. Лоренц, М. Планк, А. Эйнштейн, Луи де Бройль, М. Лауэ.

Итак, пытаясь сохранить верность классическому детерминизму, но не сумев преодолеть математические трудности, де Бройль был вынужден признать вероятностную интерпретацию. Но его будущий отказ от неё станет первым сигналом намечившегося отклонения учёного от магистрального пути в развитии науки. Идти по нему у него уже не будет ни желания, ни сил. Разрыв в понимании микромира им и другими творцами квантовой механики со временем только увеличится.

Пока же, в 1928 г., Эйнштейн представит де Бройлю на Нобелевскую премию, по забывчивости написав в заявке, что тот “не довёл дело до конца ... не подумал о возможности экспериментальной проверки” наличия волн материи [8, с. 486]. На самом деле де Бройль ещё в 1923 г. подчёркивал важность экспериментальных результатов в обосновании своей главной научной идеи. В 1929 г. ему присуждается Нобелевская премия по физике “за открытие волновой природы электронов”. В своей нобелевской лекции, прочитанной 12 декабря 1929 г., Луи де Бройль замечает: “То, что привлекало меня в теоретической физике, — это загадка, которая всё более и более окутывала структуру материи и структуру излучений, по мере того как странное понятие кванта, введенное Планком в 1900 г. в его исследованиях излучения абсолютно чёрного тела, с каждым днём завоёвывало физику в целом” [5, с. 541]. “Я пришёл к идее... как для вещества и излучения, в частности для света, ввести одновременно понятие частицы и понятие волны... и допустить существование частиц, сопровождаемых волнами. Но поскольку частицы и волны не могут быть независимыми, так как они составляют, по выражению Бора, две дополнительные стороны действительности, необходимо установить параллелизм между движением частицы и связанной с ней волны” [5, с. 544]. В конце лекции де Бройль подчеркнёт: “Таким образом, чтобы описать свойства вещества так же хорошо, как и свойства света, надо одновременно говорить о волнах и частицах. Электрон больше не может рассматриваться как частица. Его необходимо ассоциировать с волной, и эта волна не является мифом. Можно измерять

длину волны и предвидеть явление интерференции” [5, с. 552]. Отсюда следует, что де Бройль в своих взглядах отдавал предпочтение волне.

По словам Ж. Лошака, ученика, сотрудника и биографа де Бройля, учёный подчёркивал, что получением Нобелевской премии он обязан именно Эйнштейну, так как не представлял, чтобы кто-то другой мог поддержать его. Он считал себя вечно обязанным Эйнштейну за успех своих идей и всей карьеры, так как без опоры на его научный авторитет он, возможно, запоздал бы с наблюдениями дифракции электронов. И даже если бы однажды наблюдал её, то не придавал бы значения достигнутому результату, не обрати Эйнштейн на это своего внимания. Кроме того, де Бройль был уверен, что смог осуществить свои работы, лишь воспользовавшись концом благоприятной эпохи: физика с тех пор настолько изменилась, что открытие, подобное сделанному им, стало невозможным. Он сказал об этом Ж. Лошаку весьма откровенно: “Думаю, что сегодня (разговор происходил в 1970-е годы. — *Р.Ш.*) я ничего не смог бы сделать” [5, с. 107].

С 1928 г. де Бройль усиленно занимается развитием теоретической физики во Франции: руководит аспирантами, читает курсы лекций, пишет статьи и книги. При этом, находясь в творческих поисках и сомнениях, касающихся верности своих гипотез, в частности о волне-пилоте, и господствовавшей в то время в европейском научном сообществе вероятностной интерпретации волновой механики, он уже не публикует ничего принципиально нового.

С оккупацией Франции в 1940 г. де Бройль с коллегами из Института Пуанкаре вначале меняет место жительства, затем возвращается в Париж и не покидает его до конца войны. После освобождения страны становится техническим советником Комиссии по атомной энергии, а в 1951 г. — членом её Совета.

Все эти годы он, вновь обратившись к своим научным идеям, пытается развивать их. В 1940 и 1942 гг. де Бройль публикует труд “Новая теория света”. Спустя год появляется его “Общая теория частиц со спином”. В 1949 г. выходит в свет работа “Волновая механика фотона и квантовая теория полей”. Для неё характерно обращение к идеям Бора, к которым он был вынужден примкнуть. Его концепция света базируется на модели в обычном физическом пространстве, с применением языка квантовой механики. Под влиянием статьи Д. Бома и некоторых результатов общей теории относительности, на которые внимание де Бройля обратил его ассистент Ж.П. Вижье, оживился интерес учёного к собственным первоначальным представлениям, и он вновь вернулся к причинному подходу. К тому же Вижье пытался разработать теорию двойного решения, согласованную с идеями Бома и с общей

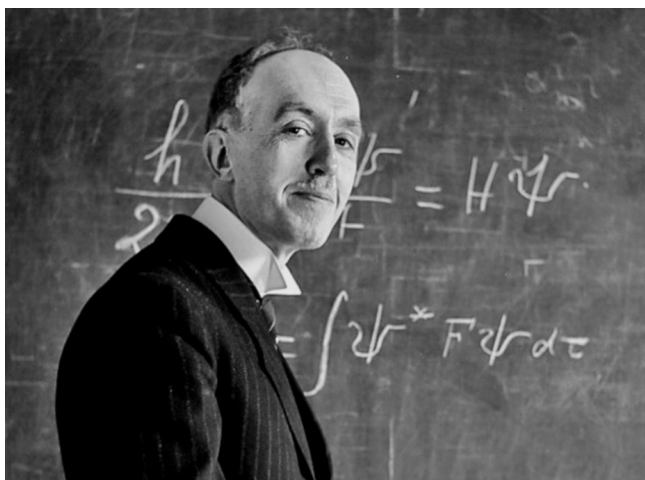
теорий относительности. Для де Бройля это показалось заманчивым.

Прояснив для себя этот новый взгляд на корпускулярно-волновой дуализм, де Бройль в конце октября 1952 г. читает в Центре синтеза в Париже лекцию соответствующего содержания. Причём уже в самом начале её он делает оговорку: “Хотя я не хочу утверждать, что можно восстановить детерминистскую концепцию в волновой механике в духе моих первоначальных идей, я думаю, тем не менее, что вопрос заслуживает пересмотра” [4, с. 239]. В своём выступлении де Бройль уже в который раз критически рассматривает вероятностную интерпретацию волновой механики, а затем в статьях и, наконец, в отдельной брошюре предлагает новое толкование своей прежней теории двойного решения, обогащённой рядом поправок. Однако появление его теории было воспринято физиками того времени весьма прохладно. И это, по мнению академика В.А. Фока, неудивительно, ибо общей чертой всех попыток де Бройля и его последователей “является их крайняя искусственность и полное отсутствие какой-либо эвристической ценности: ни одной новой задачи авторы этих попыток решить и не пытались. Напротив того, рассуждения их подгонялись (притом неубедительно) под заранее известный из квантовой механики результат. Таким образом, критерий практики решительно говорит против этого научного направления” [9, с. 462].

Как и Эйнштейн, де Бройль был мыслителем-одиночкой. Ему было присуще интуитивное мышление в виде простых образов. Отдавая должное силе и строгости абстрактных рассуждений, он вместе с тем был убеждён, что суть мышления — в конкретных образах, подчас неясных, меняющихся, нередко отбрасываемых как неверные. При этом он обращался к эволюции научных идей как в творчестве, так и в повседневном преподавании и просвещении общества.

Де Бройля и в 1952 г. поддерживало напутствие Эйнштейна 1927 г.: «Он мне сказал, что любая физическая теория, помимо всех расчётов, должна иметь возможность быть иллюстрированной столь простыми картинками, что “даже ребёнок должен их понимать”. Конечно, с чисто вероятностной интерпретацией волновой механики до этого было ещё далеко! <...> Он мне сказал: “Продолжайте, вы на правильном пути!”» [4, с. 279].

И тем не менее уже сама концепция науки, которая поддерживалась де Бройлем, его манера исследований и попытка вернуть в квантовую физику причинность в её классическом понимании, особенно в те десятилетия, когда в иной мир уходили один за другим её гениальные сторонники — Лоренц в 1928 г., Планк в 1947 г., Эйнштейн в 1955 г. и Шрёдингер в 1961 г., — породили его своеобразную изоляцию на том возрастном



Луи де Бройль — учёный и преподаватель

рубеже, когда практически для каждого человека начинается отставание от века.

В 1961 г. Н. Бор лекцией о Э. Резерфорде как бы посылает приближающемуся к своему 70-летию де Бройлю благодарность за его выдающуюся роль в создании квантовой механики, тем самым поддерживая его в последующей, но, к сожалению, уже не такой успешной деятельности и напоминая о его заслугах молодым физикам: “Луи де Бройль ещё в 1924 г. пришёл к сопоставлению поведения свободных материальных частиц и свойств фотонов. Особенно поучительным было обнаруженное им совпадение скорости частицы с групповой скоростью волнового пакета, образованного из компонент, длины волн которых заключены в узком интервале и каждая из которых связана со значением импульса эйнштейновским уравнением, связывающим импульс фотона и длину волны излучения” [10, с. 571].

Некая отстранённость де Бройля проявлялась не только по отношению к коллегам. По наблюдению Ж. Лошака, “он оказался непонятым, в частности, по той причине, что не принимал участия в общественной жизни. Он был как будто из иной реальности: по мировоззрению, происхождению, воспитанию и характеру... никогда не стремился стать его частью, несмотря на премии и почести, на университетский статус и принадлежность к многочисленным академиям” [5, с. 11].

Впрочем, это не мешает де Бройлю заниматься преподаванием. В 1928–1962 гг. он профессор Парижского университета, заведует кафедрой теоретической физики в Институте Анри Пуанкаре и там же организывает Центр по изучению современной теоретической физики. Научные идеи, используемые для подготовки и качественного воспитания молодых учёных Франции, нобелевский лауреат реализует в своих многочисленных выступлениях и книгах. Занимаясь наукой

и одновременно читая лекции студентам, де Бройль в ходе размышлений над общим и особенным этих двух важных видов деятельности приходит в 1959 г. к выводу, не потерявшему актуальности и сегодня: “Исследование непременно предполагает вечное беспокойство, преподавание как таковое стремится к установлению невозмутимой уверенности, которая противопоставляется беспокойству” [2, с. 345]. Придерживаясь вероятностного толкования волновой механики, и в своих учебных курсах, и в популярных лекциях де Бройль знакомил слушателей с уже устоявшимися в науке законами микромира, абстрагируясь от обуревавших его сомнений в справедливости их толкования.

Одними из последних работ де Бройля 1960–1970-х годов, посвящённых развитию детерминистской картины волновой механики, стали две его монографии: “Термодинамика изолированной частицы” и “Реинтерпретация волновой механики”. В первой из них предпринята попытка установить связь между механическим действием и энтропией, во второй — развить теорию двойного решения.

Де Бройль прожил почти 95 лет, первая треть которых завершилась гениальным открытием. Остальные 60 лет были заполнены безуспешными попытками сделать что-то ещё, хотя бы близкое к этому уровню. С годами разрыв между его поисками и главным путём движения науки увеличивался, что не лучшим образом сказалось на развитии французской теоретической физики в целом. По категоричному заявлению нобелевского лауреата С. Вайнберга, “за всю оставшуюся жизнь он не сделал практически ничего, что имело бы научное значение. Ни Шрёдингер, ни де Бройль не были удовлетворены [вероятностной] интерпретацией электронных волн. Возможно, это и объясняет, почему ни один из них не внёс далее существенного вклада в развитие квантовой механики” [11, с. 58, 59].

Учёный несколько десятилетий вёл семинар по проблемам физики. Вначале его посещали единицы, но на некоторое время он стал популярным, на нём выступали М. Борн, П. Дирак, А. Эйнштейн, Э. Ферми, В. Гейзенберг, Р. Милликен, В. Паули, И.Е. Тамм и другие. Однако из-за царившей на семинаре нетворческой атмосферы последователи де Бройля своими успехами в науке его не радовали. По воспоминаниям А. Абрагама, «ученики, собиравшиеся вокруг де Бройля, не отличались высоким интеллектуальным уровнем, а некоторые из них даже и порядочностью. Одним из признаков того была атмосфера восхищения, чтобы не сказать низкопоклонства, которой они окружали его. Например, не принято было говорить о “квантовой механике”, а только о “волновой механике”, ибо именно последняя была связана с дебройлевскими волнами» [1, с. 64].

При жизни Луи де Бройля во Франции в живых ещё оставались два нобелевских лауреата по физике — М. Кюри и Ж. Перрен. После их смерти в 1933 и 1942 гг. французская физика на протяжении четверти века не заработает ни одной Нобелевской премии. И только в 1966 г. её будут удостоены А. Кастлер, а в 1970 г. — Л. Неель. Но заслуги де Бройля в этом, то есть в воспитании молодых талантливых учёных, не было. Разумеется, это никак не принижает его вклада в науку. И если отношение в Европе к его идеям было подчас скептическим, то в СССР, начиная с 1924 г., Я.И. Френкель, И.Е. Тамм, О.Д. Хвольсон, В.Р. Бурсиан и другие обсуждали их и волновую механику в целом на съездах физиков, в журналах, а О.Д. Хвольсон в 1925 г. выдвигал его кандидатуру в номинанты Нобелевской премии. Необходимо отметить, что при участии самого де Бройля с 1956 г. между Францией и СССР налаживается стажировка учёных, специализирующихся в теоретической физике. Начиная с 1936 г. появляются переводы на русский язык его книг “Введение в волновую механику”, “Магнитный электрон”, “Революция в физике”, “По тропам науки”, а в 2014 г. выходят “Избранные научные труды”. Статьи о де Бройле публиковались с 1924 по 1988 г. в “Успехах физических наук”.

Итак, в квантовой механике сохранилось понятие “волны де Бройля”, а его формула длины волны, в которой отражены характеристики классических объектов — волны и частицы, но уже в совершенно новом дебройлевском физическом объекте, вошла в монографии и учебники физики. Подводя итоги спорам о его волнах, В.А. Фок в 1957 г. заметит: “Для атомного объекта существует потенциальная возможность проявлять себя либо как волна, либо как частица, либо промежуточным образом. Именно в этой возможности различных проявлений свойств и состоит дуализм волна—частица. Предложенная де Бройлем и его школой модель частицы, несомой волной, или модель частицы как особенной точки поля абсолютно непригодны” [9, с. 466].

Это мнение не отменяет того факта, что в момент развития квантовой механики волны материи де Бройля стали одним из важных открытий. Со временем его волны, обогатённые уравнением Шрёдингера, не только вошли в основание современной квантовой теории, но сыграли свою роль при создании электронного микроскопа, транзистора, лазера и в итоге — всей современной электроники. «Всей долгой научной деятельности Луи де Бройля можно подвести итог одной фразой: “Фотон, который — волна света, вместе с тем и частица, почему бы электрону, который — частица, не быть бы и волной материи”» [1, с. 367].

За годы работы в науке де Бройль опубликовал 240 статей, 47 научных, учебных и философских

книг. Он был удостоен многих французских и зарубежных премий, медалей, избран как во Французскую академию, так и в 18 академий наук мира, в том числе Академию наук СССР (1958). В 1973 г. для поддержки исследований фундаментальных проблем физики был создан Фонд Луи де Бройля, которому он распорядился передать свою Нобелевскую премию и дом для поддержки работы научного семинара. Первым президентом фонда стал его основатель Луи Неель, нобелевский лауреат. Позднее его сменил Ж. Лошак. По воспоминаниям Лошака, «последний раз на публике де Бройль появился на семинаре фонда осенью 1975 года в Национальной консерватории искусств и ремёсел. После семинара я проводил его до метро. По дороге он добавил: “Я больше не вернусь. Это уже не мой семинар, а ваш...”. Так закончилась карьера и общественная жизнь Луи де Бройля. Ему оставалось прожить 12 лет» [5, с. 75].

В 1981 г. де Бройль перенёс две серьёзные операции. Вскоре его перевезли в госпиталь в Нейли, где он пробыл несколько лет. Последние месяцы жизни он провёл в клинике Лувесьенна на западе Парижа, там он и скончался утром 19 марта 1987 г. на 95-м году жизни. Его похороны состоялись “без гербов и выступлений”, в присутствии сотни человек из близких родственников, учеников и друзей.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Абрагам А.* Время вспять, или Физик, физик, где ты был? М.: Наука, 1991.
2. *Де Бройль Л.* По тропам науки. М.: Изд-во иностранной литературы, 1962.
3. *Джеммер М.* Эволюция понятий квантовой механики. М.: Наука, 1985.
4. *Де Бройль Л.* Избранные научные труды. Т. 4. М.: Принт-Ателье, 2014.
5. *Де Бройль Л.* Избранные научные труды. Т. 1. М.: Принт-Ателье, 2010.
6. *Эйнштейн А.* Собрание научных трудов. Т. 3. М.: Наука, 1966.
7. *Щербаков Р.Н.* Эрвин Шрёдингер: яркая вспышка гения. К 125-летию со дня рождения великого учёного // Природа. 2012. № 6. С. 74–82.
8. *Пайс А.* Научная деятельность и жизнь Альберта Эйнштейна. М.: Наука, 1989.
9. *Фок В.А.* Об интерпретации квантовой механики // Успехи физических наук. 1957. Т. 62. Вып. 4. С. 461–474.
10. *Бор Н.* Избранные научные труды. Т. 2. М.: Наука, 1971.
11. *Вайнберг С.* Мечты об окончательной теории. М.: Едиториал УРСС, 2004.

ЭТЮДЫ ОБ УЧЁНЫХ

“НЕВЕЖЕСТВО СЛЕДУЕТ ОТНЕСТИ К НАИБОЛЕЕ БЕЗНАВСТВЕННЫМ ЯВЛЕНИЯМ”

К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ СМЕРТИ АКАДЕМИКА И.И. МЕЧНИКОВА

© 2017 г. Т.И. Ульянкина

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

Москва, Россия

e-mail: tatparis70@gmail.com

Поступила в редакцию 24.04.2016 г.

Статья посвящена творчеству выдающегося российского учёного, лауреата Нобелевской премии в области физиологии и медицины Ильи Ильича Мечникова. Особое внимание автор уделяет фундаментальному открытию клеточного иммунитета (фагоцитоза), которое определило дальнейшее развитие экспериментальной и теоретической иммунобиологии, сравнительной иммунологии, а также общепроизводственных основ инфекционной патологии и медицины.

Ключевые слова: эмбриология, внутриклеточное пищеварение, фагоциты, гуморальный и клеточный иммунитет, система иммунитета, ортобиоз, микробный антагонизм.

DOI: 10.7868/S0869587317080096

Илья Ильич Мечников относится к числу самых ярких представителей естествознания рубежа XIX и XX вв., изменивших развитие европейской и мировой науки. Он был избран действительным и почётным членом огромного числа российских и зарубежных академий, в 1883 г. стал членом-корреспондентом, а в 1902 г. почётным членом Императорской Санкт-Петербургской академии наук, входил во многие научные и профессиональные сообщества. В 1908 г. ему была присуждена Нобелевская премия в области физиологии и медицины. Всё это свидетельствует о его высочайшем авторитете в мировой науке.

С годами наследие И.И. Мечникова не превратилось в достояние истории, оно продолжает ощущать влияние на развитие самых разных направлений науки [1], судьба предопределила ему стоять у истоков многих из них. Во-первых, это исследовательские области, в которых он сам непосредственно работал, — биология, эмбриология, зоология, бактериология (микробиология), эпидемиология, патология, иммунология,

антропология, дарвинизм, философия, психоанализ и др. Во-вторых, Илья Ильич фактически создал целый ряд новых направлений, в том числе эволюционную эмбриологию (теория происхождения многоклеточных организмов), сравнительную биологию, сравнительную иммунологию, клеточную иммунологию, теоретическую иммунологию, иммуноморфологию, сравнительную патологию, геронтологию, демографию. Наконец, последнюю группу составляют области, получившие своё дисциплинарное оформление уже после смерти учёного, — неинфекционная иммунология, иммунопатология, иммунология старения, аллергология, трансплантология, иммуногенетика, иммунология эмбриогенеза, иммунология рака, экология (в частности, экология тела), этология, история науки.

Илья Ильич Мечников родился 3(15) мая 1845 г. в имении своего отца (сейчас деревня Ивановка) Купянского уезда Харьковской области. Опуская многие интересные подробности биографии молодого Мечникова, следует упомянуть о его раннем фундаментальном наблюдении, сыгравшем большую роль в научной судьбе учёного. Оно получило название гиссенского открытия, поскольку было сделано в 1865 г., во время стажировки Ильи Ильича в Гиссенском университете (Германия). Ему

УЛЪЯНКИНА Татьяна Ивановна — доктор биологических наук, главный научный сотрудник ИИЕТа им. С.И. Вавилова РАН.

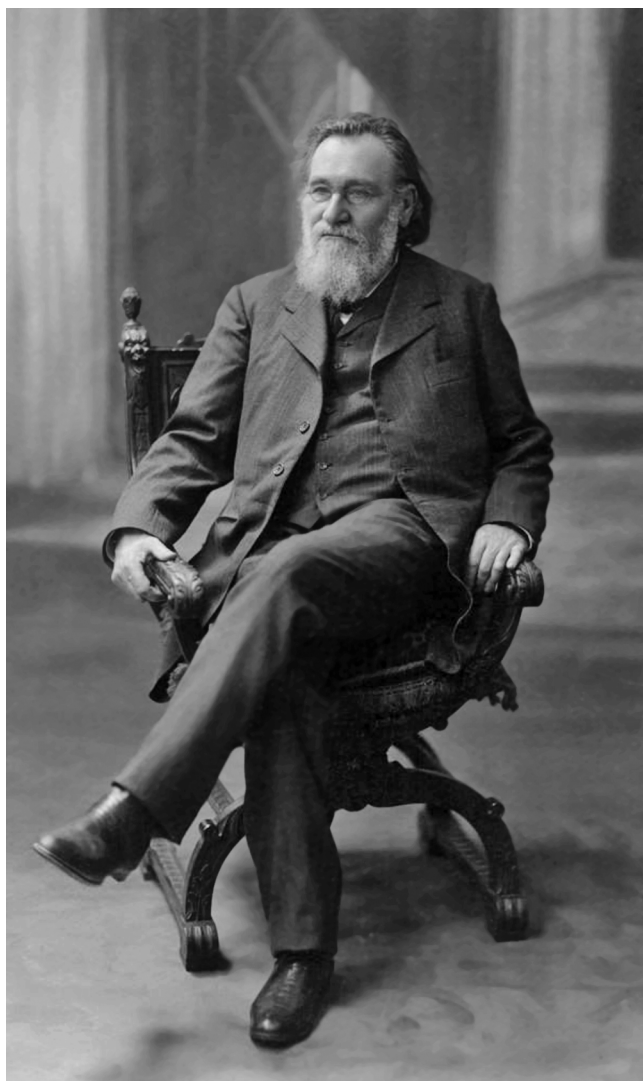
исполнилось тогда всего 20 лет, но он уже год как экстерном окончил четырёхгодичный курс естественного отделения физико-математического факультета Харьковского университета. Пройдя университетский курс в два раза быстрее положенного, Илья Ильич впоследствии часто сожалел об этом, поскольку в его образовании остались пробелы.

Изучая в Гиссене способы питания низших многоклеточных организмов (*Metazoa*), И.И. Мечников обнаружил у ресничного червя — земляной планарии (*Geodesmus bilineatus*) — отсутствие пищеварительной полости и пришёл к выводу, что акт пищеварения в данном случае осуществляется внутри подвижных клеток мезодермального происхождения, аналогично тому, как это происходит у одноклеточных (например, инфузории) и других простейших. Мечников доказал, что внутриклеточное пищеварение является эволюционно более древним, а внеклеточное, полостное формируется как вторичное. Так учёный получил важное свидетельство генетической связи между червями и простейшими, и это позволило ему теоретически обосновать генетическую связь *Protozoa* с первичными вымершими и ныне живущими *Metazoa* [2]. С этого момента проблему происхождения низших животных И.И. Мечников стал решать, изучая способы их питания.

ОТКРЫТИЕ ИММУННОЙ ФУНКЦИИ КЛЕТОК-ФАГОЦИТОВ. ТЕОРИЯ ИММУННОЙ СИСТЕМЫ И ИММУННОМОРФОЛОГИЯ

Через 17 лет, в декабре 1882 г., находясь в городке Ринго (пригород Мессины, Сицилия) на вилле с видом на залив, Илья Ильич вернулся к результатам гиссенских исследований и сделал другое фундаментальное открытие, обессмертившее его имя, — открытие *клеточного механизма иммунной защиты*. Проводя опыты на личинках прозрачных животных — медуз и морских звёзд, он произвёл переоценку подвижного и пожирающего характера клеток, связав их функцию не столько с пищеварением, сколько с защитой. Позже известный вирусолог Л.А. Зильбер так прокомментировал эту работу И.И. Мечникова: “Нужно было обладать изумительным даром научного воображения и предвидения, чтобы из наблюдений над реакцией личинок морской звезды на введённый в неё шип розы построить теорию, объясняющую самые интимные процессы невосприимчивости человека к заразным болезням” [3, с. 129].

Новую, защитную, а не пищеварительную функцию клеток И.И. Мечников назвал фагоцитозом, а мезодермальные по происхождению и амёбовидные по форме клетки — фагоцитами (от греч. *phagos* — пожирающий, *kytos* — клетка). Название



Илья Ильич Мечников. Париж. 1912 г.

для “пожирающих клеток” ему подсказали К. Гроббен и К. Гейдер — профессора зоологии Венского университета К. Клауса. Описание фагоцитоза стало первым в истории науки описанием активного ответа хозяина в форме клеточной реакции, направленной на уничтожение чужеродного тела. Таким главный вклад И.И. Мечникова в становление иммунологии во время его пребывания в Мессине. Будучи учёным-зоологом, далёким от проблем медицины, Илья Ильич в эксперименте на низших многоклеточных неожиданно не только нашёл недостающее звено своей гипотезы об эволюционном развитии многоклеточных организмов, но и открыл иммунную (защитную) функцию мезодермальных клеток соединительной ткани.

Гений И.И. Мечникова проявился в том, что он тотчас же уверенно вышел на широкие обобщения открытого им явления фагоцитоза. Он первым

пришёл к заключению, что иммунный ответ есть функция специализированных клеток, объединённых в единую функциональную систему — *иммунную систему*, и заявил об участии фагоцитов в таких важных процессах, как атрофия, метаморфоз, репарация, регенерация, воспаление и инфекция [4, с. 92].

Важнейшим для *фагоцитарной (клеточной) теории иммунитета*, предложенной И.И. Мечниковым, стало развитие представлений о способности фагоцитов секретировать широкий спектр регуляторных биологически активных веществ. Кроме того, уже в 1886 г. Илья Ильич ввёл представление о регуляторной роли нервных процессов и гипоталамуса в иммунной защите и воспалении с помощью *нейромедиаторов* (“цитаз”). Одновременно он описал путь эволюционного становления высших животных и человека, начиная с вымершего предка “фагоцителлы” — колониального типа одноклеточных организмов, похожего на личинку современных низших многоклеточных [5]. Помимо клеточной теории иммунитета (1883–1886), И.И. Мечников разработал *биологическую теорию воспаления* (1884–1891), *биологическую теорию старения* (1897), *теорию атрофии* (1901) и *теорию ортобиоза* (1907).

В августе 1883 г. на VII съезде естествоиспытателей и врачей, проходившем в Одессе, в докладе “О целебных силах организма” И.И. Мечников сообщил об открытии фагоцитоза и дал описание новой физиологической системы — иммунной. Для её названия он использовал терминологию, заимствованную у Гиппократов (“целебные силы организма”), а также предложил ещё ряд альтернативных названий: “фагоцитарная система”, “система сопротивления вредным влияниям”, “система органов медицинского или терапевтического пищеварения” [6]. К сожалению, все эти названия не были удачными. Трудно было рассчитывать на то, что медики поймут идеи зоолога И.И. Мечникова и примут его зоологическую терминологию. Неудивительно поэтому, что и само мечниковское описание системы иммунитета медики встретили с большим недоверием.

Илья Ильич угадал главную особенность иммунной системы — её *генерализованный характер*, обусловленный наличием огромного числа клеток, непрерывно циркулирующих через лимфу, кровоток, межклеточные пространства, и *экологическую специфичность* — тесное взаимодействие через кожу, пищеварительный тракт и лёгкие с внешним миром.

“Целебные силы”, о которых учёный рассказывал в своём одесском докладе, образовывали систему, включающую мигрирующие фагоциты, лимфоциты, соединительную ткань, селезёнку, костный мозг, пищеварительный канал, печень, лимфатические железы и почки (их роль оставалась под

вопросом). В 1886 г. к перечисленным элементам И.И. Мечников добавил миндалевидные железы и Пейеровы бляшки, открытые Дж. Биццерио и М. Риббертом.

Теория фагоцитоза, как и детальное описание физиологической системы иммунитета, ранее неизвестной ни биологам, ни медикам, рассматривается современной наукой как фундаментальное открытие, поскольку она содержит научное описание главного объекта иммунологических исследований — иммунокомпетентных клеток, объединённых в общую систему. В современной иммунологии название “фагоцит” не сохранилось. К фагоцитам сегодня относят нейтрофилы крови, клетки ретикулоэндотелиальной системы и микроглии, способные превращаться в активные макрофаги.

Иммунная функция тканевых и органных фагоцитов (лейкоцитов) — клеток, описанных в литературе задолго до Мечникова, была принципиально новой трактовкой для медицинской науки. До появления работ Ильи Ильича никем из учёных — патологов, морфологов, анатомов — она не обсуждалась. Выявить иммунную функцию лейкоцитарных клеток (фагоцитоз) имели шанс прежде всего немецкие и швейцарские патологи, в частности профессор Фрайбургского университета Э. Циглер (1849–1905). Однако он, как и его коллеги-патологи, прошёл мимо этого открытия, сосредоточив все свои усилия на создании подробной морфологической картины воспаления. Патологи полагали, что макрофаги, поглощая живых возбудителей, только способствуют разнесу инфекции по организму, поэтому их следует рассматривать как вредные, а не как защитные клетки. За вольное обращение с лейкоцитами работы Мечникова на долгие годы были причислены к научной фантастике и демагогии. Были и ненаучные мотивы открытого неприятия медиками работ учёного-зоолога, к тому же еврея из Российской империи, то есть по определению учёного “второго сорта”.

Если в 1887 г. Илья Ильич разделил фагоциты на две группы — макрофаги (современное название — мононуклеарные фагоциты) и микрофаги (или полинуклеарные фагоциты: нейтрофилы, эозинофилы и базофилы), то в 1890 г. в “Лекциях о фагоцитозе” он ввёл новую классификацию так называемых иммунокомпетентных клеток. В этой иммуноморфологии “фагоцит” и “лейкоцит” уже не являлись синонимами.

Лейкоциты, по Мечникову, объединяют три формы клеток. Первая из них — лимфоцит — характеризуется ядром и узкой полоской протоплазмы, она неподвижна и никогда не захватывает бактерий. Вторая представляет собой большие одноядерные лейкоциты, или макрофаги, рельефное, лопастной формы ядро которых красится анилиновыми

красителями. В них много протоплазмы, и они обладают активным амёбовидным движением. Третья форма — это микрофаги, мелкие лейкоциты, также хорошо красящиеся, многоядерные или имеющие одно ядро в стадии дробления.

Фагоциты И.И. Мечников разделил на две большие группы по их локализации: фиксированные и свободные (позже — моноциты крови). К фиксированным фагоцитам учёный отнёс эндотелиальные клетки сосудов, которые фиксированы, но могут давать протоплазматические отростки и таким образом захватывать и поглощать бактерии. В отличие от микрофагов, которые всегда нацелены на деструкцию чужеродных веществ, макрофаги, по Мечникову, участвуют не только в разрушении, но и в созидании, запуская фибропластические процессы и репаративные реакции самого организма и синтезируя для этого целый комплекс биологически активных веществ. По данным современной иммунологии, к таким веществам относятся факторы комплемента, индукторы миелопоэза, иммунорегуляторные белки и др.

Для естествознания и медицины конца XIX в. понятие иммунной системы, которое использовал И.И. Мечников по отношению к защитным силам организма, представляло собой очень высокий уровень обобщения. Иммунология как наука только зарождалась. Несмотря на большую практическую значимость работ Э. Дженнера и Л. Пастера по вакцинации (вакцина против оспы Дженнера, “живые” и “ослабленные” вакцины Пастера против бешенства, сибирской язвы, куриной холеры), теории, способной объяснить механизм естественной резистентности к патогенным возбудителям, как и теории, объясняющей иммунитет, создаваемый искусственно, с помощью вакцин, ещё не существовало. Иммунная система не была расшифрована ни на морфологическом, ни на химическом уровне. До открытия гуморального иммунитета оставалось семь лет. Бактериологи рассматривали микроб в качестве основного фактора инфекционного процесса и предпочитали связывать иммунитет с жизнедеятельностью микробов. Макроорганизм трактовался ими только как пассивная среда обитания микроорганизмов. Никто и не подозревал о наличии у высших животных и человека сложнейшей специализированной системы, ответственной за явление иммунитета.

На границе этих двух периодов произошло ещё одно важное событие: 29 ноября 1883 г. И.И. Мечников был избран членом-корреспондентом Императорской Санкт-Петербургской академии наук, главным образом по совокупности его работ по эмбриологии низших животных, сравнительной анатомии и зоологии. В то же время появились первые положительные отзывы на фагоцитарную

теорию, которые несколько успокоили Мечникова. В период с 1882 по 1886 г. в ранге “свободного джентльмена науки” он продолжал исследования в области сравнительной эмбриологии. Не имея определённого места работы, учёный много путешествовал (Россия, север и юг Италии, Гибралтар, север Африки) и одновременно вёл интенсивную экспериментальную работу. В 1886 г. он завершил многолетний труд по сравнительной эмбриологии и с головой ушёл в иммунологию, сравнительную патологию, медицинскую микробиологию.

ЖИЗНЬ И ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ВО ФРАНЦИИ

Судьбоносным для личной и научной биографии Ильи Ильича стал 1887 год, когда он и его жена Ольга Николаевна окончательно решили покинуть Россию. С целью поиска места будущей работы за рубежом Мечников посетил немецкие лаборатории в Висбадене, Мюнхене, Берлине, поскольку в его представлении именно Германия была меккой европейской и мировой науки. К огорчению и удивлению учёного, большинство немецких коллег, с которыми он встретился, негативно отнеслись к его клеточной (фагоцитарной) теории иммунитета. Особенно категоричен был Р. Кох. Отчаянные попытки И.И. Мечникова переубедить Коха, продемонстрировав ему экспериментальные результаты по фагоцитозу, закончились безрезультатно.

Илья Ильич был вынужден отказаться от мысли работать в Германии, и они с женой отправились в Париж, где осенью 1887 г. состоялась его встреча с выдающимся французским химиком и микробиологом Л. Пастером. Пастер был уже хорошо знаком с фагоцитарной теорией, которая, по его признанию, произвела на него глубокое впечатление. Узнав, что в Париже строится здание нового института с многочисленными лабораториями, создаваемого Пастером на средства, собранные по международной подписке, И.И. Мечников взял на себя смелость просить французского учёного о *honorary position* (почётной должности без оклада), а также о выделении одной-двух комнат, где он мог бы работать в качестве частного лица. Материальная обеспеченность избавляла И.И. Мечникова от необходимости обсуждать вопрос о жалованье. Приняв во внимание трудности финансирования института на начальном этапе его существования, Илья Ильич ещё долго продолжал отказываться от жалованья. В 1888 г. единственным сотрудником лаборатории морфологии низших организмов и сравнительной микробиологии, которую возглавлял И.И. Мечников, была его жена Ольга Николаевна Мечникова.

В общей сложности Илья Ильич проработал в Институте Пастера 28 лет. Именно во Франции русский учёный нашёл тот общественный порядок,

которого ему так не хватало в России. Он любил Институт Пастера, где ему отлично работалось и где он был окружён многочисленными учениками и стажёрами из разных стран. Он был членом редколлегии журнала “Труды Института Пастера” (“Annales de l’Institut Pasteur”), а также руководителем (вместе с французским микробиологом и будущим директором института Э. Ру и другими профессорами института) и педагогом Курсов микробиологии и иммунологии, традиционно проводившихся в институте с 1889 г. Курсы, получившие неофициальное название Микробиологических, или Курсов Ру–Мечникова, были предназначены для подготовки квалифицированных специалистов по микробиологии, иммунологии и смежным наукам. На этом поприще И.И. Мечников проявил себя выдающимся педагогом. В 1904 г. по просьбе Э. Ру, избранного новым директором Института Пастера, И.И. Мечников занял ответственный пост заместителя директора, который не оставлял до конца жизни. Илья Ильич был удостоен званий кавалера и офицера ордена Почётного легиона, члена-корреспондента Французской академии наук.

Вместе с тем И.И. Мечников никогда не порывал своих связей с Россией. Он был российским дворянином, статским советником, владел двумя поместьями в Малороссии и посещал Россию как по научным, так и по личным делам. Учёный сохранил российское гражданство и постоянно следил за состоянием науки в России, не улучшавшимся и после его отъезда. Так, в 1907 г. он напишет: “Наука в России переживает продолжительный и тяжёлый кризис. На науку не только нет спроса, но она находится в полнейшем загоне” [7, с. 5]. Стоит отметить, что Мечников всегда был очень чувствителен ко всем формам проявления антисемитизма в России. Позже в его отделе в Институте Пастера работало много учёных еврейского происхождения – выходцев из России, не получивших достойного признания у себя на родине, среди которых такие выдающиеся личности, как В.А. Хавкин, А.М. Безредка, супруги Евгений и Елизавета Вольманы, М.В. Вейнберг, – все они упрочили мировую славу Института Пастера.

К французскому периоду творчества И.И. Мечникова относятся его работы по иммунологическому надзору. Огромная заслуга учёного – введение в науку представления о естественном иммунитете как общебиологическом явлении, выходящем далеко за границы инфекционной патологии. Именно И.И. Мечникова следует считать первым автором современной концепции иммунологического надзора. Его рисунки дают изображение важнейших биологических феноменов, обусловленных реактивностью макро- и микрофагов, которая может быть направлена как на структуры, попавшие извне, так и на собственные структуры, ставшие организму

чужеродными. Имеются в виду старческая мышечная атрофия, вызванная “миофагами”; разрушение костного вещества “остеокластами”; поедание пигментного вещества волос “пигментофагами”, обуславливающее седину; метаморфоз у амфибий, когда пожирание собственных мускульных волокон с помощью “миофагов” приводит к уничтожению отдельных органов (например, хвоста у головастика); репаративные явления после ожога, вызванные образованием разветвлённых соединительнотканых клеток из тканевых фиксированных фагоцитов [8, с. 179]. То есть поедание фагоцитами собственных клеточных элементов приводит к разным биологическим последствиям: к патологии в случае атрофической дегенерации мышечной и костной ткани у пожилых людей или к нормальным биологическим явлениям, например, при метаморфозе у амфибий и репарации при ожогах.

С 1898 по 1908 г. в отделе И.И. Мечникова в Институте Пастера развернулись программные исследования по получению токсических иммунных сывороток и антител к разнообразным чужеродным клеткам: эритроцитам, лейкоцитам, тромбоцитам, сперматозоидам, клеткам костного мозга, а также органам экстрактам почек, селезёнки, печени, желудка, лёгких, плаценты, головного мозга, щитовидной железы. Цитолитические сыворотки обладали выраженной органоспецифичностью, что проявлялось в их способности даже при однократной инъекции вызывать морфологические повреждения соответствующего органа или ткани, за которыми, как правило, следовали нарушения функциональных свойств. Например, при введении сперматолитина терялась подвижность сперматозоидов. Большие дозы цитотоксинов вызывали подавление функции соответствующих клеточных элементов, тогда как малые дозы действовали активирующе. Помимо цитотоксинов, направленных против чужеродных клеток, русским патологом В.К. Линдеманом были получены аутоцитотоксины, то есть антитела к собственным клеткам почек [9]. Аутоиммунная цитотоксическая сыворотка при введении её здоровым животным того же вида вызывала специфические морфологические и функциональные изменения почек – так называемый нефрологический нефрит. Так была получена одна из первых экспериментальных моделей аутоиммунного заболевания – аутоцитотоксический нефрит, описанный Линдеманом в 1900–1901 гг. Однако по иронии судьбы открытие вошло в историю иммунопатологии под другим именем – японского патолога М. Мазуги, работавшего в Германии в 1933 г. К сожалению, такая историческая неточность характерна для некоторых открытий в иммунологии.

Работы по цитотоксическому иммунитету выявили парадоксальный характер иммунных реакций, способных не только защищать, но

и разрушать собственные структуры. Так родилось новое направление в иммунологии — *иммунопатология*, изучающая заболевания, в основе которых лежат расстройства иммунных механизмов. Современной иммунологией доказано, что цитотоксический механизм ответствен за патогенез аутоиммунных и аллергических заболеваний, поэтому подавление цитотоксической активности является одной из главных стратегий клинической иммунологии.

И.И. Мечников и его сотрудники по Институту Пастера расшифровали фагоцитоз как полноценный интегральный процесс, включающий в себя такие дискретные реакции (фазы), как хемотаксис, диапедез, миграция, аттракция, эндоцитоз, переваривание и цитотоксичность, и предложили использовать некоторые из реакций фагоцитоза (например, хемотаксис) в качестве диагностического теста. Илья Ильич всегда подчёркивал, что только при полноценности всех реакций фагоцитоза может быть гарантирован полноценный иммунитет. При выпадении хотя бы одной из фаз фагоцитоза вероятно развитие заболевания. Можно утверждать, что мечниковская трактовка была первым научным объяснением болезней, возникающих на основе иммунодефицита, то есть выпадения одного из механизмов клеточной защиты. К этому заключению современные иммунологи пришли только в 80-е годы XX в., когда столкнулись с явлением иммунодефицита, возникающего под действием ВИЧ. К настоящему времени отдельные фазы фагоцитоза, описанные И.И. Мечниковым, уже расшифрованы. Оказалось, что в отношении дискретности фагоцитоза учёный был совершенно прав. Известны сейчас и генетические дефекты, при которых выпадает одна или несколько из названных им фаз — либо хемотаксис, либо эндоцитоз, либо цитотоксичность.

С большой тревогой И.И. Мечников воспринимал открытия в области гуморального иммунитета, поскольку антитела вели себя как бы независимо от клеток. С 1890 г. описание открытий сопровождалось демонстрацией практического использования лечебных и диагностических антисывороток, обладающих высокой специфичностью (преципитины, агглютинины, лизины и др.). Большинство сторонников гуморальной теории проявляли пренебрежительное отношение к анализу клеточных механизмов защиты. И хотя автор самой смелой теории гуморального иммунитета П. Эрлих (1854—1915) был не склонен искать противоречия между клеточной и гуморальной теориями (он утверждал, что синтез антител так или иначе связан с клетками: согласно его гипотезе, антитела уже предсуществуют на поверхности клеток в форме рецепторов), клеточная теория И.И. Мечникова оказалась под сильным огнём критики.

Илья Ильич активно сопротивлялся оппозиции, противопоставлявшей клеточной активности высокую специфичность антител. В качестве контраргумента он выдвинул гипотезу, согласно которой антитела могут быть “стимулинами” — веществами, повышающими чувствительность фагоцитов к чужеродным бактериям. Тем самым И.И. Мечников предсказал открытие “опсонинов” — веществ гуморальной природы, усиливающих фагоцитоз. Он также продемонстрировал многообразие функциональных контактов фагоцитов с другими клетками и тканями. Современной иммунологией доказано, что большая часть изменений внешней и внутренней среды (крови, лимфы, соединительной ткани) действительно фиксируется и трансформируется системой мононуклеарных фагоцитов.

С настороженностью и волнением встречал Илья Ильич каждую работу, касающуюся роли антител в крови, так как они разрушали целостность клеточной теории иммунитета. Поэтому вскоре он и его сотрудники стали целенаправленно изучать гуморальные факторы крови и их удельный вес в иммунной защите. В итоге для разработки основ гуморального иммунитета школой И.И. Мечникова было сделано ничуть не меньше, чем её противниками. Так, в отделе, возглавляемом Ильёй Ильичом, будущий нобелевский лауреат Ж. Борде открыл комплемент, а Л. Дейч продемонстрировал синтез антител в кроветворных органах, богатых фагоцитами.

Отсутствие ярко выраженной специфичности фагоцитов по отношению к антигенам, а также иммунологической памяти (способности отвечать на повторное введение антигена) создавало впечатление, что такой древнейший механизм защиты, как фагоцитоз, сохранился в процессе эволюции как атавизм, как неспецифический фактор защиты. Лимфатическая система, напротив, приобрела в ходе эволюции структуры адаптивного иммунитета (гуморальные факторы), обладающие способностью к специфическому распознаванию, к которому фагоцитоз вряд ли может иметь какое-либо отношение. К сожалению, идея иммунной системы, как и идея примата клеточных реакций в иммунной защите, оказалась недооценённой ни патологами, ни бактериологами, ни гигиенистами, развернувшими многолетнюю дискуссию с И.И. Мечниковым.

Поэтому после долгих лет непризнания и изнурительных научных дискуссий, доведших И.И. Мечникова до нервного срыва и даже желания расстаться с жизнью, присуждение ему 10 декабря 1908 г. Нобелевской премии в области физиологии и медицины с формулировкой “за работы по теории иммунитета” и в паре с лидером оппозиционного направления П. Эрлихом стало настоящим триумфом учёного. Открытие нобелевских архивов

показало, что выдвижение Ильи Ильича началось ещё в 1901 г., одновременно с И.П. Павловым — первым российским нобелевским лауреатом (1904). В общей сложности за семь лет в Нобелевский комитет обратились 46 учёных из пяти стран мира, в том числе из США и России. Из российских номинаторов первым был патолог, профессор Новороссийского университета в Одессе, будущий директор Императорского Института экспериментальной медицины В.В. Подвысоцкий, который одновременно дал рекомендацию и на выдвижение И.П. Павлова [10, 11].

Рассказывая о достижениях И.И. Мечникова, нельзя не упомянуть о том, что он — автор аутоиммунной концепции клеточных механизмов старения. Согласно этой концепции, главные причины “самопоедания” макрофагами “благородных элементов тканей” при старческой атрофии — различия в сроках старения клеток и разнообразные нарушения межклеточных взаимодействий. Для снижения темпов старения и восстановления атрофированных элементов И.И. Мечников предлагал использовать либо антисыворотки, подавляющие фагоцитоз, либо сыворотки, стимулирующие деятельность “благородных” клеток. Таким образом, Илью Ильича можно считать родоначальником научной геронтологии, поскольку он вывел проблему изучения старости из традиционного медико-гигиенического в широкий контекст эволюционных биологических исследований.

Совершенно независимо И.И. Мечников пришёл к идее эволюционного происхождения смерти. В начале 80-х годов XIX в. А. Вейсман заявил о смертности соматических и бессмертности зародышевых (половых) клеток. Илья Ильич не согласился с этим заключением: проведённые им эксперименты на низших животных показывали, что бессмертность присуща многим, а не только зародышевым клеткам низших (например, кольчатых червей или полипов), однако на более высоких ступенях эволюции свойство быть бессмертным исчезает. Отсюда И.И. Мечников сделал вывод, что смерть есть итог эволюции, а не адаптивный процесс, как его представлял Вейсман.

В своих трудах “*Études sur la nature humaine*” (1903; русский перевод “Этюды о природе человека”, 1904) и “*Essai de philosophie optimiste*” (1907; русский перевод “Этюды оптимизма”, 1907) Илья Ильич предсказал наличие в живых организмах “биологических часов”, то есть генетическую запрограммированность индивидуальной продолжительности жизни — границы, за которую вид не может выйти. Старение и смерть в эволюции оказались важными элементами отбора, как и контроль над конечными размерами тела каждого вида. Однако, как считал И.И. Мечников, старение

и смерть у человека преждевременны и потому не физиологичны.

Кроме социальных факторов, одной из важных причин быстрого старения и преждевременной смерти Илья Ильич называл хроническое (кишечное) отравление организма бактериальными ядами. В 1903 г. он сформулировал идею “ответственности микробной флоры за дисгармонию человеческой природы” и предложил использовать микробный антагонизм для терапии инфекционных заболеваний. Эта же идея послужила логическим обоснованием для разработки учения об антибиотиках и лечения некоторых кишечных заболеваний специальными штаммами кишечной палочки [12].

И.И. Мечников наметил серию опытов по выведению животных в безмикробных средах. Методом безмикробного выращивания грудных детей заинтересовались акушеры Парижа. Хотя в то время о возможности создания безмикробных условий в клинике детских болезней ещё не могло быть и речи. С целью нейтрализации кишечной интоксикации И.И. Мечников рекомендовал вводить в кишечник с пищей молочнокислые продукты — болгарскую простоквашу, или йогурт. Так, по его мнению, можно ограничивать рост и развитие патогенных и условно аутогенных микробов и эффективно нейтрализовать токсичные продукты их жизнедеятельности.

Несомненно, большой научный интерес представляет и оптимистическая концепция ортобиоза И.И. Мечникова. Ортобиоз — это целая система самосовершенствования с целью достижения долгой, деятельной и бодрой старости, приводящей к развитию чувства насыщения жизнью и желанию смерти. Желание смерти, парадоксальное в своей основе, — идеал ортобиоза. Актуальными при этом становятся гигиена тела, которая, как сетовал Илья Ильич, ещё не заняла должного места в жизни человека. Она связана с волей и нравственным поведением, а они в свою очередь требуют научного образования. “Невежество, — писал в связи с этим И.И. Мечников, — следует отнести к наиболее безнравственным явлениям” [7, с. 244].

К концу своей жизни бывший пессимист И.И. Мечников учил человечество быть счастливым, жить и умирать в гармонии с природой. Философские труды учёного вызвали огромный резонанс. И хотя большинство современников попало под очарование его книг, видя в них кладёз мудрости и гуманизма, был и широкий фронт противников — от правых реакционеров до писателя Л.Н. Толстого.

Илья Ильич не успел до конца разработать теорию ортобиоза. Разразившаяся Первая мировая война сделала нелепыми его рассуждения о самодостаточной старости, естественной смерти и нравственном образовании человечества. Нормальная



Урна с прахом И.И. Мечникова в парадном зале Библиотеки Института Пастера

жизнь рушилась, Институт Пастера был переведён в ведение военного ведомства, стало невозможным заниматься наукой. Дорогостоящие обезьяны, на которых И.И. Мечников ставил эксперименты по сифилису, были убиты ввиду возможной осады Парижа и недостатка пищи. Илья Ильич, так неистово веривший в европейскую культуру, не мог примириться с идеей войны в цивилизованном обществе. Он был убеждён, что выяснять отношения между государствами нужно без кровопролития и смерти.

Именно в это сложное время — 14 декабря 1915 г. — французские врачи диагностировали у И.И. Мечникова тяжелейший миокардит, осложнённый лёгочным инфарктом. Состояние усугублялось пневмотораксом, учёному трижды выпускали по литру жидкости из лёгких. Болезнь быстро прогрессировала и причиняла ему невероятные страдания. Из Севра, где жили Мечниковы, Илью Ильича перевезли в больницу Института Пастера, где, сидя в постели (из-за боли и одышки), он продолжал работать: писал статьи по истории науки, вопросам пола, проблеме гениальности среди подростков и др. Это был его личный вызов тем жестоким обстоятельствам, в которых он находился. Весной (в марте—апреле) его посещали ученики из России, среди которых был его любимый ученик профессор

Л.А. Тарасевич, а также депутаты IV Государственной думы (А.И. Шингарёв, П.Н. Милуков, Б.А. Энгельгардт) и журналисты. Не было недостатка во внимании и со стороны французских коллег.

Во время болезни у Ильи Ильича возникла мысль о захоронении своего праха в Библиотеке Пастеровского института. “Что за похоронные шутки?”, — комментировал эту идею директор института Э. Ру [13, с. 213]. Мечников просил жену записывать его “последнюю главу жизни”, надеясь, что своим отношением к смерти он сможет уменьшить страх других перед нею. Ольга Николаевна вспоминала, что “за месяц до смерти Илью Ильича перенесли в бывшую квартиру Пастера. Это доставило ему очень большое удовольствие, т.к. он был ближе к своей лаборатории. Изредка он ещё надеялся вернуться в неё” [там же]. С начала июня 1916 г. состояние учёного ухудшилось, и врачи стали вводить ему пантопон (опийный наркотик). Он умер рано утром 2(15) июля 1916 г. в возрасте 71 года. Тело И.И. Мечникова было кремировано на кладбище Пер-Лашез в Париже, урна помещена на полку одного из шкафов в парадном зале Библиотеки Института Пастера. Тем самым французы до конца исполнили волю русского гения.

Ольга Николаевна немало пережила мужа, она умерла 24 июля 1944 г. (за несколько недель до освобождения Парижа) в клинике Пастеровского института в возрасте 86 лет. В 1926 г. по просьбе Л.А. Тарасевича она согласилась передать в Россию часть семейного архива, а оставшиеся документы обещала завещать и передать в Россию позже. Последняя воля О.Н. Мечниковой была исполнена в 1950 г. Документы 1926 г. и 1950 г. были объединены в фонд личного происхождения И.И. Мечникова в Московском отделении Архива Академии наук СССР (в настоящее время — Архив Российской академии наук, фонд № 584) [14].

ЛИТЕРАТУРА

1. Petrov R.V., Ulyankina T.I. The Genius of E.E. Metchnikoff — Discoveries over the Centuries // Bioscience Reports. 1996. V. 16. P. 189–205.
2. Мечников И.И. Об *Geodesmus bilineatus* (*Fasciola terrestris* O.F. Muller) европейской наземной планарии // Академическое собрание сочинений. В 16 томах. Т. 1. / Под ред. В.А. Догеля. М.: Медгиз, 1955. С. 63–73.
3. Зильбер Л.А. Основы иммунитета. М.: Медгиз, 1948.
4. Ульянкина Т.И. Зарождение иммунологии. М.: Наука, 1994.
5. Metchnikoff E. Embriologische Studien an Medusen. Ein Beitrag zur Genealogie der Primitiv-organe. Wiene: Holder, 1886. Русский перевод: Мечников И.И. Эмбриологические исследования над медузами. Материалы к генеалогии примитивных органов // Мечников И.И. Избранные биологические произведения / Под ред. В.А. Догеля и А.Е. Гайсиновича. М.: Изд-во АН СССР, 1950. С. 271–471.
6. Мечников И.И. О целебных силах организма // Протоколы VII Съезда русских естествоиспытателей и врачей в Одессе, 18–28 августа 1883 г. Приложение № 6. Одесса, 1883. С. 1–14.
7. Мечников И.И. Этюды оптимизма. Изд. 4-е / Послесловие и примечание А.А. Тишкова. М.: Наука, 1987.
8. Мечников И.И. Современное состояние вопроса о старческой атрофии // Русский архив патологии. 1899. Т. 7. Вып. 2. С. 210–225.
9. Линдеман В.К. Цитоллизин как причина токсических нефритов. М.: Типография Бархударяна, 1901.
10. Блох А.М. Архивы Нобелевского фонда приоткрываются: Иван Павлов и Илья Мечников // Природа. 2001. № 7. С. 3–9.
11. Черешнев В.А., Ульянкина Т.И. К 100-летию Нобелевской премии в области физиологии и медицины: И.И. Мечников (Россия) и П. Эрлих (Германия) — премия 1908 года “... за работы по теории иммунитета” // Российский иммунологический журнал. 2008. № 4. С. 363–377.
12. Мечников И.И. Молочные микробы и их польза для здоровья. СПб.: Изд-во Н.Н. Зворыкина, 1911.
13. Мечникова О.Н. Жизнь Ильи Ильича Мечникова. Изд. 2-е. М.: КомКнига, 2007.
14. Райков Б.Е. Очерк научной деятельности И.И. Мечникова // Рукописные материалы И.И. Мечникова в Архиве Академии наук СССР. Научное описание, тексты / Под ред. Г.А. Князева и Б.Е. Райкова. Труды Архива АН СССР. Вып. 18. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1960.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ
ОТДЕЛ

ПРЕЗИДИУМ РАН РЕШИЛ

(апрель 2017 г.)

- Провести 25, 26, 28 сентября 2017 г. Общее собрание членов РАН.

Согласно подпункту “и” п. 63 Устава РАН включить в повестку Общего собрания членов РАН выборы Президиума РАН, президента РАН, вице-президентов РАН, главного учёного секретаря Президиума академии и академиков-секретарей отделений академии.

Провести общие собрания отделений РАН по направлениям и областям науки и региональных отделений РАН 27, 29 сентября 2017 г.

Поручить главному учёному секретарю Президиума РАН академику РАН **М.А. Пальцеву** подготовить программу работы Общего собрания членов РАН и представить её в установленном порядке Президиуму РАН на утверждение.

- Утвердить главными редакторами журналов Отделения наук о Земле РАН с 11 апреля 2017 г. на новый срок — пять лет:

академика РАН **Г.С. Голицына** — “Известия Российской академии наук. Физика атмосферы и океана”;

академика РАН **В.М. Котлякова** — “Известия Российской академии наук. Серия географическая”.

**ОБ УТВЕРЖДЕНИИ ПОЛОЖЕНИЯ О ПОРЯДКЕ ВЫБОРОВ
ПРЕЗИДЕНТА РАН В 2017 ГОДУ**

ПОСТАНОВЛЕНИЕ ПРЕЗИДИУМА РАН

Рассмотрев проект Положения о порядке выборов президента РАН в 2017 г., подготовленный комиссией, утверждённой постановлением Президиума РАН от 28 марта 2017 г. № 60, Президиум РАН постановляет: утвердить Положение о порядке выборов президента РАН в 2017 г.; считать утратившим силу постановление Президиума РАН от 13 декабря 2016 г. № 217 “Об утверждении Положения о подготовке и проведении Общего собрания членов РАН, в повестку которого включён вопрос избрания президента РАН”.

**ПОЛОЖЕНИЕ О ПОРЯДКЕ ВЫБОРОВ ПРЕЗИДЕНТА РАН
В 2017 ГОДУ**

1. Настоящее Положение о порядке выборов президента РАН в 2017 г. определяет: порядок подготовки и проведения Общего собрания членов РАН, в повестку дня которого включён вопрос избрания президента РАН; порядок выдвижения кандидатов на должность президента РАН; процедуру проведения выборов президента РАН на Общем собрании членов РАН.

2. Выборы президента РАН проводятся в соответствии с п. 63, 66–68, 81 Устава РАН.

3. Дата проведения Общего собрания членов РАН, в повестку дня которого включён вопрос

избрания президента РАН, устанавливается Президиумом РАН.

Сообщение Президиума РАН о созыве Общего собрания членов РАН публикуется на официальном сайте РАН в информационно-телекоммуникационной сети Интернет (www.ras.ru) не позднее, чем за 4 месяца до проведения выборов президента РАН. Президиум РАН для повышения информационной открытости выборов президента РАН дополнительно публикует соответствующее сообщение в журнале “Вестник Российской академии наук”, в газете “Поиск” и в других средствах массовой информации.

4. Право выдвижения кандидатов на должность президента РАН предоставляется бюро отделений РАН по областям и направлениям науки, президиумам региональных отделений РАН, а также членам РАН в порядке, установленном настоящим Положением.

Выдвижение кандидата на должность президента РАН бюро отделения (президиумом регионального отделения) РАН осуществляется на основании предложений, поступивших от членов РАН, состоящих в отделении (региональном отделении) РАН.

Бюро отделения (президиум регионального отделения) РАН выдвигает одного кандидата на должность президента РАН.

Выдвижение кандидата на должность президента РАН членами РАН осуществляется с письменного согласия кандидата письмом на имя президента РАН, подписанным не менее чем 50 членами РАН. Одним письмом выдвигается один кандидат.

5. Выдвижение кандидатов на должность президента РАН бюро отделений (президиумами региональных отделений) РАН, а также членами РАН осуществляется не позднее, чем за 2 месяца до даты проведения Общего собрания членов РАН, в повестку дня которого включён вопрос избрания президента РАН.

6. При выдвижении кандидата на должность президента РАН на заседании бюро отделения (президиума регионального отделения) РАН могут присутствовать члены РАН, не входящие в состав бюро отделения (президиума регионального отделения) РАН.

На заседании бюро отделения (президиума регионального отделения) РАН рассматриваются все предложенные кандидатуры. В обсуждении кандидатур вправе принять участие члены РАН, присутствующие на заседании бюро отделения (президиума регионального отделения) РАН.

7. Выдвижение кандидата на должность президента РАН бюро отделений (президиумами региональных отделений) РАН осуществляется тайным голосованием.

В бюллетень для тайного голосования включаются все предложенные кандидаты, давшие письменное согласие баллотироваться на должность президента РАН.

В тайном голосовании по выдвижению кандидата на должность президента РАН принимают участие только члены РАН, входящие в состав бюро отделения (президиума регионального отделения) РАН.

Выдвинутым бюро отделения (президиумом регионального отделения) РАН считается кандидат на должность президента РАН, получивший при

тайном голосовании наибольшее число голосов, при этом набравший более 50% голосов от принявших участие в голосовании.

8. Для регистрации кандидата на должность президента РАН в Управлении кадров РАН не позднее, чем за 2 месяца до проведения Общего собрания членов РАН представляются: постановление бюро отделения (президиума регионального отделения) РАН по выдвижению кандидата на должность президента РАН с приложением протокола счётной комиссии с результатами тайного голосования и явочного листа (листа выдачи бюллетеней) с подписями членов бюро отделения (президиума регионального отделения), лично принявших участие в голосовании, а также письменного согласия кандидата баллотироваться на должность президента РАН или, в случае выдвижения членами РАН, письмо о выдвижении кандидата на должность президента РАН с подписями членов РАН, поддержавших данную кандидатуру, с приложением письменного согласия кандидата баллотироваться на должность президента РАН.

9. Список зарегистрированных кандидатов на должность президента РАН публикуется на официальном сайте РАН и в газете "Поиск" по окончании установленного Президиумом РАН срока представления документов, предусмотренных п. 8 настоящего Положения.

Зарегистрированные кандидаты на должность президента РАН вправе представить свою предвыборную программу для размещения на официальном сайте РАН.

10. В случае, если к началу процедуры выборов президента РАН на Общем собрании членов РАН не будет ни одного зарегистрированного кандидата на должность президента РАН, Общее собрание членов РАН принимает решение о выдвижении новых кандидатов на должность президента РАН, устанавливает сроки выдвижения и регистрации кандидатов и срок работы данного Общего собрания членов РАН.

11. Общее собрание членов РАН рассматривает и утверждает сформированные Президиумом РАН составы счётной комиссии и секретариата Общего собрания членов РАН, которые осуществляют свою деятельность в соответствии с Положением о счётной комиссии и секретариате Общего собрания членов РАН, утверждённым Президиумом РАН.

12. Председательствующий объявляет список зарегистрированных кандидатов для избрания на должность президента РАН.

13. Кандидат на должность президента РАН имеет право на выступление перед Общим собранием членов РАН в соответствии с утверждённым

Общим собранием членов РАН регламентом выступлений кандидатов и обсуждения кандидатур.

14. После обсуждения кандидатур на должность президента РАН участниками Общего собрания членов РАН проводится тайное голосование по вопросу избрания президента РАН.

15. Председатель счётной комиссии объявляет утверждённую Президиумом РАН форму бюллетеня и порядок голосования.

В бюллетень включаются все зарегистрированные кандидаты на должность президента РАН в алфавитном порядке.

Участник Общего собрания членов РАН может отдать свой голос за одного кандидата на должность президента РАН.

16. Кандидат на должность президента РАН считается избранным Общим собранием членов РАН президентом РАН, если он получил большинство — не менее двух третей голосов от общего числа голосов членов РАН, принявших участие в голосовании.

Если в бюллетень для тайного голосования включён один кандидат, то проводится один тур голосования.

Если в бюллетень для тайного голосования включены два (и более) кандидата и по итогам голосования в первом туре президент РАН не будет избран (ни один из кандидатов не наберёт

необходимого числа голосов), проводится второй тур голосования.

В бюллетень для тайного голосования на втором туре включаются два кандидата, набравшие большее число голосов.

Если по итогам первого тура голосования два (и более) кандидата наберут равное и большее, чем остальные кандидаты, число голосов, то в бюллетень для голосования во втором туре включаются указанные кандидаты.

Если во втором туре тайного голосования президент РАН не будет избран (ни один из кандидатов не наберёт необходимого числа голосов), проводится третий тур тайного голосования.

Для проведения третьего тура в бюллетень для тайного голосования включается один кандидат, набравший во втором туре наибольшее число голосов.

Если по итогам второго тура голосования два (и более) кандидата наберут равное и большее, чем остальные кандидаты, число голосов, то в бюллетень для голосования в третьем туре включаются указанные кандидаты.

17. Если по итогам тайного голосования в трёх турах президент РАН не будет избран, назначаются новые выборы президента РАН.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОТДЕЛ

ЮБИЛЕИ

АКАДЕМИКУ РАН В.В. ГЛУХОВЦЕВУ – 80 ЛЕТ



Владимир Всеволодович ГЛУХОВЦЕВ — крупный учёный-селекционер, автор более 200 научных публикаций, в том числе 4 монографий, нескольких учебников для вузов, а также 9 авторских свидетельств, патентов на сорта и изобретения. Им проводится анализ современного состояния

зернового производства в Среднем Поволжье, предлагаются пути решения проблем АПК, внедряются в производство новые сорта селекции, репродуцируются новые кормовые культуры.

Учёным внесён значительный вклад в решение проблем устойчивости сортов ярового ячменя к болезням и вредителям. В селекционный процесс внедрён индуцированный (химический) мутагенез, позволивший впервые создать остепадные сорта ярового ячменя. Предложена концепция придания сортам комплексной устойчивости к неблагоприятным экзобиотическим факторам в засушливых условиях Среднего Поволжья, высокой потенциальной продуктивности, отзывчивости сортов на благоприятные условия вегетации. Показаны пути решения проблемы, одним из которых является метод идентификации генотипа по фенотипу. Важное дополнение концепции комплексной селекции

— концепция управления урожаем через норму реакций генотипов на условия внешней среды, которая проявляется в различиях сортов по модификационной изменчивости урожайности на технологические агроприёмы и совокупность абиотических и биотических факторов.

Владимир Всеволодович предложил пути комплексного решения проблем пивоваренного производства для регионов России, традиционно не выращивающих ячмень для этих целей. В Среднем Поволжье создан и внесён в “Книгу пивоваренных сортов России” высококачественный сорт ярового ячменя Волгарь, стабильно формирующий зерно с хорошими пивоваренными качествами даже в засушливые годы.

В.В. Глуховцев — заместитель директора по научно-исследовательским работам, руководитель Селекционного центра, член Всероссийского общества генетиков и селекционеров, эксперт РАН, член Координационного совета по проблемам развития сельского хозяйства при правительстве Самарской области, член редколлегии журнала “Аграрный вестник Юго-Востока”. Среди его учеников 2 доктора и 16 кандидатов наук.

В.В. Глуховцев — заслуженный агроном РФ, награждён орденом Дружбы, золотой медалью им. П.П. Лукьяненко РАСХН, Почётным знаком губернатора Самарской области “За труд во благо Земли Самарской”.

АКАДЕМИКУ РАН В.И. КОНЕНКОВУ – 70 ЛЕТ



Владимир Иосифович КОНЕНКОВ — известный учёный в области клинической лимфологии, клинической иммунологии и иммуногенетики, автор более 600 научных публикаций, в том числе 18 монографий, а также 4 авторских свидетельств и 22 патентов. Им внесён значительный вклад

в выявление генетических механизмов формирования патологического процесса, в изучение генетической детерминированности функциональных свойств лимфоидных клеток, во многом реализующих защитные свойства лимфатической системы.

Под руководством учёного ведутся пионерные исследования по молекулярно-генетическим механизмам регуляции межклеточных взаимодействий в ходе воспалительных процессов при различных заболеваниях человека. С помощью исследования структуры регуляторных участков генов

интерлейкинов, продуцируемых лимфоидными клетками, доказано, что от их вариантов прямо зависит уровень продукции провоспалительных цитокинов, что предопределяет исход взаимодействия организма человека с инфекционными агентами и характер течения заболевания. Создана уникальная система иммуногенетического прогноза предрасположенности человека к заболеваниям онкологической, дисметаболической, аллергической, аутоиммунной и инфекционно-воспалительной природы.

Широкое признание получили результаты исследований Владимира Иосифовича по проблемам экологии, в которых впервые была доказана генетическая природа реакций организма человека на воздействие таких экстремальных экологических факторов, как проживание в приполярных регионах и радиационные воздействия ядерных производств и ядерных полигонов.

В.И. Коненков работал заместителем директора по науке Института клинической иммунологии СО РАМН, 11 лет — директором Научно-исследовательского института клинической и экспериментальной лимфологии, был заместителем председателя по научной работе СО РАМН. В настоящее

время он научный руководитель НИИ клинической и экспериментальной лимфологии и ведущий лабораторией клинической иммуногенетики, член Объединённого совета СО РАН по медицинским наукам, член президиума Российского научного общества иммунологов, член президиума Российской ассоциации по остеопорозу, член правления Российской ассоциации ревматологов, председатель правления Сибирского общества ревматологов, член правления Российского общества лимфологов, член Экспертного совета при главном специалисте ревматологе Минздрава России, эксперт РАН, член Европейской федерации иммуногенетиков, Европейской антиревматической лиги, Международного общества лимфологов, член редколлегий 10 научных журналов. Среди его учеников 8 докторов и 24 кандидата наук.

В.И. Коненков — заслуженный деятель науки РФ, награждён медалью ордена “За заслуги перед Отечеством” II степени, золотой медалью президиума Российского научного общества иммунологов, медалью Российского научного медицинского общества терапевтов, орденом Пирогова и медалью им. П. Эрлиха Европейской академии естествознания, почётным знаком “Золотая сигма” СО РАН.

АКАДЕМИКУ РАН В.А. КОРОТЕЕВУ — 80 ЛЕТ



Виктор Алексеевич КОРОТЕЕВ — крупный учёный-геолог, автор и соавтор более 400 научных публикаций, в том числе 13 монографий. Им внесён значительный вклад в организацию науки на Урале, он возглавляет уральскую научную школу “Геодинамика, магматизм и металлогения Урала как основа рудной

базы региона”. Он один из ведущих в России исследователей в области вулканологии и металлогении вулканических образований, геодинамики и металлогении складчатых систем, теории тектонических и металлогенических процессов.

Учёный является основателем нового научного направления — палеовулканология и главой научной школы палеовулканологии на Урале. Им выполнены исследования структурных и вещественных особенностей палеозойского вулканизма на Урале, вызвавшего образование крупнейших медно-колчеданных месторождений, обеспечивающих нашу страну медью, цинком, серебром и золотом; изучены офиолитовые комплексы региона,

что послужило основой прогнозирования и поиска месторождений металлов платиновой группы и хромитов.

Виктор Алексеевич решает проблемы обеспечения алюминиевой промышленности страны глинозёмсодержащим (кианитовым) природным сырьём и сырьём, получаемым при переработке различных видов техногенных отходов горнорудного, металлургического и других производств.

В.А. Коротеев — организатор ряда новых геологических подразделений в УрО РАН и РАН, в частности, Института минералогии УрО РАН в Миассе, Института горного дела УрО РАН в Екатеринбурге, Горного института УрО РАН в Перми, член бюро Отделения наук о Земле РАН, член Президиума УрО РАН, председатель Комиссии по вулканологии и палеовулканологии Межведомственного петрографического комитета РАН, организатор и главный редактор журнала “Литосфера” УрО РАН. Среди его учеников 12 докторов и 20 кандидатов наук.

В.А. Коротеев — лауреат Государственной премии РФ, премии Правительства РФ в области науки и техники, Демидовской премии, награждён орденом Дружбы народов, медалью “За трудовую доблесть” и другими наградами.

АКАДЕМИКУ РАН В.И. ОСИПОВУ – 80 ЛЕТ



Виктор Иванович ОСИПОВ – крупный учёный в области инженерной геологии, грунтоведения и геоэкологии, эксперт при решении сложных инженерно-строительных задач, инженерно-геологических и природоохранных проблем, возникающих при строительстве крупнейших объектов, автор более 600

научных публикаций, в том числе 17 монографий. Им внесён значительный вклад в изучение геоэкологических проблем, физико-химической механики грунтов, оценку рисков природных и техногенных опасных процессов; развита теория формирования прочности и деформирования грунтов в ходе их литогенеза и физико-химическая теория эффективных напряжений в грунтах; создана технология укрепления грунтов и повышения их несущей способности методом “Геокомпозит”; усовершенствованы технические средства и методики инженерно-геологических изысканий.

Работы учёного способствовали решению проблем, связанных с экологическим риском, налаживанию экологического мониторинга, предупреждению природных катастроф при планировании устойчивого развития мегаполисов. Под его руководством разработана методика крупномасштабного картирования городских агломераций, создан

уникальный комплект крупномасштабных геологических карт территории Москвы, проведено инженерно-геологическое районирование города для строительного освоения. Он авторитетный эксперт проектов ряда строящихся объектов Москвы.

В.И. Осипов – научный руководитель Института геоэкологии им. Е.М. Сергеева РАН, член бюро Отделения наук о Земле РАН, председатель Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии, член Экспертного совета МЧС России, Общественного экологического совета Минприроды России, экспертной группы по оценке научных отчётов РАО “Газпром”, Международного геологического общества, почётный профессор МГУ им. М.В. Ломоносова, главный редактор журнала “Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология”. Среди его учеников 1 доктор и 18 кандидатов наук.

В.И. Осипов – Почётный строитель России, Почётный работник охраны природы, Почётный изыскатель, Почётный горняк, лауреат Государственной премии СССР, премии Правительства РФ в области науки и техники, премии Мэрии Москвы в области охраны окружающей среды, награждён медалью ордена “За заслуги перед Отечеством” I и II степени, медалью им. Ганса Клооса Международной ассоциации инженерной геологии, почётными знаками “Отличник разведки недр” и “За отличные успехи в работе в области высшего образования СССР”.

ЗОЛОТАЯ МЕДАЛЬ ИМЕНИ В.М. БЕХТЕРЕВА 2017 ГОДА – Н.Г. НЕЗНАНОВУ



Президиум РАН присудил золотую медаль им. В.М. Бехтерева 2017 г. доктору медицинских наук Николаю Григорьевичу Незнанову (Санкт-Петербургский научно-исследовательский психоневрологический институт им. В.М. Бехтерева) за серию работ по психофизиологии психических расстройств.

Н.Г. Незнановым было проведено комплексное изучение соотношения биологического, психологического и социального аспектов в возникновении и развитии психических расстройств. Научные исследования в области диагностики и терапии

психических расстройств были сконцентрированы на психофизиологических и эволюционных аспектах психопатологии и принципах организации работы мозга, а также на разработке эндофеноменологической классификации депрессий.

Н.Г. Незнановым сформулированы принципы персонализированного назначения антипсихотиков и антидепрессантов, развивается фармакогенетическое направление психофармакотерапии и лекарственной резистентности депрессий.

Под руководством Н.Г. Незнанова проведены исследования этиопатогенеза психических расстройств, протекающих с когнитивным дефицитом, а результатом стала комплексная клинико-динамическая оценка механизмов развития психотических и нейропсихотических нарушений у больных эндогенными психозами.

НАГРАДЫ И ПРЕМИИ

ЗОЛОТАЯ МЕДАЛЬ ИМЕНИ Н.Н. БЛОХИНА 2017 ГОДА – Ю.С. СИДОРЕНКО



Президиум РАН присудил золотую медаль им. Н.Н. Блохина 2017 г. академику РАН Юрию Сергеевичу Сидоренко за серию работ по теме “Патогенетические аспекты развития опухоли и оптимизация методов диагностики, хирургического и лекарственного лечения пациентов со злокачественными новообразованиями”.

Серия работ посвящена разработке приоритетных направлений современной онкологии, таких как ранняя диагностика и эффективное прогнозирование течения рака, комплексный патофизиологический мониторинг опухолевой болезни, психологические и духовные аспекты раковой болезни,

эффективная химио- и биотерапия рака на основе аутологичных естественных биологических жидкостей организма, а также суперрасширенным, функционально щадящим и органосберегающим операциям. Под руководством Ю.С. Сидоренко впервые в мировой практике реализована идея растворения и инкубации противоопухолевых препаратов в аутосредах организма, что обеспечивает адресную транспортировку цитостатиков к опухоли при резком снижении их токсичности.

Методики, разработанные Ю.С. Сидоренко, имеют большое значение в лечении онкологических больных и позволяют повысить эффективность химиотерапии как в случаях, когда она традиционно приемлема, так и для получения выраженного терапевтического эффекта, когда традиционная химиотерапия принципиально неэффективна.

ЗОЛОТАЯ МЕДАЛЬ ИМЕНИ ЛЕОНАРДА ЭЙЛЕРА 2017 ГОДА –

И.Р. ШАФАРЕВИЧУ



Президиум РАН присудил золотую медаль им. Леонарда Эйлера 2017 г. академику РАН Игорю Ростиславовичу Шафаревичу (посмертно) за выдающийся вклад в теорию чисел и алгебраическую геометрию.

И.Р. Шафаревич внёс фундаментальный вклад в развитие теории чисел, алгебры, алгебраической геометрии. В алгебраической теории чисел им получены доказательства общего закона взаимности, решение обратной задачи теории Гауля полей алгебраических чисел для разрешимых групп,

решение проблемы башни в теории полей классов, вычисление групп Гауля 1-расширений локальных и глобальных полей. В алгебраической геометрии ему принадлежат классификация пучков эллиптических кривых, теорема Торелли для поверхностей типа КЗ, описание строения группы главных однородных пространств абелевых многообразий над глобальными полями. Среди работ И.Р. Шафаревича по алгебре наиболее известны классификация градуированных алгебр Ли конечной характеристики, теория деформаций нильпотентных алгебр, описание структуры бесконечномерных групп автоморфизмов аффинной плоскости. Начиная с 1960-х годов И.Р. Шафаревич создавал российскую школу алгебраической геометрии, получившую широкое международное признание.

МЕЖДУНАРОДНАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ПРЕМИЯ “ГЛОБАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ” 2017 ГОДА

Премии “Глобальная энергия” в 2017 г. удостоен учёный из Швейцарии Михаэль ГРЕТЦЕЛЬ за выдающиеся заслуги в разработке экономичных и эффективных фотоэлементов, известных как “ячейки Гретцеля”, предназначенных для создания недорогих, производительных солнечных электростанций.



М. Гретцель (род. в 1944 г.) — швейцарский учёный-химик немецкого происхождения, специалист в области фотохимии, имеет степень доктора философии по естествознанию. С 1977 г. работает в Федеральной политехнической школе Лозанны (Швейцария).

В 1991 г. Гретцель совместно с другими учёными изобрёл сенсibilизированные красителем солнечные батареи, впоследствии получившие название “ячейки Гретцеля”. Они представляют собой фотоэлектрохимические ячейки, в которых используются fotocувствительные мезопористые оксидные полупроводники с широкой запрещённой зоной. Работа ячейки сравнивается с процессом фотосинтеза, поскольку в обоих случаях протекает окислительно-восстановительная реакция в электролите. Фоточувствительные элементы, изготовленные с применением таких ячеек, могут стать выгодной альтернативой дорогостоящим фотогальваническим батареям на основе кремния. В производство

ячейки Гретцеля впервые поступили в 2009 г. Поначалу они обладали низкими показателями эффективности (3–8%). Исследователи во главе с Гретцелем работали над повышением КПД устройства и с помощью новых материалов, в частности перовскитов, добились повышения эффективности до 22,1%. Несомненное преимущество батарей на основе ячеек Гретцеля — их удобство с потребительской точки зрения. Они гибкие, их можно изготавливать в различных цветах, в том числе прозрачными, они способны вырабатывать электроэнергию в различных диапазонах частот светового потока, вплоть до инфракрасного. Это позволяет, например, встраивать такие элементы в оконные стёкла и получать двойную выгоду — охлаждение помещений и электрогенерацию.

М. Гретцель — лауреат премий Харви (2007), Бальцана (2009), “Технология тысячелетия” (2010), Альберта Эйнштейна (2012), Премии за инновации в области альтернативных видов топлива для транспорта (2014), Международной премии короля Фейсала (2015), Премии столетия (2016). Также он является обладателем медали Фарадея по электрохимии (2001), золотой медали Пауля Каррера (2011), медали Вильгельма Экснера (2011).

Сдано в набор 15.05.2017 г.	Подписано к печати 19.06.2017 г.	Дата выхода в свет 25.08.2017 г.	Формат 60 × 88 ¹ / ₈
Цифровая печать	Усл.печ.л. 11.5	Усл.кр.-отт. 3.6 тыс.	Уч.-изд.л. 11.5
	Тираж 310 экз.	Зак.1190	Бум.л. 5.75
		Цена свободная	

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77–67137 от 16 сентября 2016 г. в Роскомнадзоре
Учредитель: ФГБУ “Российская академия наук”

Издатель: ФГУП «Издательство «Наука», 117997 Москва, Профсоюзная ул., 90
Отпечатано в ФГУП «Издательство «Наука» (Типография «Наука»), 121099 Москва, Шубинский пер., 6