

# ВЕСТНИК РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

*научный и общественно-политический журнал*

том 85 № 3 2015 Март

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

*Журнал издаётся под руководством  
Президиума РАН*

*Главный редактор*  
В.Е. Фортов

## Редакционная коллегия

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

*Заместитель главного редактора*  
Г.А. Заикина

*Заведующая редакцией*  
В.В. Володарская

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

Подписка на “Вестник РАН” по Москве  
через Интернет [WWW.GAZETY.ru](http://WWW.GAZETY.ru)

**Москва**  
**Издательство “Наука”**

# СОДЕРЖАНИЕ

---

---

Том 85, номер 3, 2015

---

---

## Наука и общество

*Т.Я. Хабриева*

Правовая система Российской Федерации в условиях международной интеграции 195

---

## С кафедры Президиума РАН

*Г.А. Соболев*

Методология, результаты и проблемы прогноза землетрясений 203

---

## Из рабочей тетради исследователя

*И.Г. Минервин, В.А. Романюк, В.М. Пищальник, П.А. Трусков, С.А. Покрашенко*

Районирование ледяного покрова Охотского и Японского морей 209

*Л.В. Щёголева, С.И. Пахомов, В.А. Гуртов*

Обобщённый портрет академического диссертационного совета 218

---

## Обозрение

*В.М. Косолапов, З.Ш. Шамсутдинов*

Использование генетических ресурсов для селекции инновационных сортов кормовых культур 224

---

## Проблемы экологии

*Б.Д. Белан*

Перевод автотранспорта на газ: возможные проблемы 233

---

## Дискуссионная трибуна

*Э.И. Терез, И.Э. Терез*

Реакции синтеза – основной источник внутренней энергии Земли 240

---

## Точка зрения

*В.Н. Пармон*

О возможности наблюдения кинетических изотопных эффектов в жизненных циклах живых организмов при сверхнизких концентрациях дейтерия 247

*И.Л. Андреев*

Философские аспекты нейрофизиологии 250

---

## За рубежом

*А.Л. Арефьев*

Пример успешной модернизации Европейского религиозного университета 257

---

## История академических учреждений

*Э.И. Колчинский*

Первая мировая война и мобилизационная модель организации академической науки 261

---

## Научная жизнь

*А.В. Агафонов, О.В. Михайлов*

Третья конференция стран СНГ “Золь-гель 2014” 269

*В.А. Снытко, А.А. Тишков*

География и устойчивое развитие региона Каспийского моря 273

---

## Официальный отдел

Президиум РАН решил. – Юбилей 276

---

---

# CONTENTS

---

---

## Vol. 85, No. 3, 2015

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

---

---

### Science and Society

*T.Ya. Khabrieva*

The Legal System of the Russian Federation in Terms of International Integration 195

---

### On the Rostrum of the RAS Presidium

*G.A. Sobolev*

The Methodology, Results and Problems of Earthquake Prediction 203

---

### From the Researcher's Notebook

*I.G. Minervin, V.A. Romanyuk, V.M. Pischalnik, P.A. Truskov, S.A. Pokrashenko*

The Zoning of the Okhotsk and the Japanese Seas Ice Cover 209

*L.V. Shchegoleva, S.I. Pakhomov, V.A. Gurtov*

Generalized Portrait of the Academic Dissertation Council 218

---

### Review

*V.M. Kosolapov, Z.Sh. Shamsutdinov*

The Use of Genetic Resources for Breeding Innovative Varieties Forage Crops 224

---

### Problems of Ecology

*B.D. Belan*

The Transfer of Vehicles to Gas: Possible Problems 233

---

### Discussion Forum

*E.I. Theres, I.E. Theres*

The Synthesis Reaction is the Main Source of the Earth Internal Energy 240

---

### Point of View

*V.N. Parmon*

Possible Observation of Kinetic Isotope Effects in the Life Cycles of Living Organisms  
at Deuterium Very Low Concentrations 247

*I.L. Andreev*

Philosophical Aspects of Neurophysiology 250

---

### Abroad

*A.L. Aref'ev*

An Example of European Religious University Successful Modernization 257

---

### History of Academic Institutions

*E.I. Kolchinsky*

The First World War and Mobilization Model of Academic Science Organization 261

---

### Science News

*A.V. Agafonov, O.V. Mikhailov*

The Third Conference of the CIS Countries "Solgel 2014" 269

*V.A. Snytko, A.A. Tishkov*

Geography and Sustainable Development of the Caspian Sea Region 273

---

### Official Section

Decisions of the RAS Presidium. Anniversaries 276

---

---

DOI: 10.7868/S0869587315030068

Международная интеграция воздействует на многие стороны жизни общества, в том числе на развитие национальных правовых систем. В статье анализируются закономерности и алгоритмы взаимовлияния национальных правовых систем, в результате которых формируются уникальные композиции разных правовых традиций. Особое внимание уделяется влиянию международного права на развитие законодательных систем отдельных стран. Автор предлагает пути преодоления противоречий и пробелов в правовом регулировании многомерной системы интеграционных объединений с участием Российской Федерации, обосновывает концептуальные подходы к формированию правовой базы Евразийского экономического союза и субсидиарного обеспечения развития союза в рамках законодательства входящих в его состав государств.

## ПРАВОВАЯ СИСТЕМА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В УСЛОВИЯХ МЕЖДУНАРОДНОЙ ИНТЕГРАЦИИ

Т.Я. Хабриева

Российская и зарубежная правовая наука давно констатирует влияние международной интеграции на правовое развитие. Однако его закономерности до сих пор остаются малоизученными. Необходимы комплексные исследования, которые позволят определить общие тенденции развития правовых систем, выявить новые межсистемные компоненты, сближающие разные уровни и сферы правовой регуляции, скорректировать научный аппарат познания феномена правовой интеграции.

### ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ НАЦИОНАЛЬНЫХ ПРАВОВЫХ СИСТЕМ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Международная интеграция влияет на правовое развитие в многообразных формах взаимодействия национальных правовых систем, в том числе посредством заимствования правовых конструкций и решений; инкорпорации норматив-

ных актов; согласования законодательной политики; разработки единообразных и модельных законодательных актов; создания единых судебных и квазисудебных органов по разрешению споров и т.д. Это явление носит *универсальный характер*. В любой правовой системе можно найти элементы, отражающие воздействие зарубежного права.

Многие государства Азии сохраняют элементы обычного права, а также правовые традиции и нормы, действовавшие до начала их современного государственного развития (в частности, в Индии – британского права, в Узбекистане – советского). Сейчас в них активно внедряются правовые институты современных западных стран. В государствах Северной Африки переплелось влияние мусульманского, британского и французского права. В большей части стран Тропической Африки действует обычное право с элементами прежнего колониального британского, французского, испанского или португальского права и всё более активно развивающегося законодательства.

Взаимовлияние национальных правовых систем охватывает не только законодательство, но и *правоприменительную практику*. Современные государства допускают исполнение решений иностранных судов в порядке, установленном международными договорами и внутренним законодательством. Судебная практика нередко дополняется заимствованием образцов судебных решений более развитых правопорядков, что хорошо видно на примере судов общего права Канады, Австралии, Новой Зеландии и Индии [1, 2]. Правоприменение корректируется развитием гражданско-правовых отношений, в которые по



ХАБРИЕВА Талия Ярулловна – академик, вице-президент Российской академии наук, директор Института законодательства и сравнительного правоведения при Правительстве РФ. tkhabrieva@presidium.ras.ru

мере углубления внешнеэкономических связей широко внедряются обычаи делового оборота, сложившиеся в других национальных правовых системах.

Всё более заметны последствия широкой миграции, формирующей в условиях глобализирующегося мира разнообразные этнически обособленные сообщества с отличающимися от общепринятых правовыми традициями и обычаями. Это дало основание ряду учёных выделить такое явление, как “кочующие правовые системы”, носителями которых являются компактно проживающие сообщества мигрантов [3, с. 139, 140].

В результате возникают своеобразные, нередко уникальные композиции разных правовых традиций, которые ещё более усложняют исторически сформировавшуюся структурную неоднородность национальных правовых систем. Так, в США, Канаде, Индии есть территориальные образования с особыми правовыми системами, которые, в свою очередь, включают анклавов других правовых формаций<sup>1</sup>. В Финляндии, Швеции, Бразилии, ряде других государств сохраняются правовые традиции и обычаи компактно проживающих коренных этнических сообществ.

Сочетания элементов разных правовых систем не остаются застывшими. Они постоянно меняются под воздействием многих факторов, в том числе возрастающей конкуренции между правовыми сообществами. В современной истории можно найти примеры принуждения более слабых государств к изменению законодательства (в частности, налогового и таможенного) в целях обеспечения экономических интересов крупных держав либо приведения законодательства в соответствие с идеологическими установками, как это было с государствами, входившими в социалистический лагерь. С опорой на силовое воздействие (экономическое, политическое, идеологическое, информационное) обеспечивается распространение юрисдикции судов США на другие государства, иностранных граждан и юридических лиц.

Но в основном конкуренция осуществляется в менее заметных формах, включая *создание более эффективных правовых решений, обеспечения действенных мер правовой защиты законных прав и*

*интересов, предоставления дополнительных льгот и привилегий, сохранения устойчивости правовых систем.* В России именно эти факторы определяют выбор участниками гражданско-правовых отношений зарубежного, а не российского права как применимого права для заключённых договоров.

Взаимодействие национальных правовых систем охватывает не только законодательство и правоприменительную практику, но и *правовую идеологию и правовое сознание.* Порой это имеет драматические последствия, как случилось на рубеже 1980–1990-х годов, когда идеи правового государства, верховенства права, защиты прав и свобод личности, воспринятые из конституционной практики развитых капиталистических государств, возобладали над ценностями социалистической законности, что стало одной из главных причин краха мировой системы социализма.

В новом веке борьба правовых идеологий разворачивается в основном между исламским и западным правом, а в рамках последнего – между общим (англосаксонским) и континентальным (романо-германским), что, в частности, находит своё выражение в борьбе их двух ключевых идей – верховенства права и правового государства [3, 4, 5, с. 96–107].

Исследования позволяют выявить следующие закономерности взаимодействия национальных правовых систем, которые развиваются в разных формах и с разной степенью сближения.

- Взаимовлияние национальных правовых систем становится всё более масштабным, что подтверждается постоянно возрастающим заимствованием правовых конструкций и норм. Такое явление вызвано ускорением процесса глобализации, объединяющего мир всё более прочными экономическими, политическими и духовными связями.

- Как показывает практика, высокая степень сближения возможна в основном в рамках однородных национальных правовых систем. Гармонизация правовых систем государств, различающихся по своей социально-экономической сущности (например, Франции и Китая), может происходить только в ограниченных пределах.

- Правовое сближение государств различается во временном измерении. Оно динамичнее развивается между государствами одной, а не разных социально-экономических формаций. Однако характерная тенденция последних десятилетий – постепенное восприятие западными странами (Италией, Испанией, Бразилией и др.) институтов государственного планирования и государственной собственности, возникших в условиях тоталитарного социализма. Продолжается включение в правовые системы западных стран положений о социальной справедливости, о роли труда и всеобщей обязанности трудиться, что было

<sup>1</sup> Например, в США, развивающихся в русле традиций общего права, штат Луизиана сохраняет элементы континентальной (романо-германской) системы права. В нём действует Гражданский кодекс, иные акты кодифицированного законодательства, которым придаётся большее значение, чем прецедентному праву. Вместе с тем в Луизиане есть анклавов, где действуют иные правовые подсистемы, в том числе коренных индейских племён со своими органами самоуправления, местными племенными судами, применяющими нормы обычного права. Такие же структурные особенности имеет и правовая система Канады, включающая право провинции Квебек, развивающееся в русле континентального права.

присуще главным образом социалистическому праву.

В то же время право бывших социалистических государств постепенно воспринимает институты капиталистического права, которые ранее принципиально отвергались. Например, в Конституцию Китая 1982 г. внесены поправки о допустимости частной собственности, о “социалистической рыночной экономике”, о естественных правах человека и правовом государстве.

- Различаются алгоритмы гармонизации правовых институтов. В частности, сравнительно легко, хотя и не без сопротивления, происходило внедрение института юридического лица в Великобританию, ранее неизвестного англосаксонскому праву [6]. С другой стороны, в законодательство континентальной Европы и Латинской Америки стремительно вошёл институт *habeas corpus*, рождённый в недрах англосаксонского права [7].

- Взаимодействие национальных правовых систем ускоряет развитие их структурных и функциональных характеристик, наполняя их новым содержанием, расширяя регулятивные возможности, создавая новые сочетания элементов разных правовых традиций.

- Взаимодействие национальных правовых систем может иметь негативные последствия. Любое насильственное вторжение либо непродуманная рецепция правовых решений создаёт опасность разрушения внутренних связей, обеспечивающих устойчивость правовой системы, что подтверждают события, развивающиеся на Украине после февральского переворота 2014 г.

- Усиливается конкуренция правовых сообществ и семей, о чём свидетельствует постепенное вытеснение не только отдельных национальных правовых институтов и решений, но и базовых ценностей права.

- Углубление воздействия доминирующих правовых систем стран западной демократии иногда приводит к возрождению исторически пройденных правовых институтов, что отчётливо видно на примере движения Исламского государства, охватившего ряд стран Азии.

## МЕЖДУНАРОДНОЕ ПРАВО И НАЦИОНАЛЬНЫЕ ПРАВОВЫЕ СИСТЕМЫ

Интеграционные процессы проявляются не только относительно национальных правовых систем, но и в международно-правовом контексте. В современном мире трудно найти государства, которые изолированы от влияния со стороны международного сообщества, объединённого “в поиске единства и сближения позиций” в универсальных, региональных и локальных международных организациях [8, с. 16]. Международ-

ные организации различаются по глубине и интенсивности интеграционных процессов, развитие которых определяется различными социально-экономическими и политическими факторами. Кумулятивным результатом их действия становится достижение определённого состояния, которое с известной долей условности можно обозначить как “уровень интеграции”.

Это понятие, возникшее в экономической науке, в юриспруденции используется в основном применительно к формам интеграции [9, с. 53]. Очевидна потребность в гармонизации применения этого термина в направлении освоения категорий высшего порядка, в которых отражаются наиболее существенные, всеобщие свойства правовой действительности и её динамики. С нашей точки зрения, данная категория должна объединять два взаимосвязанных аспекта – экономический и юридический. Экономический будет мерилом степени взаимопроникновения экономик государств-участников того или иного объединения – от зоны свободной торговли до единого рынка или экономического союза. Юридический должен свидетельствовать о степени правовой интеграции или правового сближения государств – от его первых стадий, ограниченных заключением отдельных международных соглашений, гармонизирующих правовое регулирование в узком круге общественных отношений, до формирования международных интеграционных объединений государств с общими органами, наделёнными квазигосударственными функциями, и развитой правовой системой.

Необходимо преодолеть и преобладающий ограничительный подход к пониманию интеграции. Чаще всего её сводят к объединительному процессу в экономической сфере, а в исследованиях политических объединительных явлений дихотомия государственного и международного не выходит за рамки выделения двух форм государственной интеграции – унитарной и федеративной – и двух форм международной интеграции – межправительственной и наднациональной. Промежуточные формы – союзы, группы и т.д., как правило, не рассматриваются. Не учитывается и наличие комплексных форм, охватывающих разные сферы и направления интеграции – политической, экономической, внешнеполитической, военной и др.

Если же рассматривать понятие “интеграция” с учётом всех этих форм, можно утверждать, что существует несколько уровней интеграционного развития и наиболее высокий к настоящему времени достигнут Европейским союзом. Эта же цель ставится перед формируемым Евразийским экономическим союзом, Общим рынком стран Южного конуса Латинской Америки (МЕРКОСУР), рядом других интеграционных объединений. Предлагается даже выделить особый вид международных

организаций – международные организации интеграции [10, с. 202–207].

Достаточно высокий уровень интеграционных процессов характерен для отдельных локальных международно-правовых систем, в том числе для Союзного государства России и Белоруссии<sup>2</sup>, а также некоторых международных организаций специализированной компетенции, например Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР).

Формы влияния международных интеграционных объединений на национальные правовые системы не всегда статичны, часто неодинаковы, поскольку государства различаются по своей сущности, уровню социально-экономического развития и политическому режиму. Тем не менее даже самые существенные различия не препятствуют созданию и действию *общих международно-правовых актов*, отвечающих интересам всех государств (в международных универсальных правовых системах) или определённой части государств (в международных региональных и локальных правовых системах).

Одним из примеров влияния международного права на законодательство государств являются положения о защите национальных и религиозных меньшинств, которые в той или иной степени восприняты конституционным правом практически всех государств мира [12, с. 42–65; 13, с. 149–162]. С другой стороны, и международное право многое восприняло из практики конституционного и законодательного регулирования, в том числе в вопросах защиты прав и свобод человека, противодействия коррупции и терроризму [14, 15].

Со второй половины XX в. международное право стремительно развивается, вовлекая в свою орбиту всё более широкий круг новых отношений, однако каналы его воздействия на национальные правовые системы в новом столетии концептуально не поменялись. Это классические механизмы *имплементации международно-правовых норм*. Вместе с тем в последние десятилетия наблюдается расширение правовых средств внедрения этих норм, что связано с усилением интеграционных тенденций.

Классическая модель имплементации, когда сохраняется контроль государств за процессом принятия и реализации решений, характерна для ООН и большинства её специализированных учреждений. Ни одно из решений, за крайне редкими исключениями, не может быть принято вопреки воле заинтересованных государств. Все меж-

дународные договоры, принимаемые в рамках этих организаций, подлежат включению в национальные правовые системы в точном соответствии с процедурами, установленными в конституциях и законодательстве участвующих в договорах государств.

Такой механизм изначально предполагает *неодинаковое восприятие государствами международно-правовых норм*, поэтому проблема обеспечения их универсальности по-прежнему остаётся актуальной. В попытках её решения многие международные организации модернизируют механизмы имплементации. В ВТО, например, сформирован орган по разрешению споров, использующий доктрину судебного (в данном случае квазисудебного) прецедента, что свидетельствует о формировании нового имплементационно-интерпретационного механизма [16, с. 102]. Такой же механизм – Европейский суд по правам человека – действует в Совете Европы в целях реализации Европейской конвенции о защите прав человека и основных свобод 1950 г. Кроме того, в рамках Совета Европы применяются дополнительные имплементационные механизмы: политического и административного контроля органов Совета Европы (Совета министров, Генерального секретаря, Парламентской ассамблеи); мониторингового контроля Группы государств против коррупции; экспертного контроля, осуществляемого Европейской комиссией за демократию через право (Венецианская комиссия). Аналогичные механизмы имплементации международно-правовых норм действуют и в Европейском союзе, но, в отличие от Совета Европы, они образуют единую систему, целостность которой обеспечивается юридически обязательными актами Европейского союза.

Таким образом, *системный подход к решению проблемы универсальности международно-правовых норм стал мощным фактором сближения национального права отдельных государств*.

Международно-правовые интеграционные процессы нередко вызывают опасения, что они могут создать угрозу государственному суверенитету либо повлечь экономические, социальные и духовные потери<sup>3</sup>. Неоднозначно воспринима-

<sup>2</sup> Союзное государство России и Белоруссии рассматривается большинством правоведов как локальная международная организация, поскольку она действует в основном в рамках, установленных международно-правовыми договорами. Однако некоторые авторы трактуют Союзное государство России и Белоруссии как переходную форму к конфедеративному союзу двух государств [11].

<sup>3</sup> Так, на пленарном заседании Венецианской комиссии Совета Европы в октябре 2014 г. представители Республики Казахстан указывали на возможность обращения в Венецианскую комиссию с просьбой дать правовую оценку тем угрозам государственному суверенитету, которые могут возникнуть при реализации Договора о Евразийском экономическом союзе. В Венецианской комиссии неоднократно рассматривалось законодательство тех государств, которые отвергают однополые браки вопреки расширительному толкованию требований Европейской конвенции о защите прав человека и основных свобод о недопущении дискриминации по каким-либо признакам. Например, в июне 2013 г. рассматривались поправки к Конституции Венгрии, в октябре 2014 г. – проект поправок к Конституции Македонии, направленные на защиту традиционных семейных ценностей.

ются отдельные решения Европейского суда по правам человека, не соответствующие нормам основных законов и позициям конституционных судов государств Совета Европы [17].

Тем не менее процессы международно-правовой интеграции, судя по всему, необратимы. Не ясно только, до каких пределов может пойти унификация национальных правовых систем и какая модель международно-правового взаимодействия возобладает. Традиционно наука предлагает единственный вариант: “мировое государство” в рамках “мирового права”. Но его появление, трепетно воспетое многими мыслителями прошлого, вряд ли возможно, по крайней мере, в обозримой перспективе. Более реален другой сценарий развития событий – формирование новой многополярной международно-правовой среды, включающей несколько глобальных межгосударственных образований, конструирующихся между собой. Предпосылки этого складываются в недрах региональных интеграционных международно-правовых систем, таких как Европейский союз.

Оценивая международную интеграцию, можно выявить следующие закономерности её развития.

- Интенсивность и глубина влияния международного права на национальные правовые системы определяются *уровнем интеграции*, обеспечиваемой в рамках соответствующих международных организаций.

- Сохраняет своё значение классическая модель взаимодействия международного права и национальных правовых систем, основанная на признании *суверенитета каждого государства* в выборе методов имплементации международно-правовых норм.

- Вместе с тем с конца XX в. формируются *модернизированные механизмы* внедрения международно-правовых норм, усиливающие, по сравнению с классической моделью, процессы сближения национальных правовых систем.

- В региональных международных органах (Совет Европы и др.) используется симбиоз классической модели имплементации (при её явном преобладании) с модернизированной моделью, использующей международную квазисудебную юрисдикцию и дополнительные средства имплементации, в том числе “мягкие” инструменты правового сближения (рекомендации, заключения и др.), потенциал влияния которых ещё предстоит оценить.

- В последние годы в Европейском союзе постепенно формируется *системная модель* взаимодействия региональных интеграционных международно-правовых образований с национальным законодательством государств. В этой модели существенная роль отводится не только международным договорам, но и юридически обязатель-

ным актам органов межгосударственных интеграционных объединений. Такие акты формируют новые межсистемные компоненты, консолидирующие право Европейского союза и входящих в его состав государств.

- В международно-правовом пространстве возрастает роль региональных интеграционных объединений – Европейского союза, Североамериканского соглашения о зоне свободной торговли, Ассоциации стран Юго-Восточной Азии, Азиатско-Тихоокеанского экономического сотрудничества и др.

Познание перечисленных закономерностей важно не только с точки зрения понимания реалий нашего времени, но и для законодательного обеспечения развития Российской Федерации и евразийских интеграционных объединений.

### ПРАВОВОЕ РАЗВИТИЕ РОССИИ И ЕВРАЗИЙСКИХ ИНТЕГРАЦИОННЫХ ОБЪЕДИНЕНИЙ

Выводы, характеризующие взаимовлияние национальных правовых систем (по горизонтали) и воздействие на них международного права (по вертикали), в полной мере применимы к современной правовой системе Российской Федерации. Вместе с тем необходимы исследования особенностей её интеграционного развития, которые определяются множеством исторических, социально-экономических и политических факторов. Наиболее актуальным представляется научный анализ проблем формирования Евразийского экономического союза.

К настоящему времени сложилась многомерная система интеграционных объединений с участием России, которые различаются по своим задачам, охвату государств и формам реализации<sup>4</sup>. С 1 января 2015 г. эту систему дополнит новое звено – Евразийский экономический союз (ЕАЭС), благодаря которому число интеграционных объединений с участием Российской Федерации сократится: Евразийское экономическое сообщество прекратит существование как международная организация, а Таможенный союз и Единое экономическое пространство войдут в Евразийский экономический союз как его составные части.

Несомненно, развитие Евразийского экономического союза – одна из главных геополитических задач России, но оно не исключает участия нашей страны в других интеграционных объеди-

<sup>4</sup> Помимо Содружества Независимых Государств, она включает Организацию Договора о коллективной безопасности (ОДКБ), Евразийское экономическое сообщество (ЕврАзЭС), Таможенный союз, Единое экономическое пространство (ЕЭП), Шанхайскую организацию сотрудничества (ШОС), Союзное государство России и Белоруссии.

нениях, отвечающих её национальным интересам. Преимущества вхождения в подобные объединения очевидны. Вместе с тем это связано с определёнными издержками, поскольку статус Российской Федерации как члена разных интеграционных объединений не совпадает. Ситуацию усугубляют рассогласованность, иногда запутанность и даже противоречивость правовой базы таких союзов. В ряде случаев отмечается пересечение их компетенций, что не способствует реализации интересов государств-участников.

Средством преодоления этой достаточно распространённой проблемы являются взаимная корреляция и определение приоритетности насаждающихся международных обязательств. Но её решению препятствует конституционный пробел – отсутствие критериев отбора взаимоисключающих международных норм. По Конституции РФ все они становятся частью правовой системы России и имеют приоритет перед федеральными актами и законами субъектов Федерации (статья 15). В таких конституционно-правовых координатах необходимо усиление системных начал в правовом обеспечении интеграционных процессов.

Видимо, следует чётко различать две стороны концепции евразийской интеграции, осуществляемой в форме Договора о Евразийском экономическом союзе и в более широком контексте – права евразийской интеграции. Проект межгосударственной интеграции, воплощённый в договоре, скоро начнёт реализовываться. Он является результатом эволюции объединительных процессов, начало которым было положено созданием Содружества Независимых Государств (СНГ) и развитие которых продолжилось формированием других евразийских интеграционных союзов. В этих условиях перед наукой стоит фундаментальная по значимости задача – изучить, учитывая предшествующий опыт, перспективные правовые формы евразийской интеграции и сформулировать научную концепцию её правового обеспечения, которое условно можно обозначить как *право евразийской интеграции*. Одной из первоочередных задач концепции должно стать укрепление системных начал интеграционных процессов, что требует гармонизации действующих в этой сфере договоров с целью исключения существующих между ними противоречий<sup>5</sup>.

Необходимым элементом является и систематизация решений органов межгосударственных

интеграционных объединений (в частности, Совета и Коллегии Евразийской экономической комиссии). Её могут осуществлять сами эти органы в форме постоянно обновляемых сборников актов, сгруппированных по определённым направлениям деятельности, как это происходит в зарубежных странах<sup>6</sup>.

Системный подход к обеспечению интеграционных процессов потребует также упорядочения имплементационных механизмов. Одним из способов может стать принятие соответствующего международного протокола, предусматривающего чёткие алгоритмы согласования внутригосударственных процедур, обеспечивающих вступление в силу международных договоров в рамках Евразийского экономического союза. В качестве позитивного опыта можно рассматривать рекомендательный акт, принятый ЕврАзЭС [18]. Возможна подготовка специального международного договора о координации внесения в национальное законодательство изменений, необходимых для выполнения международных обязательств в согласованные сроки и с использованием скоординированных правореализующих средств [19, с. 32]. Такие меры позволят обеспечить более динамичное развитие новой правовой общности – интеграционного права с двойственной международной и внутригосударственной природой, в которой ограниченный в своих возможностях имплементационно-правовой комплекс будет преобразован в полноценную правовую систему, постепенно вытесняющую внутреннее право из сфер регулирования, переданных в ведение интеграционных объединений.

Договор о Евразийском экономическом союзе создаёт для этого необходимые предпосылки, допуская принятие обязательных к исполнению актов органов союза. Позитивная практика применения таких межсистемных компонентов, гармонизирующих национальные правовые системы в рамках единого правового пространства, может развиваться с учётом опыта Таможенного союза и Единого экономического пространства.

Для развития правовой системы Евразийского экономического союза важное значение имеет создание постоянно действующих межгосударственных органов, в том числе Парламентской ассамблеи [20]. Но её формирование отложено на неопределённый срок из-за опасений руководства Казахстана и Белоруссии, что это приведёт к ущемлению государственного суверенитета их стран. Однако, как показывает практика региональных интеграционных объединений, наличие парламентских структур является необходимым условием успешного функционирования таких

<sup>5</sup> В частности, необходимо соотнести нормы Соглашения государств – членов Таможенного союза от 17 декабря 2012 г. об устранении технических барьеров во взаимной торговле с государствами – участниками Содружества Независимых Государств, не являющимися членами Таможенного союза, с иными актами, сохраняющими действие после вступления в силу Договора о Евразийском экономическом союзе.

<sup>6</sup> В США такие сборники нормативных правовых актов носят название "Правила и установления" (Rules and Regulations).

объединений. Парламентские структуры есть в МЕРКОСУРе, Андском сообществе наций, в других интеграционных объединениях, ориентированных, как и Евразийский экономический союз, на решение задач экономического развития.

Требуется осмысления и миссия судебного органа Евразийского экономического союза. Возможно, её обсуждение следует провести после завершения работы по систематизации правового массива Таможенного союза и Единого экономического пространства. Но уже сегодня ясно, что суд Евразийского экономического союза должен играть ведущую роль не только в разрешении споров между государствами и иными участниками интеграционного процесса, но и в формировании нового интеграционного правопорядка, что недостижимо без наделения суда правом нормоконтроля.

Позитивная практика его осуществления накоплена судом ЕврАзЭС. Этот опыт мог бы быть применён при проектировании правовой конструкции суда Евразийского экономического союза [21, с. 153]. Но приложение № 2 к Договору о Евразийском экономическом союзе ограничивает возможности суда. Он может по заявлению государства-члена или органа союза разъяснять положения договора, иных международных соглашений и решений органов союза. Однако подобные разъяснения не имеют обязательной силы, рассматриваются как консультативные заключения и не лишают государства, входящие в состав союза, права по-своему толковать документы союза. В подобных ограниченных правовых рамках деятельности суда повышается значимость других механизмов: согласования позиций и примирения сторон, третейского разбирательства споров, укрепления правозащитных функций институтов союза, хотя вряд ли они могут в полной мере компенсировать недостаточность полномочий суда Евразийского экономического союза.

Предстоит решить также задачу субсидиарного обеспечения развития союза в рамках законодательства входящих в его состав государств. Пока национальное законодательство России, Казахстана, Белоруссии этой задаче не отвечает. Например, в России из общего числа законодательных инициатив депутатов Государственной думы 6-го созыва 44% посвящены вопросам государственного строительства и конституционных прав граждан и только 23% – экономической политике, 17% – социальной политике и 10% – бюджетному, налоговому и финансовому законодательству<sup>7</sup>. Такой же дисбаланс характерен для законодательных инициатив Совета Федерации,

законодательных (представительных) органов государственной власти субъектов Федерации.

Учитывая, что 50% всех законодательных инициатив Президента РФ и самая большая доля (25%) законодательных инициатив Правительства РФ касаются сферы государственного строительства и конституционных прав граждан, можно констатировать абсолютное преобладание этой тематики законотворческой деятельности. Примерно такое же соотношение законодательных инициатив сложилось в Казахстане и Белоруссии, что контрастирует с законодательной практикой многих развитых государств, уделяющих основное внимание регулированию социальных, экономических, экологических, бюджетно-финансовых отношений<sup>8</sup>.

Однозначно это явление оценить нельзя, поскольку оно имеет позитивное значение, свидетельствуя о постоянно развивающемся процессе конституционализации законодательства России, Казахстана и Белоруссии [22]. Вместе с тем *коррекция законодательной политики государств-участников Евразийского экономического союза в направлении преодоления дисбаланса отраслей законодательства*, несомненно, станет важным фактором раскрытия единого экономического потенциала союза.

Прогнозируя правовое развитие России и Евразийского экономического союза, можно предположить укрепление вертикали правового взаимодействия союза и входящих в его состав государств посредством расширения межсистемных компонентов, обеспечивающих гармонизацию евразийского правового пространства. Очевидно также усиление динамики взаимовлияния национальных правовых систем по горизонтали евразийского правового пространства, чему должны способствовать общность истоков правовой культуры, единые правовые ценности и традиции, тесные связи научно-правовых школ, совпадение содержания законодательства по многим сферам правового регулирования. Более последовательно будет осуществляться и согласование программ правового развития государств, входящих в состав Евразийского экономического союза, в целях укрепления их позиций в условиях постоянно растущей конкуренции с другими государствами и интеграционными объединениями, стремящимися к укреплению своего влияния в Евразии.

<sup>8</sup> Так, из 165 законов, принятых конгрессом США 113-го созыва в период с 2013 г. по сентябрь 2014 г., только 10% регулируют организацию государственной власти, реализацию прав и свобод граждан. Примерно столько же актов (без учёта международных договоров) посвящены вопросам внешней политики. Значительно большее число законодательных актов принимается в области защиты окружающей среды (примерно 15%) и бюджетно-финансового регулирования (около 20%).

<sup>7</sup> По данным материалов Аналитического управления Государственной думы Федерального собрания РФ «Анализ прохождения законов и законопроектов на «экваторе» VI созыва».

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Chambers R.W.* The Common Law. Aegyran, 2007.
2. *George T.E., Korobkin R.* Common Law Approach to Contracts. Aspen Casebooks, 2012.
3. *Тихомиров Ю.А.* Сравнительное правоведение. М.: Норма, 1996.
4. *Зорькин В.Д.* Право в условиях глобальных перемен. М.: Норма, 2013.
5. *Хабриева Т.Я.* Правовое государство: вызовы времени и задачи конституционного правосудия // Конституционный контроль: доктрина и практика: материалы международной конференции, посвящённой 20-летию Конституционного суда Российской Федерации (Санкт-Петербург, 28–29 октября 2011 г.). М.: Норма, 2012.
6. *Deiser G.F.* The Juristic Person // University of Pennsylvania Law Review and American Law Register. 1998. V. 57. № 3.
7. *Farrel B.* Habeas Corpus in Times of Emergency: A Historical and Comparative View // <http://digitalcommons.pace.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1011&context=pilronline>
8. *Мартенс Ф.* Современное международное право цивилизованных народов. 5-е изд., доп. и испр. Т. 1. СПб.: Типография Министерства путей сообщения, 1904.
9. *Капустин А.Я.* Глобализация и интеграция в Азиатско-Тихоокеанском регионе: правовой подход // Глобализация и интеграционные процессы в Азиатско-Тихоокеанском регионе: правовые и экономические проблемы / Отв. ред. Хабриева Т.Я. М.: ИЗИСП, Инфра-М, 2014.
10. *Капустин А.Я.* Международные организации в глобализирующемся мире. М.: РУДН, 2010.
11. *Пивовар Е.И.* Постсоветское пространство: альтернативы интеграции. Исторический очерк. СПб.: Алетейя, 2009.
12. *Хабриева Т.Я.* Современные проблемы самоопределения этносов: сравнительно-правовое исследование. М.: Контракт, 2011.
13. *Хабриева Т.Я.* Национально-культурная автономия в Российской Федерации. М.: Юстицинформ, 2003.
14. *Международное право и национальное законодательство.* М.: ИЗИСП, Эксмо, 2008.
15. *Коррупция: природа, проявления, противодействие* / Под. ред. Хабриевой Т.Я. М.: ИЗИСП, Юриспруденция, 2012.
16. *Oesch M.* Standards of Review in WTO Dispute Resolution. Oxford, 2004.
17. *Зорькин В.* Предел уступчивости // Российская газета. Федеральный выпуск № 5325 (246). 2010. 29 октября.
18. *Заявление глав государств Республики Беларусь, Республики Казахстан, Кыргызской Республики, Российской Федерации и Республики Таджикистан об учреждении Евразийского экономического сообщества от 10 октября 2000 г.* // [evrazes.com/docs/view/2](http://evrazes.com/docs/view/2)
19. *Доронина Н.Г., Лукьянова В.Ю., Семилютина Н.Г., Тиунов О.И.* Международно-правовые аспекты реализации интересов Российской Федерации в связи с формированием Единого экономического пространства. М.: ИЗИСП, 2012.
20. *Нарышкин С.Е., Хабриева Т.Я.* К новому парламентскому измерению евразийской интеграции // Журнал российского права. 2012. № 8.
21. *Нешатаева Т.Н.* Евразийский суд: назад в будущее // Закон. 2012. № 9.
22. *Хабриева Т.Я.* Этапы и основные направления конституционализации современного российского законодательства // Журнал конституционного правосудия. 2013. № 6.

DOI: 10.7868/S0869587315030160

В условиях плотной заселённости больших городов и наличия сложной технической среды, нарушение стандартного порядка функционирования которой чревато множеством негативных последствий, наводнения, извержения вулканов, природные пожары, землетрясения и вызываемые ими цунами являются фактором социальной и экономической нестабильности. При этом все названные природные бедствия плохо поддаются прогнозированию, а ошибочные прогнозы иногда приводят к сравнительному по масштабам ущербу. Тем не менее методы прогнозирования совершенствуются, в частности, существенный прогресс был достигнут в минувшие десятилетия в области прогноза землетрясений, и он был бы невозможен без вклада российских учёных в развитие этих исследований. Из публикуемого текста доклада, заслушанного на одном из заседаний Президиума РАН, становится ясно, что на основании имеющихся знаний и подходов можно установить временной интервал, зону локализации, магнитуду предполагаемого землетрясения и определить вероятность его возникновения. Эта информация призвана нейтрализовать хотя бы часть негативных последствий сейсмической активности нашей планеты.

## МЕТОДОЛОГИЯ, РЕЗУЛЬТАТЫ И ПРОБЛЕМЫ ПРОГНОЗА ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

Г.А. Соболев

Около трети населения России живёт в сейсмоопасных районах, на территориях, где сосредоточено большое количество объектов, разрушение которых в случае землетрясения приведёт к значительным людским и экономическим потерям, а также к неблагоприятным экологическим последствиям. Экспериментально установлено, что серьёзную опасность представляют землетрясения с магнитудой больше 6. Магнитуда  $M$  характеризует в условных единицах сейсмическую энергию землетрясения, выделившуюся в результате разрыва горных пород в глубинах Земли. Самые сильные из известных землетрясений имели магнитуду  $\sim 9.5$ , а длина разрыва при этом достигала нескольких тысяч километров.

Пространственное и временное распределение землетрясений разных магнитуд характеризу-

ется термином “сейсмичность”. Сейсмические волны, достигающие поверхности Земли, вызывают сотрясения, измеряемые в баллах. В России принята 12-балльная шкала сейсмической интенсивности. При 6 баллах появляются трещины в зданиях, при 8 – разрушаются здания обычной гражданской постройки, более сильные сотрясения могут привести к изменению рельефа местности. Как ожидается, в обозримом будущем не удастся обеспечить безопасность за счёт дорогостоящего антисейсмического строительства. Ввиду этого большее внимание следует уделять прогнозу землетрясений.

Землетрясения возникают там, где плиты и отдельные блоки твёрдой оболочки Земли – земной коры – движутся в различных направлениях со скоростью порядка нескольких сантиметров в год. Вследствие несогласного движения на контактах плит накапливаются упругие напряжения, и при достижении прочности горных пород происходит сброс накопленной потенциальной энергии, вызывающий землетрясение. Россия расположена на относительно мало подвижной Евро-Азиатской плите. На востоке она граничит с движущимися с большей скоростью плитами под Тихим океаном, что приводит к землетрясениям с интенсивностью до 10 баллов. На юге накопление потенциальной упругой энергии обусловлено главным образом движением плит, находящихся под территориями Индии, Китая и Турции, здесь возникают землетрясения с интенсивностью до 9 бал-



СОБОЛЕВ Геннадий Александрович – член-корреспондент РАН, председатель Научного совета РАН по проблемам сейсмологии.  
sobolev@ifz.ru

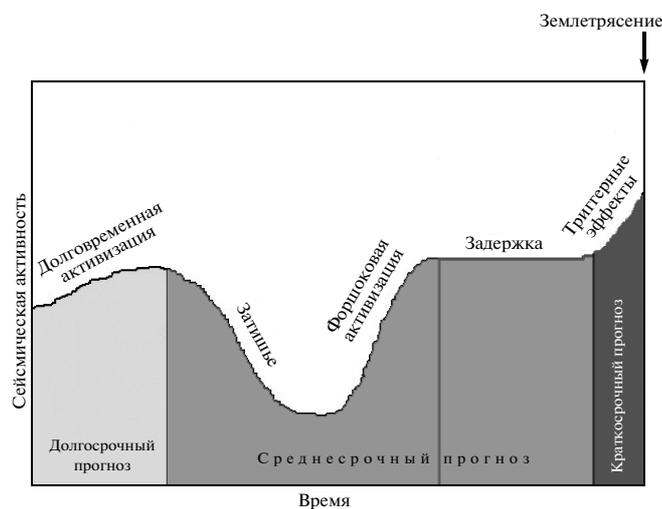


Рис. 1. Схема концепции предсказуемости землетрясений

лов. Таким образом, самыми опасными на территории нашей страны являются районы Камчатки, Курильских островов, Прибайкалья и Северного Кавказа.

Сейсмическая обстановка в целом остаётся сравнительно стабильной на протяжении тысяч лет. Опираясь на знание исторической сейсмичности, структуры блоков и разломов в земной коре, можно разрабатывать карты сейсмического районирования. Они не определяют время возникновения отдельных будущих землетрясений, но указывают на максимально возможные сотрясения в баллах. Совершенствование карт сейсмического районирования территорий является важной задачей сейсмологии, поскольку с учётом этой информации формируются задачи прогноза места, времени и магнитуды конкретного землетрясения. В ходе работы в рамках нескольких программ Президиума РАН была предложена концепция предсказуемости землетрясений [1, 2], включающая стадии долгосрочного, среднесрочного и краткосрочного прогнозов (рис. 1).

**Долгосрочный прогноз** (сроком на 10–15 лет) строится на основании наблюдений за сейсмической активностью. В России этот тип прогноза прошёл стадию количественной разработки и был проверен на практике для Курило-Камчатской зоны [3]. Для характеристики сейсмической активности используется понятие “сейсмический цикл”. Он включает последовательные стадии: уменьшение сейсмической активности после произошедшего землетрясения (длится несколько лет), квазистационарная активность (может продолжаться десятилетия) и ускорение активности перед следующим землетрясением (занимает около 15 лет). Выявляются так называемые сейсмические бреши, то есть такие места сейсмоопасного региона, где на протяжении не-

скольких десятков лет не было сильных землетрясений. На основании определения стадии сейсмического цикла, количества землетрясений и величины сброшенной сейсмической энергии относительно многолетнего среднего в течение конкретного интервала времени на конкретной площадке составляются карты вероятности возникновения землетрясений. Такие карты для землетрясений с  $M \geq 7.7$  на 16 участках Курило-Камчатской зоны создаются с 1965 г. и обновляются каждые 5 лет. В некоторых обозначенных на картах опасных местах уже произошли ожидаемые землетрясения. В свете результатов долгосрочного прогноза по представлению РАН Правительством РФ выделены средства и проводится укрепление старых зданий на Камчатке.

**Среднесрочный прогноз** (сроком на 1–5 лет) опирается на изучение сейсмической активности с привлечением данных о состоянии других геофизических полей, с учётом наблюдений за так называемыми предвестниками землетрясений. Одним из предвестников будущего землетрясения является возникновение “сейсмического затишья” (см. рис. 1). Оно выражается в уменьшении числа относительно небольших землетрясений на некотором участке сейсмоактивного региона, что свидетельствует о накоплении потенциальной упругой энергии. Это явление было обнаружено в разных регионах мира. Существует несколько причин его возникновения. При взаимном перемещении блоков земной коры один из них может остановиться в результате зацепления участка повышенного трения с соседними блоками. Тогда в блоках, расположенных за ним, в направлении, противоположном от источника движущей силы, напряжения будут постепенно релаксировать, что приведёт к уменьшению сейсмической активности. Если в одном из блоков процесс высвобождения потенциальной энергии ускоряется и сопровождается локализацией деформаций, то в соседних блоках напряжения падают, следствием чего также будет сейсмическое затишье. Кроме того, известно, что прочность горных пород возрастает при уменьшении внутрипорового давления. Оно может падать, например, в результате снижения скорости поступающего из мантии потока флюидов. Повышение прочности приводит к уменьшению количества вызывающих землетрясение разрывов, то есть к сейсмическому затишью. Помимо названных существуют и другие причины, в частности, изменение тензора упругих напряжений под влиянием ряда внутриземных и космических факторов. Согласно всей информации, которой располагают сегодня сейсмологи, стадия сейсмического затишья перед землетрясениями с  $M > 7$  продолжается от 1 до 5 лет.

Другим среднесрочным признаком будущего землетрясения является форшоковая активиза-

ция, то есть появление серии небольших по магнитуде сейсмических толчков, предвещающих сильное землетрясение. Земная кора неоднородна по прочности и напряжённому состоянию. Существует сеть ослабленных по прочности участков — геологических разломов разного размера и направления. Накопившиеся во время затишья напряжения постепенно достигают предела длительной прочности горных пород. В этих условиях большое землетрясение развивается постепенно. Сначала разрушаются менее прочные или более напряжённые участки, что приводит к возникновению землетрясений относительно небольшой силы (магнитуды) и накоплению породивших их разрывов. Данная стадия предвещает землетрясение с  $M > 7$  и длится год или несколько больше. Постепенное накопление разрывов создаёт возможность более точного прогноза. Однако процесс активизации развивается в нескольких участках сейсмоактивного региона, что затрудняет определение конкретного места будущего землетрясения большой магнитуды.

Несколько методов среднесрочного прогноза разработаны в Институте физики Земли (ИФЗ) РАН. В методе RTL (от англ. region, time, length — район, время, длина разрыва) последовательно выявляются стадии сейсмического затишья и форшоковой активизации на основе динамики пространственного и временного распределения слабых землетрясений. С использованием этого метода были предсказаны два самых сильных за последние 20 лет сейсмических толчка на территории России: Кроноцкое землетрясение на Камчатке 5 декабря 1997 г. с магнитудой  $M = 7.8$  и Симуширское событие на Курильских островах 11 ноября 2006 г. с  $M = 8.2$  [4]. В обоих случаях с опережением в несколько месяцев прогнозы были рассмотрены на заседании Российского экспертного совета по прогнозу землетрясений, оценке сейсмической опасности и риска при МЧС РФ и РАН. На рисунке 2 (вверху) представлена карта сейсмического затишья на севере Камчатки за два с половиной года до Кроноцкого землетрясения, а на рисунке 2 (внизу) показаны области последовавшей форшоковой активизации. После завершения этапа форшоковой активизации был сделан прогноз Кроноцкого землетрясения со сроком упреждения, равным 16 месяцам. Метод RTL также ретроспективно применялся японскими и китайскими учёными. При сравнении изображений на рисунке 2 (вверху и внизу) можно заметить, что затишье представлено единой зоной размером  $100 \times 200$  км, в то время как форшоковая активизация сопровождается появлением нескольких зон активизации меньшего размера.

Ряд параметров сейсмического потока использован для построения карт ожидаемых землетрясений, указывающих на вероятность появления землетрясений в интервале ближайших 5 лет с

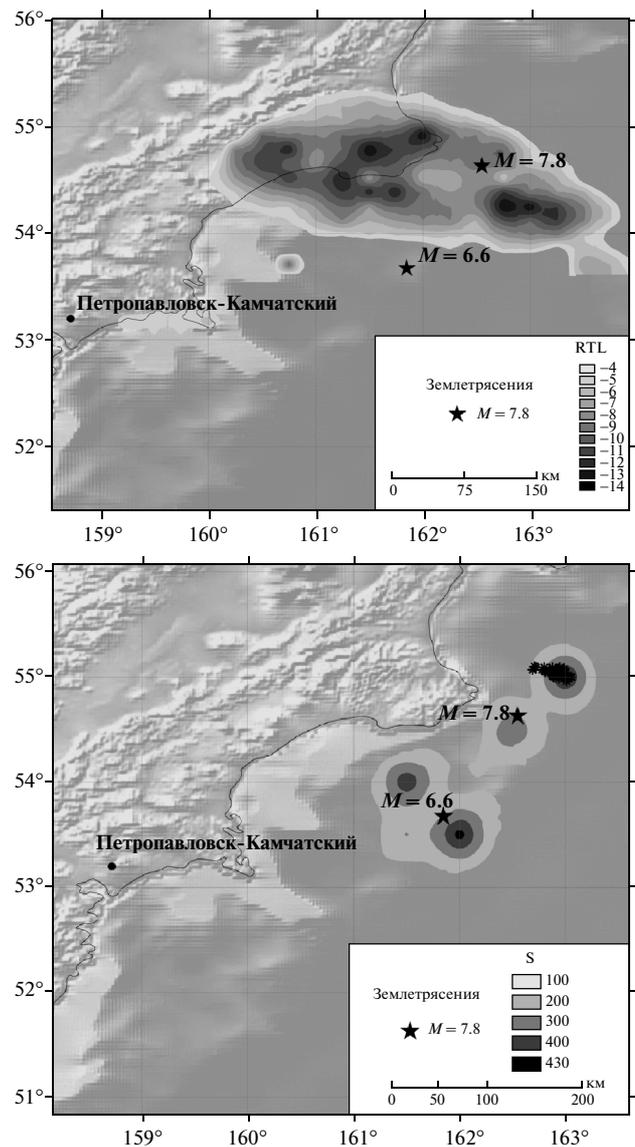
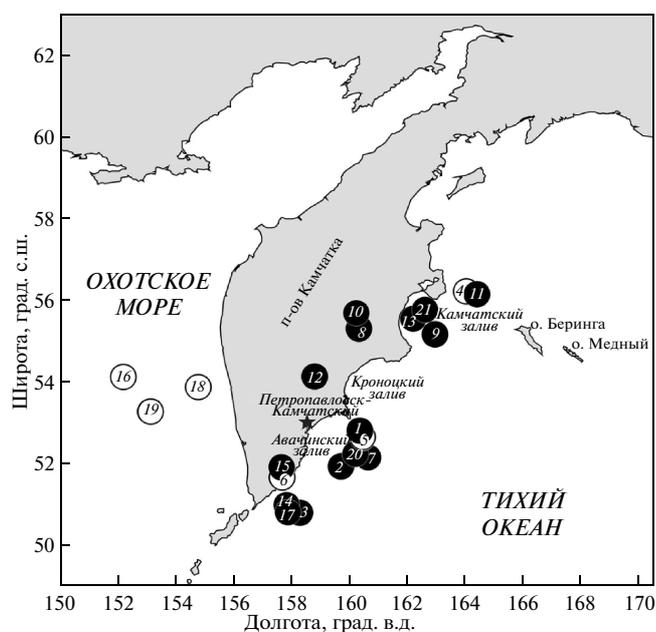


Рис. 2. Карты сейсмической активности перед Кроноцким землетрясением ( $M = 7.8$ )

Вверху — область сейсмического затишья, внизу — области форшоковой активизации. Звёздочками отмечены эпицентр землетрясения и сильнейший афтершок, RTL — уровень сейсмического затишья, маленькие звёздочки — цепочка форшоков за трое суток до землетрясения, S — уровень активизации

ежегодным обновлением. Один из параметров — концентрационный критерий накопления разрывов — был вначале обоснован учёными из Физико-технического института им. А.Ф. Иоффе РАН в лабораторных экспериментах, а затем применён в работах специалистов из Института физики Земли для прогноза землетрясений в ряде регионов мира [5, с. 254].

Сотрудникам ИФЗ РАН также принадлежит разработка метода среднесрочного прогноза, основанного на исследовании свойств сейсмиче-



**Рис. 3.** Результаты среднесрочного прогноза землетрясений на 1998–2012 гг. на Камчатке  
 Чёрным цветом показаны предсказанные землетрясения, белым – пропущенные

ского шума в минутном диапазоне периодов [6]. На основе динамики спектра сингулярности шума с опережением в 10 месяцев был выполнен прогноз будущего катастрофического землетрясения Тохоку в Японии (11 марта 2011 г.,  $M = 9.0$ ) [7]. Анализировались записи десятков широкополосных сейсмических станций Японии, свободно получаемые по сети Интернет. Прогноз был доложен на нескольких международных конференциях, в том числе в Японии. Применение данного метода для прогноза землетрясений на территории России сегодня невозможно, так как наша страна не располагает необходимой сетью станций.

О прогрессе, достигнутом российскими учёными в области среднесрочного прогноза землетрясений, говорят результаты прогноза сильнейших землетрясений мира ( $M \geq 8$ ) с помощью алгоритма M8, разработанного в Институте теории прогноза землетрясений РАН под руководством академика В.И. Кейлис-Борока. В основе метода лежат технологии распознавания образов по комплексу сейсмологических параметров. В течение последних 20 лет из 19 землетрясений с магнитудой, превышающей 8, произошедших на территории, для которой строится прогноз, заблаговременно было спрогнозировано 14 [8]. Вероятность получения подобного результата случайным образом составляет менее 0.001.

Нельзя не упомянуть и ещё об одном не имеющем аналогов в мире проекте – экспериментальном прогнозе землетрясений в районе Камчатки,

который с 1998 г. проводится Камчатским филиалом Геофизической службы РАН совместно с разными академическими институтами [9]. Уникальность прогноза заключается в том, что используются более 10 методов слежения за сейсмологическими, деформационными, гидрогеологическими, геохимическими, электромагнитными, геоакустическими предвестниками. Все прогнозы документируются и передаются в Администрацию Камчатского края для проведения профилактических мероприятий. На рисунке 3 представлены результаты эксперимента. За период с 1998 по 2012 г. произошло 21 землетрясение с магнитудой, превышающей 6. С опережением от 1 месяца до 1 года были предсказаны 15 событий, причём 3 из 6 пропущенных произошли под Охотским морем на глубине более 500 км и не представляли опасности для населения и инфраструктуры Камчатки. В целом подтверждается около 70% среднесрочных прогнозов. Это даёт возможность провести в опасном районе такие мероприятия, как учения сил МЧС, проверка противопожарной безопасности, пополнение средств жизнеобеспечения и др.

Помимо стадии сейсмического затишья и форшоковой активизации существенное значение для среднесрочного прогнозирования землетрясений имеет стадия задержки. Опыт изучения сейсмичности, подтверждённый лабораторными экспериментами, свидетельствует, что большое землетрясение далеко не всегда происходит на фоне развития форшоковой активизации. Одной из причин является уже упомянутое неоднородное по прочности строение земной коры. Постепенно разрушаются менее прочные участки, в том числе в существующих геологических разломах, а для разрушения более прочных необходим дальнейший рост напряжений. По прошествии времени, необходимого для достижения достаточных значений напряжённости, процесс развивается лавинообразно. Эта последняя стадия является предметом *краткосрочного прогноза* с опережением до 1 месяца. Поскольку такой прогноз предполагает остановку опасных производств и эвакуацию населения, он должен оправдываться на уровне свыше 90%. Ошибочные прогнозы приводят к напрасной панике и экономическим потерям.

Несмотря на интенсивные исследования, ведущиеся на протяжении последних 50 лет в разных странах, учёным не удалось выявить высоконадёжных краткосрочных предвестников землетрясений. Господствовавшая в XX в. парадигма предполагала, что аномальные вариации различных геофизических полей укажут на место, время и магнитуду готовящегося землетрясения. В качестве отражающих близость землетрясения факторов рассматривались изменения скорости сейсмических волн, уровня, дебита и химического состава подземных вод, электросопротивления гор-

ных пород, электрического и магнитного поля Земли, параметров ионосферы, эманаций радона, гелия и водорода. Однако к настоящему времени убедительно показано, что большинство вариаций геофизических полей, ранее принимавшихся за предвестников землетрясений, не порождено в очаге землетрясения, а вызвано метеорологическими или космическими факторами, имеет мозаичное распределение на больших территориях и не указывает на местоположение очага. Сам очаг перед лавинообразным разрушением представляет собой уже сформированный разлом в земной коре, находящийся на пределе прочности, то есть в неустойчивом состоянии. Начало его динамического развития для краткосрочного прогноза можно было бы выявить по двум признакам: прогрессирующему движению берегов разлома и возникающим при этом сейсмическим событиям – форшокам. Но существующая техника не позволяет регистрировать с поверхности Земли движение с амплитудой всего в несколько сантиметров берегов глубинного разлома. Не найдено также надёжных методов, с помощью которых можно было бы отличить форшоки от многочисленных слабых землетрясений, не связанных с неустойчивым распространением разрыва при большом землетрясении.

Существует и ещё одна, фундаментальная, причина, накладывающая ограничения на возможность получения в ближайшем будущем высоконадёжных краткосрочных прогнозов землетрясений. Сейсмический процесс является одной из разновидностей нелинейных диссипативных систем, изучаемых в физике, химии, биологии. При условии притока энергии в этих системах происходят переходы от состояния равновесия к неустойчивому равновесию и динамической неустойчивости (катастрофе). В случае землетрясения массив горной породы локально переходит от неразрушенного состояния к разрушенному, а значит, к новому качественному состоянию, что также относится к катастрофическим явлениям. Наступление катастрофы или её отсутствие при этом зависит от многих факторов, в том числе характеризующихся малой энергией. Земля постоянно подвергается воздействию таких факторов, как атмосферное давление, магнитные бури, волны от далёких землетрясений, тайфуны, земные приливы и т.д. Все они могут привести к изменению напряжённого состояния земной коры и спровоцировать лавинообразный процесс разрушения находящегося в неустойчивом равновесии очага. Тот факт, что энергия внешних воздействий, способных инициировать землетрясение, на несколько порядков уступает энергии самого землетрясения, отражено в понятии “триггер” (англ. trigger – спусковой крючок). Без преувеличения можно сказать: момент возникновения каждого землетрясения определяется триггером.

Поэтому выявление триггеров, оценка их энергии и степени влияния на очаг представляет одну из важных задач краткосрочного прогноза. При разнообразии триггеров неизбежны как ложные тревоги, так и пропуски некоторых разрушительных землетрясений. В этих условиях ни в одной стране мира краткосрочные прогнозы не строятся на регулярной основе. После разрушительного землетрясения 6 апреля 2009 г. в г. Л’Аквила (Италия) была создана международная комиссия в составе 10 экспертов из разных стран, одним из которых был автор настоящего доклада. В задачу комиссии входила оценка состояния краткосрочного прогнозирования и выработка рекомендаций (“дорожной карты”) по развитию методологии и совершенствованию мер предупреждения. Эксперты пришли к заключению, что низкая надёжность краткосрочного прогноза не позволяет рекомендовать его для широкого использования. Среди первоочередных задач были выделены следующие: усиление фундаментальных исследований физики землетрясений, разработка структуры мероприятий по уменьшению возможного ущерба в условиях относительно невысокой вероятности успешного прогноза, прогноз сильных повторных толчков (афтершоков, характеризующихся меньшей по сравнению с сильным землетрясением магнитудой), координация работ различных организаций, включая органы власти.

\* \* \*

Описанная концепция прогноза землетрясений предусматривает последовательное решение прогностических задач и задач по обеспечению безопасности и подготовки районов, относящихся к зоне риска. Долгосрочный прогноз указывает места, где с высокой вероятностью сильные землетрясения произойдут в ближайшие 15–20 лет. Там нужно в первоочередном порядке укреплять здания. На стадии среднесрочного прогноза определяются координаты будущего землетрясения и указывается вероятность его возникновения в интервале от 1 до 5 лет. На этих территориях следует проводить подготовительные мероприятия с целью уменьшения неблагоприятных последствий для населения. Решения местной администрации и федеральных властей в случае краткосрочного прогноза должны приниматься с учётом надёжности прогноза, места ожидаемого землетрясения, экономической и социальной обстановки. Учёными совместно с представителями администрации должны быть разработаны протоколы с количественно определёнными критериями, указывающими, какие меры целесообразно принимать при том или ином уровне надёжности прогноза.

В настоящее время требуется также приступить к созданию в России службы раннего преду-

преждения землетрясений. Среднесрочные прогнозы позволяют определить места потенциальных очагов сильных землетрясений за несколько месяцев и с вероятностью будущего события ~70%. Если землетрясение в таком очаге, например, у берегов Камчатки, произойдёт, то первые сейсмические волны достигнут побережья через несколько десятков секунд. Наиболее разрушительная поверхностная волна придёт ещё через 20 секунд, а волны возможного цунами – примерно через 20 минут. Поэтому должна быть построена система раннего предупреждения, включающая в течение нескольких секунд после прихода первой волны электропитание пожароопасных объектов и подающая сигналы “тревоги”.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Соболев Г.А.* Концепция предсказуемости землетрясений на основе динамики сейсмичности при триггерном воздействии // Экстремальные природные явления и катастрофы. Том I. М.: РАН, 2010.
2. *Sobolev G.A.* Seismicity dynamics and earthquake predictability // *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* 2011. V. 11. P. 1–14.
3. *Федотов С.А., Соломатин А.В., Чернышёв С.Д.* Долгосрочный сейсмический прогноз для Курило-Камчатской дуги на IX 2011–VIII 2016 гг.: вероятное место, время и развитие следующего сильнейшего землетрясения Камчатки с  $M \geq 7.7$  // *Вулканология и сейсмология.* 2012. № 2.
4. *Соболев Г.А.* Сейсмологические особенности подготовки двух сильных землетрясений // *Физика Земли.* 2008. № 11.
5. *Завьялов А.Д.* Среднесрочный прогноз землетрясений. М.: Наука, 2006.
6. *Любушин А.А.* Тренды и ритмы синхронизации мультифрактальных параметров поля низкочастотных микросейсм // *Физика Земли.* 2009. № 5.
7. *Lyubushin A.* Prognostic properties of low-frequency seismic noise // *Natural Science.* 2012. V. 4. Special Issue. P. 659–666.
8. *Kossobokov V.G.* Earthquake prediction: 20 years of global experiment // *Natural Hazards.* 2013. V. 69. P. 1155–1177.
9. *Sobolev G., Chebrov V.* The Experience of Real-Time Earthquake Predictions on Kamchatka // *Earthquake Hazard, Risk, and Disasters / Ed. by Wyss M., Shroder J. L.: Elsevier Inc., 2014. P. 449–473.*

ИЗ РАБОЧЕЙ ТЕТРАДИ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЯ

DOI: 10.7868/S0869587315010119

Анализ данных 85-летнего ряда наблюдений за ледяным покровом Охотского и Японского морей показал, что в массиве льда выделяются стабильные ледовые зоны, сохраняющие характерные особенности ледовых условий в различных фазах развития ледовых процессов. Данное обстоятельство позволило применить идею иерархической классификации ледяного массива для районирования акватории морей по ледово-географическим признакам. Этот метод позволяет внедрить новый подход при решении задач обеспечения безопасности морских операций на шельфе замерзающих морей, в том числе и в случае локализации и ликвидации вероятных чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

РАЙОНИРОВАНИЕ ЛЕДЯНОГО ПОКРОВА ОХОТСКОГО  
И ЯПОНСКОГО МОРЕЙ

И.Г. Минервин, В.А. Романюк, В.М. Пищальник, П.А. Трусков, С.А. Покрашенко

В результате систематизации наблюдений за ледяным покровом на акватории Охотского и Японского морей выделено 5 ледовых областей регионального масштаба первого уровня (площадью ~500 тыс. км<sup>2</sup>), соответствующих климатическому временному масштабу, 15 ледовых районов второго уровня (площадью 50–500 тыс. км<sup>2</sup> и более), 40 ледовых зон третьего уровня (<50 тыс. км<sup>2</sup>) с целью анализа ледовых процессов синоптического и сезонного масштаба. Такое подразделение акваторий позволяет мозаично компоновать ледовые области, районы и зоны и решать широкий перечень производственных и научных задач (ледовое обслуживание зимних судоходных трасс, выполнение морских операций любой сложности, моделирование ледовых процессов и т.д.) в соответствии с различными пространственными и временными масштабами.

Практическая необходимость районирования ледяного покрова замерзающих акваторий обусловлена тенденцией ускоренного освоения шельфа и возрастающими объёмами добычи углеводородов в Охотском море и морях Арктического бассейна. Современные технологии морской добычи углеводородов предполагают установку стационарных нефте- и газодобывающих платформ (НГДП)

в шельфовой зоне. Условия технологического обслуживания НГДП требуют круглогодичной работы судов как на судоходных трассах, так и в местах непосредственной добычи, а в случае чрезвычайных ситуаций – во всех районах потенциального воздействия. В зимний период, помимо повышенной штормовой активности, одним из серьёзных препятствий для эффективной и безопасной работы судов в замерзающих морях является наличие ледяного покрова.

Активная фаза освоения шельфа Охотского моря началась в конце 1990-х годов. Первоначально работы разворачивались на северо-восточном шельфе Сахалина. Сейчас на нём эксплуатируются четыре НГДП, и предполагается начать буровые работы на пятой. По оценкам экспертов, планируемый период освоения доказанных запасов нефти и газа на шельфе о. Сахалин составляет 40–50 лет. На очереди разведка и обустройство западно-камчатского и магаданского шельфов (рис. 1). Опыт эксплуатации НГДП и судов обеспечения в ледовых условиях дальневосточных морей, которые по суровости сравнимы с арктическими, является абсолютно новым для промышленности Российской Федерации. Его трудно переоценить, и он с большой эффективностью

МИНЕРВИН Игорь Георгиевич – кандидат физико-математических наук, ректор Сахалинского государственного университета. РОМАНЮК Валерий Анатольевич – старший преподаватель кафедры геомониторинга и геоинформационного картографирования СахГУ. ПИЩАЛЬНИК Владимир Михайлович – доктор технических наук, заведующий кафедрой геологии и природопользования СахГУ. ТРУСКОВ Павел Анатольевич – доктор технических наук, начальник Управления по взаимодействию с федеральными органами надзора и контроля (Сахалин Энерджи Инвестмент Компани Лтд). ПОКРАШЕНКО Сергей Александрович – кандидат географических наук, главный специалист Департамента промышленной безопасности и охраны труда ОАО «НК «Роснефть»».

igor@minervin.ru, kunashir18@rambler.ru, vpishchalnik@rambler.ru, pavel.truskov@sakhalinenergy.ru, sapokr.2012@gmail.com

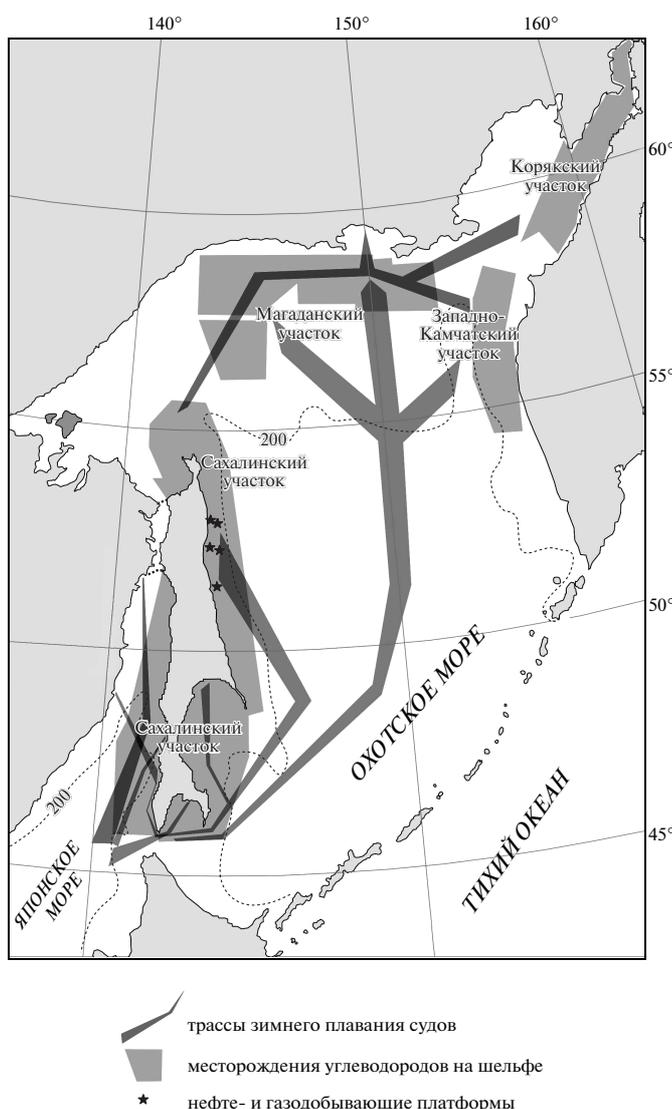


Рис. 1. Трассы зимнего плавания судов и шельфовые проекты Охотоморского региона

должен быть применён при разработке месторождений углеводородов на шельфе Арктического бассейна.

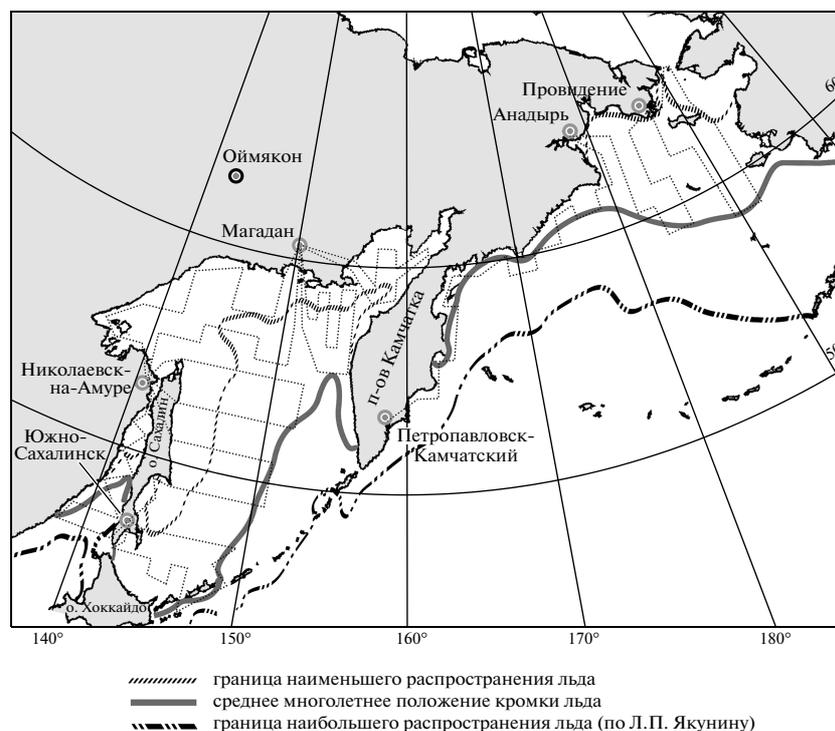
В отдельных районах Охотского моря лёд может наблюдаться более девяти месяцев в году. На различных фазах своего развития он имеет разные свойства и по-разному воздействует на технические объекты, поэтому крайне важно учитывать особенности состояния ледяного покрова в данное время и в данном месте. Это возможно только при условии детального иерархического районирования ледяного покрова на всех стадиях его развития, что является необходимым условием корректного прогнозирования его состояния на ближайшую и отдалённую перспективу [1]. Ледовые прогнозы – неотъемлемый элемент при планировании и добыче морских биологических

ресурсов [2]. Цель настоящей работы – на основе современных знаний об изменчивости состояния ледяного покрова разработать схему районирования Охотского и Японского морей с применением комплексного учёта природных критериев для решения экономических задач на данном этапе развития региона.

Исследования ледяного покрова дальневосточных морей до конца 1940-х годов носили фрагментарный характер и выполнялись с помощью морского транспорта [3]. Регулярные полёты на ледовую разведку для нужд мореплавания в Японском море начались в 1948 г., в Охотском море – с зимы 1955/56 г., а в Беринговом – с зимы 1959/60 г. [4]. Наблюдения проводились преимущественно по стандартной схеме галсов, по результатам которых еженедельно создавалась сводная карта ледовой обстановки для каждого моря (рис. 2) [5–8]. Систематические авиационные наблюдения были прекращены в 1992 г., однако уже с середины 1970-х годов на Дальнем Востоке был налажен устойчивый приём снимков в видимом диапазоне со спутников серий “Метеор”, “Ресурс” и “NOAA”, что позволило в течение почти 10 лет отрабатывать методику дешифрирования ледовых характеристик по спутниковым данным, имея детальные подспутниковые наблюдения. Японские исследователи начали проводить регулярную обработку спутниковых снимков для картирования ледовой обстановки с ледового сезона 1970–1971 гг. По методике, основанной на принципах теории распознавания образов, проводилось определение общей площади массива льда, а с сезона 1978 г. учитывалась сплочённость ледяного покрова. Спутниковые наблюдения являются и останутся в будущем основным общепризнанным источником информации о состоянии ледяного покрова.

Используемый в работе 85-летний ряд ледовых наблюдений по способам получения, полноте и качеству информации условно можно подразделить на три периода: *морской* – ледовые сезоны с 1928–1929 по 1959–1960 гг. – составление карт ледовой обстановки на середину месяца, частичный охват эпизодическими наблюдениями акватории морей; *авиационный* – сезоны с 1955–1956 по 1991–1992 гг. – построение карт ледовой обстановки на середину декады, регулярные наблюдения, равномерно охватывающие акватории всех морей (см. рис. 2); *спутниковый* – с зимы 1970/71 г. по настоящее время – построение ледовых карт по всей акватории морей с периодичностью 5 суток.

Специфика формирования ледяного покрова Охотского и Японского морей, расположенных на границе Азиатского материка и Тихого океана, во многом определяется ветровым режимом и генеральной циклонической циркуляцией вод. Благодаря различной теплоёмкости суши и океана



**Рис. 2.** Схема стандартных маршрутов в период производства регулярных авиационных наблюдений в 1955–1992 гг. за ледяным покровом дальневосточных морей

на над акваториями морей формируется атмосферная циркуляция муссонного типа: в холодный период преобладают ветры с суши на море, а в тёплый – наоборот. Преобладание ветров северо-западных румбов в зимний период инициирует развитие одновременно двух процессов: активной генерации льда в квазистационарных полынях вдоль северо-западного побережья морей; генеральный дрейф ледяного массива в юго-восточном направлении [5, 9, 10], во время которого толщина льда продолжает расти под воздействием термических и динамических факторов. В результате формируется главная характерная особенность ледяного покрова дальневосточных морей – увеличение толщины льда по мере продвижения его с севера на юг.

Охотское море, наряду с муссонным, имеет черты субарктического и арктического климата. Наиболее ярко особенности арктического климата проявляются в крайних северной и западной частях моря, которые далеко вдаются в Азиатский материк и находятся в непосредственной близости к полюсу холода Северного полушария (район села Оймякон в Якутии). Вторжения арктического воздуха в глубоко вдающийся в сушу залив Шелихова придаёт климату северо-восточной части моря субарктический характер. Сочетание географического положения Охотского моря с особенностями рельефа дна (наличие обширных мелководных районов вдоль северо-западно-

го побережья) делают его самым холодным из дальневосточных морей. Японское море почти целиком (кроме части акватории Татарского пролива к северу от 49° с. ш.) лежит в зоне муссонного климата субтропиков и умеренных широт.

Потребность углублённого изучения каких-либо географических объектов обычно возникает на определённом этапе социально-экономического развития общества в силу двух основных причин: необходимости решения новых экономических задач и этапного накопления знаний о характере изменчивости предмета исследования и объёмов исторической и современной информации о его параметрах. Для более детального изучения крупных природных территорий часто используется методологический приём, называемый районированием – это разделение объекта исследований на более мелкие фрагменты, относительно однородные по какому-либо признаку изменчивости выбранных параметров, после чего изучаются закономерности динамики параметров и моделируется их поведение в каждом выделенном районе.

Существовавшие ранее представления о ледовом режиме дальневосточных морей были сформированы преимущественно на основе данных авиационных наблюдений по отдельным маршрутам, объединённых в карты ледовых условий с 10-дневной (декадной) дискретностью [5–8, 11, 12]. В настоящей работе, в отличие от упомя-

нутых ранее, учтены результаты спутниковых наблюдений за период 1971–2013 гг.

Проведённый анализ массива цифровых спутниковых данных (с частотой наблюдений один раз в пять суток и полным охватом акватории в режиме реального времени), выполненный за четыре последних десятилетия, позволяет переосмыслить существующие и выявить новые черты ледового режима (как отдельных регионов, так и морей в целом). Результаты исследований последних лет подтверждают, что в разных частях моря и на разных стадиях развития ледяного покрова ледовые процессы могут происходить разнонаправленно даже в течение одного сезона [2, 12–16]. Ледовитость северо-западной и северо-восточной частей, равно как северной и южной половины Охотского моря, существенно зависит от типа атмосферной циркуляции, доминирующей в данный сезон [13, 17, 18]. При этом тип зимы в течение одного ледового сезона может меняться как в отдельном районе, так и в море в целом.

Анализ научной литературы и исторической информации по ледовым исследованиям, расчётных данных, работа над архивами карт, построенных на основе спутниковых снимков видимого и радиолокационного диапазонов, позволяют сделать вывод о том, что в ледяном покрове Охотского и Японского морей на всех стадиях его развития формируются региональные стабильные зоны, и локальная однородность параметров их ледяного покрова может быть условием для районирования [17, 19–21]. К основным ледово-географическим признакам для иерархического районирования ледяного покрова относятся местоположения границ распространения массива льда, а также границ зон различной его толщины и степени деформации. Их пространственное положение в значительной степени различается в зависимости от типа зимы, но они отчётливо проявляются практически на всех стадиях жизненного цикла ледяного массива. Сплочённость ледяного покрова не всегда является информативным критерием в силу общих особенностей формирования льда в массиве, так как процессы непрерывного ледообразования и постоянный дрейф льда на фазе развития в юго-восточном направлении, прекращение дрейфа и сокращение площади льда за счёт термического разрушения на фазе разрушения массива постоянно поддерживают в нём высокую сплочённость.

Значительные размеры и особенности орोगрафии береговой черты предопределяют одновременное развитие нескольких типов ледовых процессов в разных частях массива льда, что обуславливает существенные пространственные и временные различия в положении границ, выделенных по отмеченным выше общим критериям. На фазе развития ледяного массива характерными про-

цессами, формирующими ледовый режим Охотского моря, являются следующие.

- В западной части моря – генеральный дрейф льда в юго-восточном и южном направлениях (средняя скорость – 5–15 миль/сут, максимальная может превышать 50 миль/сут) [9, 10]). По расчётам Л.П. Якунина [22], продолжительность дрейфа льда от северных до южных границ Охотского моря составляет 9–10 декад, в среднем за это время лёд преодолевает расстояние около 600 миль и без учёта динамических факторов успевает нарасти до толщины ~70 см и более. По данным инструментальных наблюдений, толщина ровного льда в южной части моря может достигать 1.8 м.

- В восточной части моря характерным в этот период является дрейф льда в юго-западном и южном направлениях со скоростью 3–10 миль/сут.

- Образование стационарных полыней, заполненных ниласовыми (толщина 5–10 см) льдами вдоль западного, северо-западного, северного и северо-восточного побережий, в том числе в заливах Анива и Терпения (как результат воздействия ветров северных румбов, характерных для зимнего муссона).

- Формирование зон сжатий и деформаций льда в западной части моря (район Шантарских островов, Сахалинский залив); под воздействием низких температур воздуха происходит смерзание и вынос сильнодеформированного и всторошенного льда к северо-восточному побережью Сахалина; включаясь в генеральный дрейф, он движется вдоль восточного побережья о. Сахалин на юг, образуя пояс максимальной ширины до 30 миль труднопроходимого льда (даже для современных судов ледового класса).

- Формирование зон сжатий и деформации льда в северо-восточной части моря в районе Пенжинской губы (залив Шелихова) и последующий вынос однолетнего, сильнодеформированного льда на запад и юго-запад вдоль северного побережья моря, который перекрывает подходы к Тауйской губе (порт Магадан), образуя пояс труднопроходимого льда даже для ледокольных судов.

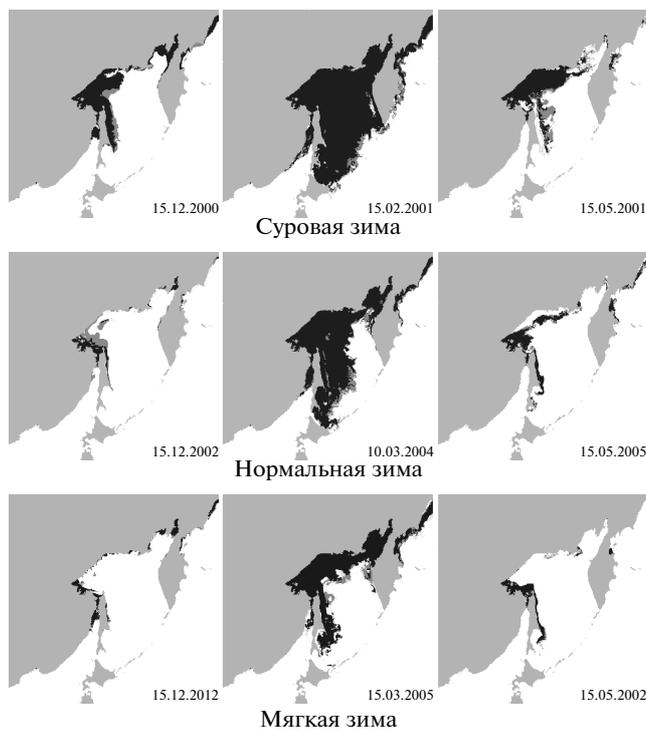
Ледяной покров в Охотском море достигает своего наибольшего развития в марте, когда средняя величина ледовитости достигает 79% (размах колебаний составляет 56–99%, за 100% принята площадь поверхности Охотского моря, равная 1 603 200 км<sup>2</sup>). В очень суровые зимы открытая вода может встречаться лишь у Центральных Курил. В самые мягкие зимы на западе и севере моря кромка льда располагается на расстоянии 150–180 миль от побережья материка [5].

Процессы разрушения льда под воздействием солнечной радиации начинаются в крайней южной части моря в марте. По мере ослабления зимнего муссона уменьшается скорость дрейфа всего

массива, и квазистационарные полыньи вдоль северо-западного побережья закрываются. Смена направления ветра над всей акваторией моря в зависимости от типа зим происходит в период со второй половины апреля до середины мая [18]. В течение апреля повсеместно отмечается разрушение крупных форм льда. В мае ледяной массив, как правило, распадается на три части: до начала июня сохраняется часть массива на участке северного побережья от полуострова Лисьянского до залива Шелихова; к середине июня происходит разрушение другой части массива в районе северо-восточного побережья Сахалина; в последнюю очередь (в конце июля – начале августа) лёд исчезает в крайней западной части моря в районе Шантарских островов (рис. 3) [1, 21].

Формирование ледяного покрова в Японском море осуществляется по аналогичному сценарию: в холодный период года преобладающие северные ветра обуславливают постоянный дрейф льда в южном и юго-восточном направлениях со средней скоростью 10–12 миль/сут и одновременно поддерживают сохранение квазистационарной полыньи в северо-западной части Татарского пролива. Скорость дрейфа сильно зависит от скорости и направления ветра. Так же, как и в Охотском море, толщина льда в массиве увеличивается с севера на юг. Средняя толщина льда в открытых районах Татарского пролива составляет около 40 см и редко превышает 80 см, поскольку в юго-восточной части лёд активно разрушается под воздействием тёплого Цусимского течения, формируя чётко выраженную кромку льда. В юго-западной части пролива массив продолжает дрейф в юго-западном направлении вдоль приморского берега, в суровые зимы распространяясь до широт Владивостока и южнее, при этом толщина льда под воздействием низких температур воздуха может медленно увеличиваться. Ледообразование в открытой части Татарского пролива начинается в первых числах декабря, максимальное развитие ледяного покрова отмечается преимущественно в начале февраля. В мягкие зимы окончательное разрушение массива льда происходит в конце апреля, в суровые – в конце мая – начале июня [8].

Суть идеи иерархической классификации акваторий по ледово-географическим признакам заключается в следующем. На основе анализа причинно-следственных связей выделяют регионы, в формировании ледового режима которых определяющая роль принадлежит климатическим факторам – это *первый уровень* классификации [23]. Для Охотского и Японского морей характерной величиной такого пространственного масштаба является площадь около 500 тыс. км<sup>2</sup>, то есть площадь значительной части акватории моря или суммы его частей (рис. 4, *слева*), соответствующий временной масштаб – климатический. В свою очередь, эти области подразделяются на

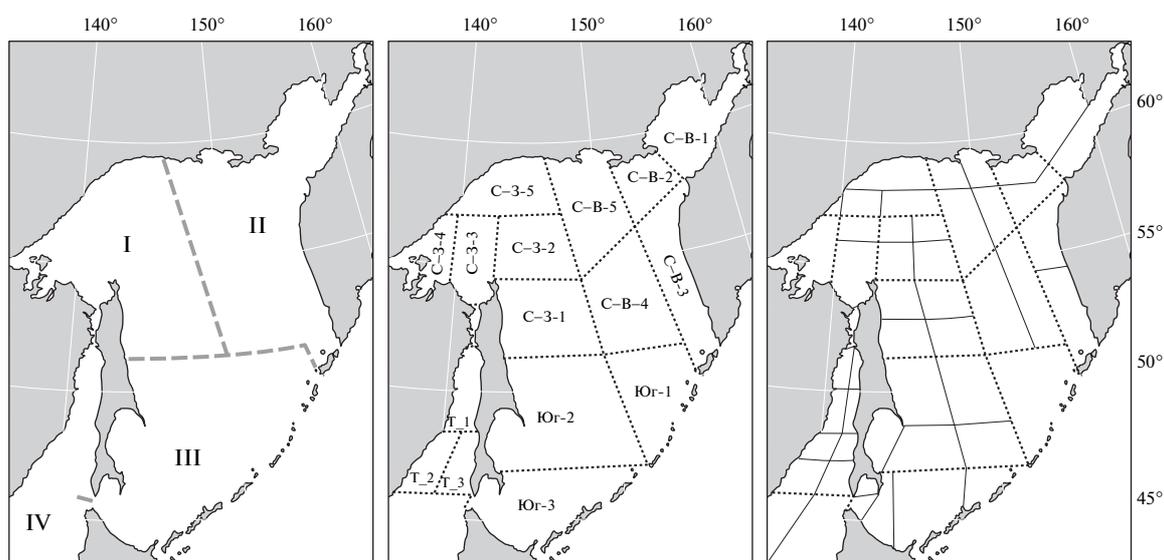


**Рис. 3.** Характерные ледовые условия в Охотском море для разных типов зим в начале ледообразования (*слева*), в середине зимы (*в центре*) и в период разрушения ледяного покрова (*справа*)

ледовые районы *второго уровня*, в которых могут быть выделены процессы и явления пространственных масштабов от 50 тыс. до 500 тыс. км<sup>2</sup>, временной масштаб – сезонный, для суммы двух и более районов – климатический (рис. 4, *в центре*). *Третий уровень* – ледовые зоны – имеют пространственный масштаб 5–50 тыс. км<sup>2</sup>, а временной масштаб – сезонный и синоптический (рис. 4, *справа*).

В соответствии с предложенной иерархией в Охотском море выделяются следующие региональные области первого уровня классификации.

- *Северо-западная часть Охотского моря* (площадь 432.3 тыс. км<sup>2</sup>). Включает в себя пять районов второго уровня, к ним относятся Шантарский и Сахалинский ледовые районы (С–3–4 и С–3–3 соответственно, см. рис. 4, *в центре*), где происходит динамичное формирование ледяного покрова под воздействием сильных приливных течений и сжатий. При переполнении льдом этих районов сформировавшийся здесь массив выносятся в районы С–3–1 и Юг–2, где он распространяется в виде пояса торосистых однолетних льдов от мыса Терпения и далее на юг вдоль восточного побережья Сахалина. В ледовых районах второго уровня С–3–2 и С–3–5 на фазе развития ледовых процессов наблюдается преимущественно спокойное ледообразование, которое происходит



**Рис. 4.** Схема иерархического районирования ледяного покрова на акватории Охотского и Японского морей  
Первый уровень классификации – ледовые области (*слева*), второй уровень – ледовые районы (*в центре*), третий уровень – ледовые зоны (*справа*)

под постоянным воздействием северо-западных ветров зимнего муссона и низких температур воздуха. Ледяной покров здесь представлен преимущественно обширными и гигантскими слабо-восторощенными ледяными полями молодых и однолетних льдов, которые распространяются от северо-западного побережья до центральной части Охотского моря. Окончательное разрушение массива льда происходит в Шантарском ледовом районе (С–3–4).

• *Северо-восточная часть Охотского моря* (площадь 592.1 тыс. км<sup>2</sup>) также включает в себя пять районов второго уровня. В первом из них (С–В–1) под влиянием сильных приливных течений и сжатий в заливе Шелихова происходит динамичное формирование быстро нарастающего ледяного покрова, который впоследствии выносится в районы транзита этого льда (С–В–2 и С–3–5). Характерной особенностью выносимого из залива Шелихова льда является повышенная торосистость и значительная толщина как результат многократного наслоения и последующего смерзания. Пояс торосистых однолетних льдов этого типа распространён вдоль северного побережья на запад до полуострова Лисянского. Он также занимает северную часть района С–В–5, перекрывая подходы к порту Магадан. Южная часть района второго уровня С–В–4 (так же, как и район Юг–1) в нормальные зимы является малоледовитой, поскольку здесь проходит основная струя Западно-Камчатского течения, которое считается относительно тёплым и активно разрушает ледяной покров в зоне взаимодействия, в результате чего формируется характерный изгиб кромки льда, далеко вдающийся в основной массив (см. рис. 1).

Вдоль западного побережья Камчатки выделяется ещё один район второго уровня, в котором отмечается образование молодого и однолетнего тонкого битого местного льда (С–В–3). Этот лёд не представляет серьёзной опасности для современных судов, но его вероятностное воздействие следует учитывать при разработке проектов нефтегазодобывающих предприятий на западно-камчатском шельфе.

• *Южная часть Охотского моря* (площадь 578.8 тыс. км<sup>2</sup>), как и Сахалинский залив, представляет собой естественную ловушку, где формируются условия для преимущественного накопления льда, дрейфующего из его северо-западной части. Она включает в себя три ледовых района второго уровня Юг–1, Юг–2 и Юг–3. Как уже отмечалось, район Юг–1, в который поступают тихоокеанские воды и где формируется начало Западно-Камчатского течения, является самой малоледовитой акваторией Охотского моря. Даже в зимы с максимальной ледовитостью он не бывает полностью заполнен дрейфующим льдом. Естественными границами этой ледовой области с запада и востока можно считать южную часть острова Сахалин и Южные Курильские острова, а с юга – остров Хоккайдо.

Во второй половине января южная кромка дрейфующего с северо-запада массива льда достигает побережья Хоккайдо, и начинается процесс заполнения дрейфующим льдом крайней южной части Охотского моря. После того как ледовый район Юг–3 наполнится льдом на 70–80% (обычно это происходит в начале февраля), дрейфующий лёд начинает выдавливаться через юж-

ные проливы Курильской гряды (Измены, Екатерины, а в марте — Фриза и Буссоль) в Тихий океан и через пролив Лаперуза в Японское море. Местный лёд в этой части моря на фазе развития ледовых процессов образуется в полыньях заливов Терпения и Анива, причиной формирования которых является всё тот же зимний муссон. В крайнюю южную часть Охотского моря (Юг-3) входят ледовые зоны залива Анива и пролива Лаперуза (см. рис. 4, *справа*). Несмотря на незначительную площадь (6.3, 7.4 и 27.5 тыс. км<sup>2</sup> соответственно), предсказание изменений ледовой обстановки здесь имеет исключительно важное значение для судоходства в зимний период (обеспечение бесперебойного транзита нефти и сжиженного природного газа танкерами и газовозами из порта Пригородное).

• *Японское море*. Исходя из описанных выше принципов районирования, здесь целесообразно выделить одну ледовую область первого уровня — это вся северная часть Японского моря от южной границы 41°22' с.ш. общей площадью 373.3 тыс. км<sup>2</sup>. В него входят два ледовых района второго уровня: Татарский пролив и северная (приморская) часть Японского моря.

Татарский пролив (площадь 107.5 тыс. км<sup>2</sup>) включает в себя три ледовые зоны: северную (Т-1) площадью 42.4 тыс. км<sup>2</sup>, юго-западную (Т-2) площадью 34.4 тыс. км<sup>2</sup> и юго-восточную (Т-3) площадью 30.7 тыс. км<sup>2</sup>, отличающиеся, помимо ледово-географических, ещё и специфическими гидрологическими условиями [24]. Для детального анализа ледовой обстановки этот район может быть подразделён на восемь зон (см. рис. 4, *справа*). Например, в ближайшей перспективе планируется строительство второго на Сахалине завода по сжижению природного газа, в результате чего возникнет необходимость ледового обслуживания морских транспортных операций в заливе Делангла.

В северной (приморской) части Японского моря, несмотря на значительные размеры акватории, дрейфующий из Татарского пролива лёд в суровые и нормальные зимы наблюдается исключительно в зоне холодного Приморского течения, и площадь его массива колеблется от 10 до 20 тыс. км<sup>2</sup>. Небольшой вынос дрейфующего льда эпизодически фиксируется через пролив Лаперуза из Охотского моря. В районах, прилегающих к проливу Лаперуза со стороны Японского моря, местный лёд не образуется, но при необходимости эти зоны можно оконтурить по признаку максимального положения границы проникновения охотоморского льда и выполнять в них детальный анализ ледовых условий его разрушения.

Местоположение разрабатываемых и перспективных месторождений углеводородов на шельфе Охотского и Японского морей определяет схему движения морского транспорта в зимнее время

(см. рис. 1). Рыбодобывающий флот в ледовый сезон дислоцируется в прикромочных зонах (в зимы с нормальной ледовитостью районы работы рыбодобывающего флота находятся в непосредственной близости или совпадают с границами нефтегазоносных участков шельфа Охотского моря) [25]. Трассы зимнего плавания в Охотском и Японском морях (см. рис. 1) пролегают по акваториям различных иерархических рангов и пересекают районы с исключительно разнообразными ледовыми условиями. Использование предложенного принципа районирования позволяет корректно решать задачи планирования и ледового обслуживания морских операций на любой фазе развития ледовых процессов. Кроме того, на основе предлагаемого методического подхода возможна разработка стандартных рекомендаций для различного типа зим. Наряду с данными оперативной информации о состоянии ледяного покрова такая детализация позволит планировать действия не только при работе на шельфе, но и в случае локализации и ликвидации вероятных чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Особенностью пространственной иерархии ледяного покрова в Охотском и Японском морях является наличие внутренних связей между ледовыми условиями разных рангов и внутри одного ранга. Эти связи отчётливо проявляются и хорошо вписываются в концепцию общей схемы динамики массива льда. Так, сложность ледовых условий в южной части Охотского моря определяется активностью динамики ледовых процессов, протекающих в его северо-западной части, которая, в свою очередь, зависит от преобладающего в данный сезон типа атмосферной циркуляции и температуры воздуха, поступающего из района полюса холода Северного полушария. В то же время интенсивность процессов ледообразования в ледовом районе С-3-5 в значительной мере определяет ледовитость моря в целом. Ледяной массив, формирующийся в северо-восточной части моря (ледовые районы С-В-1, С-В-2 и С-В-3) является самостоятельным. Льды из этого массива практически не попадают в северо-западную и южную части моря, вследствие чего ледовый район С-В-4 можно считать переходным, или буферным. Разнообразие вариантов условий формирования и разрушения ледяного покрова определяет тот факт, что в масштабе ледовых районов второго уровня могут классифицироваться все типы зим в течение одного ледового сезона.

\* \* \*

В областях регионального пространственного масштаба (три в Охотском — северо-западная, северо-восточная и южная площадью 432.3, 592.1 и 578.8 тыс. км<sup>2</sup> соответственно и одна в Японском

море площадью 373.3 тыс. км<sup>2</sup>) решаются задачи климатического временного масштаба. Крупные региональные ледовые области важны для понимания климатических процессов в целом. Эти знания позволяют чётче интерпретировать и моделировать ледовые процессы в ледовых районах и зонах, что существенно повышает качество прогнозов. Информационной основой для оценки влияния климатических факторов является 85-летний ряд наблюдений за вариациями площади льда с месячной дискретностью.

В границах ледовых областей регионального масштаба выделено 15 ледовых районов второго уровня площадью от 50 тыс. до 500 тыс. км<sup>2</sup>, в которых в силу различных причин формируются характерные особенности ледового режима сезонного временного масштаба. Информационную основу здесь представляет 60-летний ряд наблюдений с декадной дискретностью.

В каждом из 15 ледовых районов второго уровня можно выделить от четырёх до девяти ледовых зон площадью 5–50 тыс. км<sup>2</sup>, в которых разработанное программное обеспечение позволяет рассчитывать статистические характеристики на основе 40-летнего ряда пентадных спутниковых наблюдений сезонного и синоптического временного масштаба. Ледовые области, районы и зоны можно мозаично компоновать в произвольном порядке для выполнения широкого круга производственных и научных задач (ледовое обслуживание зимних судоходных трасс, выполнение морских операций любой сложности, моделирование ледовых процессов различного пространственного и временного масштабов, планирование морских работ и организация мониторинга ледовых условий при гидрометеорологическом обслуживании шельфовых проектов и т.д.).

Предложенная методика районирования является достаточно универсальной и пригодна для решения большинства современных практических задач как в дальневосточных морях, так и морях Арктического бассейна. Её использование позволит оптимизировать финансовые затраты и повысить качество прогностической информации для обеспечения безопасности выполнения морских операций. Дальнейшее совершенствование спутниковых наблюдений, например, определение на регулярной основе толщины льда, при условии применения данного методологического подхода позволит вывести оперативное и прогностическое обслуживание на качественно новый уровень.

Авторы выражают благодарность ООО “Российские ледовые эксперты” (г. Южно-Сахалинск) за предоставленный архив спутниковой информации, а также профессорам А.В. Леонову и В.А. Мелкому за конструктивные замечания, высказанные в процессе подготовки работы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Пищальник В.М. О районировании ледяного покрова Охотского моря // Лёд и Снег. 2010. № 4.
2. Минервин И.Г. Особенности развития ледовых процессов в Охотском море в сезон 2013–2014 гг. // Учёные записки Сахалинского государственного университета. 2014.
3. Крындин А.Н. Сезонные и межгодовые изменения ледовитости и кромки льда на дальневосточных морях в связи с особенностями атмосферной циркуляции // Труды Государственного океанографического института. 1964. Вып. 71.
4. Якунин Л.П. Ледовая разведка на морях Дальнего Востока // История ледовой авиационной разведки. СПб.: Гидрометеоздат, 2002.
5. Плотников В.В. Ледовые условия и методы их прогнозирования // Проект “Моря”. Гидрология и гидрохимия морей. Т. IX: Охотское море. Вып. 1 (Гидрометеорологические условия). СПб.: Гидрометеоздат, 1998.
6. Плотников В.В. Ледовые условия Берингова моря и методы их прогнозирования // Проект “Моря”. Гидрология и гидрохимия морей. Т. X: Берингово море. Вып. 1 (Гидрометеорологические условия). СПб.: Гидрометеоздат, 1999.
7. Якунин Л.П. Атлас границ преобладающего однолетнего льда дальневосточных морей России. Владивосток: Тихоокеанский океанологический институт ДВО РАН, 1997.
8. Якунин Л.П. Ледовые условия // Проект “Моря”. Гидрология и гидрохимия морей. Т. VIII: Японское море. Вып. 1 (Гидрометеорологические условия). СПб.: Гидрометеоздат, 2003.
9. Астафьев В.Н. Торосы и стамухи Охотского моря. СПб.: Прогресс-Погода, 1997.
10. Покрашенко С.А. Исследование дрейфа льда на шельфе о. Сахалин с помощью методов радиолокации // Труды ДВНИИ. 1987. Вып. 37. С. 49–52.
11. Плотников В.В. Изменчивость ледовых условий дальневосточных морей России и их прогноз. Владивосток: Дальнаука, 2002.
12. Якунин Л.П. Атлас границ распространения и крупных форм льда дальневосточных морей России. Владивосток: Тихоокеанский океанологический институт ДВО РАН, 1995.
13. Минервин И.Г. Анализ причин формирования экстремальных ледовых условий в Охотском море // Физика геосфер. VII Всероссийский симпозиум, 5–9 сентября 2011 г. Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичёва ДВО РАН. Владивосток: Дальнаука, 2011.
14. Минервин И.Г. Исследование ледовых условий Охотского моря с целью предотвращения экологических рисков // Учёные записки Сахалинского государственного университета. 2012. Вып. 9. С. 70–76.
15. Пищальник В.М. Особенности развития ледяного покрова Охотского моря в 2001–2006 гг. // Сборник статей РЭА № 1 “Экологические аспекты освоения нефтегазовых месторождений”. Владивосток: Дальнаука, 2009.

16. *Minervin I.G.* Monitoring of ice Conditions in the Sea of Okhotsk as a Factor for Preventing Ecological Risk Connected with Oil and Gas Projects // Proceedings of the 2nd International Meeting of Amur-Okhotsk Consortium 2011 / Towards the sharing of environmental data in the Pan Okhotsk region. Amur-Okhotsk Consortium c/o Institute of Low Temperature Science. Hokkaido University. March 2012. P. 65–74.
17. *Мелкий В.А.* Районирование ледяного покрова Охотского и Японского морей и морфометрические данные акваторий // Физика геосфер. VII Всероссийский симпозиум, 5–9 сентября 2011 г. Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичёва ДВО РАН. Владивосток: Дальнаука, 2011.
18. *Романюк В.А.* Исследование влияния сроков смены сезонов на ледовитость Охотского и Японского морей // Физика геосфер. VII Всероссийский симпозиум, 5–9 сентября 2011 г. Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичёва ДВО РАН. Владивосток: Дальнаука, 2011.
19. *Тамбовский В.С.* Мониторинг состояния ледяного покрова для обеспечения морских операций при поисковом бурении на нефть и газ на северном шельфе о. Сахалин // Лёд и Снег. 2010. № 3.
20. *Pishchalnik V.M.* Okhotsk Sea Ice Cover Zoning // Proceedings of the 28th International Symposium on Okhotsk Sea & Sea Ice. 17–21 February 2013. Mombetsu, Hokkaido, Japan. P. 312–315.
21. *Tambovsky V.S.* Zoning of Okhotsk sea on ice conditions // Proceedings of the 22nd International Symposium on Okhotsk Sea & Sea Ice. 18–21 February 2007. Mombetsu, Hokkaido, Japan. P. 158–161.
22. *Якунин Л.П.* Ледотермика прикромочной зоны дальневосточных морей // Труды Дальневосточного регионального научно-исследовательского гидрометеорологического института. 1990. Вып. 40. С. 61–64.
23. *Спичкин В.А.* Особенности изучения морских льдов для обеспечения работ на арктическом шельфе // Проблемы Арктики и Антарктики. 1995. Вып. 69. С. 62–69.
24. *Пищальник В.М.* Математическое моделирование условий функционирования экосистемы Татарского пролива. Южно-Сахалинск: Сахалинский государственный университет, 2011.
25. *Дулепова Е.П.* Сравнительная биопродуктивность макроэкосистем дальневосточных морей. Владивосток: ТИПРО-центр, 2002.

## ИЗ РАБОЧЕЙ ТЕТРАДИ ИССЛЕДОВАТЕЛЯ

DOI: 10.7868/S0869587315030147

В последние годы проблема воспроизводства научных кадров высшей квалификации стала темой постоянного обсуждения в академическом сообществе. Заметную роль в отборе перспективных учёных играют диссертационные советы, деятельность которых анализируется в публикуемой статье.

### ОБОБЩЁННЫЙ ПОРТРЕТ АКАДЕМИЧЕСКОГО ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

Л.В. Щёголева, С.И. Пахомов, В.А. Гуртов

В условиях межгосударственной конкуренции в области разработки новейших технологий основная нагрузка и ответственность в этой сфере в России возлагается на академическую науку, располагающую мощным интеллектуальным потенциалом. Обеспечение эффективного воспроизводства научных кадров высшей квалификации также является одной из важных задач академических институтов, поскольку становление учёного должно происходить в научной среде.

Часть процесса воспроизводства кадров высшей квалификации — двухуровневая аттестация научных работников с присуждением им учёных степеней кандидата и доктора наук. Учёные степени в настоящее время присуждаются диссертационными советами, которые входят в государственную систему аттестации научных и научно-педагогических работников. Состав совета формируется из числа докторов наук, специалистов в конкретных научных областях, работающих как в вузах, так и в государственных академиях наук.

На повышение качества работы всех звеньев государственной системы аттестации кадров высшей квалификации сейчас ориентированы многие мероприятия Министерства образования и науки РФ, обсуждаемые в научном сообществе

[1]. В первую очередь это касается повышения уровня оценки диссертационного исследования на этапе принятия диссертации к защите и непосредственно во время защиты.

Научные работники государственных академий наук профессионально, то есть в течение всего рабочего времени, занимаются научной деятельностью (ФЗ от 2 июля 2013 г. № 185-ФЗ), в отличие от профессорско-преподавательского состава вузов, для которых основной является образовательная деятельность, а научная ведётся в оставшееся рабочее время. Поскольку диссертация на соискание учёной степени — это научно-квалификационная работа, в которой содержится решение научной задачи, можно ожидать, что академические научные организации играют в системе аттестации ведущую роль. Так ли это?

Мы попытались количественно оценить роль академических учреждений в аттестации научных кадров с помощью наукометрических параметров [2, 3]. Использовались информационные массивы ежегодных отчётов диссертационных советов [4, 5] и результаты проведённого в 2013 г. мониторинга сети диссертационных советов [6].



ЩЁГОЛЕВА Людмила Владимировна — доктор технических наук, ведущий научный сотрудник Центра бюджетного мониторинга Петрозаводского государственного университета (ПетрГУ). ПАХОМОВ Сергей Иванович — доктор химических наук, заместитель директора департамента подготовки и аттестации научных и научно-педагогических работников Минобрнауки РФ. ГУРТОВ Валерий Алексеевич — доктор физико-математических наук, директор Центра бюджетного мониторинга ПетрГУ.  
schegoleva@psu.karelia.ru; pahomov-si@mon.gov.ru; vgurt@psu.karelia.ru

### ДИССЕРТАЦИОННЫЕ СОВЕТЫ ИНСТИТУТОВ ГОСУДАРСТВЕННЫХ АКАДЕМИЙ НАУК

В 2013 г. общее число действующих диссертационных советов составляло 2826, из них доля советов при институтах государственных академий наук (далее – академических диссоветов) – 17% (табл.). Следует иметь в виду, что 22% общей численности докторов наук работают в институтах государственных академий, однако их доля среди членов диссертационных советов меньше – 19%.

Анализ перечня 100 диссоветов с максимальным количеством защит в 2011–2013 гг. показал, что в него вошли только пять институтов РАН и два института РАСХН, шесть отраслевых научно-исследовательских институтов, остальные 87 – вузы. Среди 100 организаций с максимальным количеством защит диссертаций не оказалось ни одного института РАН. Однако сотрудники академических институтов участвуют в работе диссертационных советов, открытых не только при Академии наук, но и при вузах, где их доля составляет 5%. Но и академические диссоветы включают не только штатных работников академий наук. Доля преподавателей вузов в академических диссертационных советах достигает 16%. Это соотношение долей может сбить с толку: на самом деле сотрудников академий, являющихся членами диссертационных советов при вузах, в 1.4 раза больше, чем работников вузов, работающих в академических диссоветах; разница долей объясняется численным преобладанием вузовских диссоветов.

В 2013 г. диссертационные советы работали при 345 академических институтах. Из них 74,6% действовали при РАН, 10,3% – при РАСХН, 9,2% – при РАН, 3,4% – при РАО, 2 совета – при РААСН. Потенциал академических институтов явно недоиспользован: например, количество научных организаций РАН составляет 436 [7], и только при 54% из них созданы диссертационные советы.

Академические диссертационные советы принимают к защите диссертации по 277 специальностям Номенклатуры специальностей научных работников 2009 г., что составляет 65% всех специальностей. Максимальное количество академических диссоветов рассматривает диссертации по специальностям 08.00.05 “Экономика и управление народным хозяйством” (43 совета), 02.00.04 “Физическая химия” (28 советов), 01.04.07 “Физика конденсированного состояния” (24 совета), 03.01.04 “Биохимия” (21 совет), 03.03.01 “Физиология” (21 совет), 05.13.18 “Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ” (17 советов).

На долю академических диссоветов за последние шесть лет приходится в среднем в год 12% за-

Динамика показателей деятельности диссертационных советов при институтах государственных академий наук

| Год  | Количество диссоветов | Число защит докторских диссертаций | Число защит кандидатских диссертаций | Количество диссоветов, в которых не было защит |
|------|-----------------------|------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------|
| 2008 | 499                   | 484                                | 2519                                 | 69                                             |
| 2009 | 506                   | 710                                | 3016                                 | 24                                             |
| 2010 | 531                   | 533                                | 2436                                 | 46                                             |
| 2011 | 533                   | 594                                | 2559                                 | 33                                             |
| 2012 | 542                   | 495                                | 2331                                 | 73                                             |
| 2013 | 476                   | 430                                | 2420                                 | 72                                             |

щит кандидатских диссертаций и 19% – докторских. При этом в 10% диссертационных советов ежегодно вообще не проводятся защиты, а в 50% не проходят защиты докторских диссертаций, хотя именно аттестация соискателей учёной степени доктора наук должна быть прерогативой скорее академических институтов, чем вузов.

Если сопоставить, с одной стороны, аттестацию, а с другой – подготовку научных кадров, то ситуация выглядит тревожно: напомним, доля академических диссоветов составляет 17%, а доля соискателей учёных степеней, выполнивших диссертацию на базе академических институтов, не превышает 10%. Это связано в том числе с постоянно уменьшающимся в последние пять лет числом аспирантов в учреждениях РАН [7].

### ХАРАКТЕРИСТИКА ЧЛЕНОВ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

В мониторинге сети диссертационных советов 2013 г. участвовало 87% академических диссоветов, в которые входили 8998 учёных. Уникальные данные мониторинга впервые позволили количественно оценить эффективность их научной работы, в том числе публикационную активность, которой в настоящее время придаётся большое значение. Этот показатель отражается как в ежегодных отчётах диссертационных советов, так и в квалификационных требованиях к его членам при открытии или изменении состава диссовета.

Анализ проводился по группам специальностей, которые были выделены согласно действующей Номенклатуре специальностей научных работников. Если для отрасли науки в Номенклатуре не предусматривалось разбиение на группы, то в качестве группы рассматривалась отрасль в целом. Таким образом, показатели публикационной активности рассчитывались относительно 51 группы специальностей/отраслей науки.

Следует отметить, что диссертационные советы созданы при академических институтах не для всех групп специальностей. Для 11 специ-

альностей они отсутствуют. Это специальности: 05.01.00 “Инженерная геометрия и компьютерная графика”, 05.04.00 “Энергетическое, металлургическое и химическое машиностроение”, 05.05.00 “Транспортное, горное и строительное машиностроение”, 05.07.00 “Авиационная и ракетно-космическая техника”, 05.08.00 “Кораблестроение”, 05.19.00 “Технология материалов и изделий текстильной и лёгкой промышленности”, 05.21.00 “Технология, машины и оборудование лесозаготовок, лесного хозяйства, деревопереработки и химической переработки биомассы дерева”, 05.26.00 “Безопасность деятельности человека”, 06.04.00 “Рыбное хозяйство”, 17.00.00 “Искусствоведение”, 24.00.00 “Культурология”. Поэтому применительно к академическим диссоветам показатели рассматривались относительно 40 групп специальностей.

Наибольшая доля членов академических диссоветов по сравнению с их совокупностью приходится на группы специальностей 01.03.00 “Астрономия” (70%), 03.01.00 “Физико-химическая биология” (47%), 01.01.00 “Математика” (41%). Доля членов академических диссоветов в других группах специальностей составляет более 30% для шести из них, от 20 до 30% — для пяти, от 10 до 20% — для 12 групп, менее 10% — для 14 групп специальностей.

В ходе мониторинга анкета члена диссертационного совета включала следующие показатели публикационной активности:

- число публикаций по специальности в 2008—2012 гг. в журналах, индексируемых в признанных международных системах цитирования (далее — статьи в международных журналах);
- число публикаций по специальности в 2008—2012 гг. в журналах, входящих в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, рекомендованный ВАК (далее — статьи в российских журналах);
- число рецензируемых монографий, опубликованных в 2003—2012 гг. в ведущих отечественных или зарубежных издательствах;
- число цитирований в 2008—2012 гг. всех публикаций члена диссертационного совета в журналах, индексируемых в базе Web of Science (WoS);
- индекс Хирша в базе Web of Science;
- индекс Хирша в РИНЦ.

Первые три показателя характеризуют, с одной стороны, результативность научной деятельности учёного, с другой — его активность в представлении научных результатов. Три показателя цитируемости отражают известность и востребованность полученных научных результатов. В наукометрии предлагается множество вариантов оценок цитируемости научных работ [8], но наиболее используемым сейчас является индекс Хирша.

По каждому из перечисленных показателей были рассчитаны средние значения как для всех членов диссоветов, так и для членов академических диссоветов. Результаты расчётов свидетельствуют, что средние значения показателей для членов академических диссоветов значительно превышают такие же значения для членов всех диссоветов.

Обобщённый портрет члена диссовета значительно различается в зависимости от группы специальностей. В среднем член академического диссовета опубликовал в 2008—2012 гг. 7.6 работы, индексируемых в международных базах цитирования, и 8 работ, индексируемых в РИНЦ; за 10 лет — 2.4 монографии. Его индекс Хирша в WoS составляет 4.3; индекс Хирша в РИНЦ — 6; число цитирований публикаций в WoS — 30.7. Наибольшее число членов академических диссоветов работает по группам специальностей 01.04.00 “Физика” (11% членов академических диссоветов и 34% членов всех советов в группе специальностей), 25.00.00 “Науки о Земле” (11% и 32% соответственно), 02.00.00 “Химические науки” (9% и 36%), 03.02.00 “Общая биология” (7% и 33%), 08.00.00 “Экономические науки” (7% и 12%).

В среднем один член академического диссовета опубликовал в 2008—2012 гг. 15.6 научные статьи в журналах, индексируемых в международных и отечественных базах цитирования. Это на 27% больше, чем приходится на одного члена усреднённого диссовета. Диапазон значений показателя по отношению к среднему по группам специальностей составляет от 73% (10.02.00 “Языкознание”) до 225% (05.12.00 “Радиотехника и связь”).

Распределение общего числа публикаций на одного члена академического диссовета имеет следующую структуру:

- 1.4% членов диссоветов имеют более 60 публикаций;
- 5.4% — от 40 до 60 публикаций;
- 18.5% — от 20 до 40 публикаций;
- 70.2% — не более 20 публикаций;
- 4.5% — не имеют публикаций (или не представили сведений).

Публикационная активность членов диссоветов в международных и российских журналах существенно различается в зависимости от специальности (рис. 1). В международных изданиях чаще публикуются специалисты естественно-научного профиля: самое высокое значение у специальности 01.03.00 “Астрономия” — 87% публикаций увидели свет в международных журналах, включая как переводные отечественные, так и зарубежные научные журналы, индексируемые в международных базах данных. В отечественных непереводных журналах чаще печатаются члены диссоветов (95% и более) по специальностям 05.22.00 “Транспорт”, 05.20.00 “Процессы и машины агроинже-

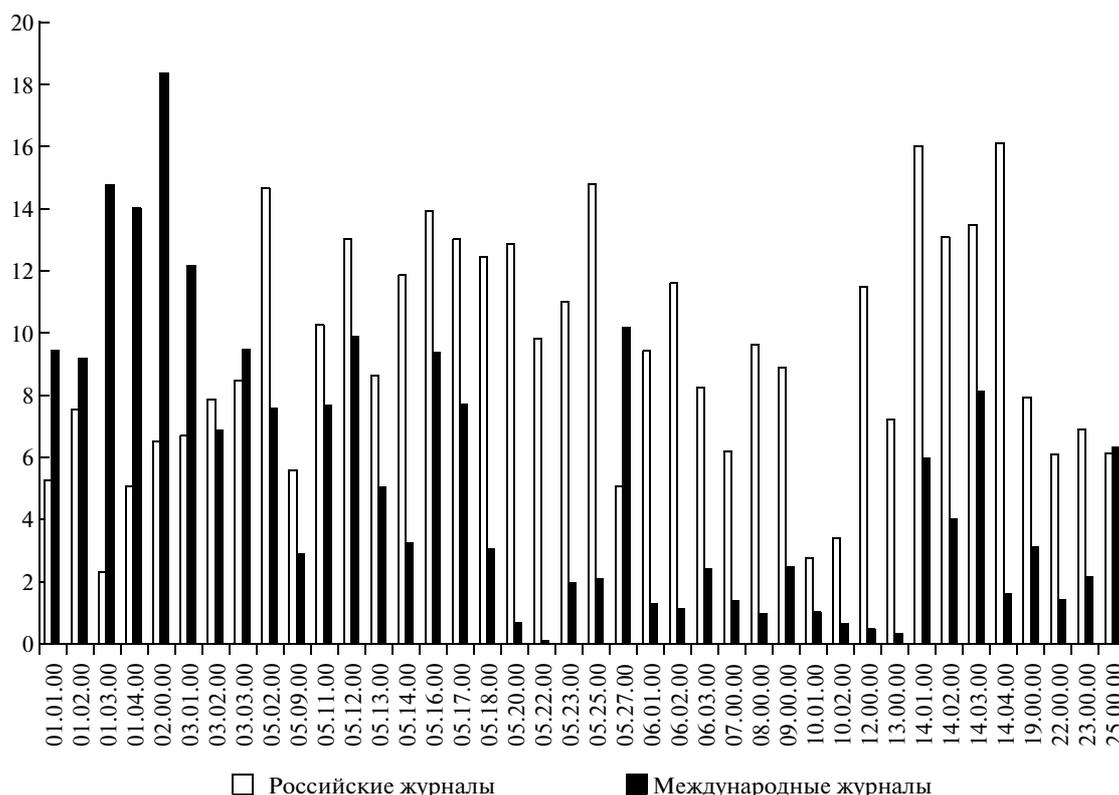


Рис. 1. Среднее количество публикаций научных статей в российских и международных журналах на одного члена академического диссертационного совета, по группам специальностей

нерных систем”, 12.00.00 “Юридические науки”, 13.00.00 “Педагогические науки”.

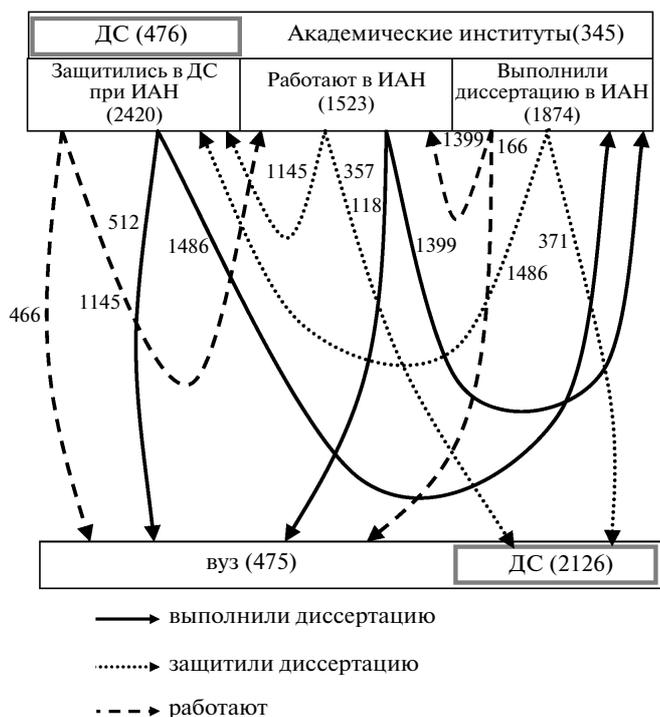
В 2010–2011 гг. на одного научного сотрудника, работающего в системе РАН, в среднем в год приходилось 0.37 публикации, индексируемые в WoS [7], а на одного члена академического диссовета, по данным мониторинга, – 1.52 такой публикации. Следовательно, в состав диссертационных советов входят наиболее результативные с точки зрения публикационной активности учёные.

Для сравнения приведём следующие цифры. По результатам обработки данных, доступных из базы цитирования Web of Science, количество публикаций на одного исследователя в мире в год немного варьируется в зависимости от области исследования (Research Area WoS), но в среднем составляет 0.5 публикации в год. Например, в области “Астрономия и астрофизика” на одного исследователя в год приходится 0.4 статьи, индексируемой в WoS; в области “Химия” – 0.5 статьи; в области “Бизнес и экономика” – 0.6 статьи.

Однако эти значения рассчитаны для всех публикаций, индексируемых в WoS, включая статьи как авторов с именем, так и аспирантов. Выделить авторов с учёной степенью, занимающихся научными исследованиями более 10 лет, имею-

щих защитившихся аспирантов (что примерно соответствует статусу члена диссертационного совета в России), в системе WoS не представляется возможным. Поэтому сравнение библиометрических показателей российских и зарубежных учёных требует специального, достаточно трудоёмкого исследования. Один из возможных подходов – выделение конкретных персоналий, известных своими разработками в заданных областях науки, а затем подсчёт их библиометрических показателей на основе данных WoS и усреднение этих значений по каждой научной области.

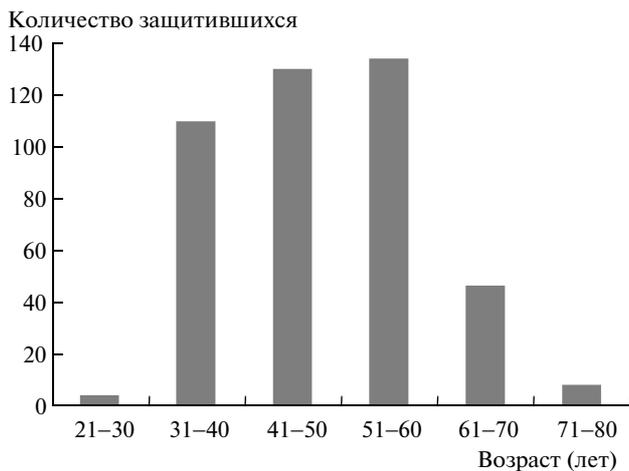
По количеству опубликованных монографий члены академических диссоветов совсем чуть-чуть отстают от членов диссоветов при вузах, хотя по отдельным специальностям наблюдаются значительные различия. На 20–30% меньше представителей вузов публикуют монографии члены академических диссоветов по специальностям 01.03.00 “Астрономия”, 03.01.00 “Физико-химическая биология”, 05.27.00 “Электроника”; напротив, больше монографий готовят члены академических диссоветов по специальности 05.14.00 “Энергетика” (в 2.5 раза), 05.02.00 “Машиностроение и машиноведение” (почти в 1.9 раза), 14.02.00 “Профилактическая медицина” (в 1.6 раза), 23.00.00 “Политические науки” (в 1.6 раза), 06.03.00 “Лесное хозяйство” (в 1.5 ра-



**Рис. 2.** Схема потоков соискателей учёной степени кандидата наук между академическими институтами и вузами, 2013 г.

за), 07.00.00 “Исторические науки и археология” (в 1.5 раза).

Число цитирований за пять лет всех публикаций члена академического диссовета в журналах, индексируемых в базе Web of Science, очень сильно различается в зависимости от специальности, начиная с нулевого значения – 05.22.00 “Транспорт” и 14.04.00 “Фармацевтические науки” и заканчивая значениями 79.8 – 01.03.00 “Астроно-



**Рис. 3.** Количество защитившихся соискателей учёной степени доктора наук в академических диссертационных советах по возрастным группам, 2013 г.

мия”, 78.9 – 02.00.00 “Химические науки”, 70.4 – 01.04.00 “Физика”, 60 – 03.01.00 “Физико-химическая биология”. Ещё шесть групп специальностей имеют значения от 20 до 39, три группы – более 10, остальные 27 групп – менее 10.

### КТО ЗАЩИЩАЕТСЯ В АКАДЕМИЧЕСКОМ ДИССЕРТАЦИОННОМ СОВЕТЕ?

Почему же академические диссоветы работают менее активно, чем вузовские? Давайте присмотримся к соискателям, защитившимся в этих диссоветах. В 2013 г. в советах при академических институтах было защищено 430 докторских и 2420 кандидатских диссертаций. Из числа соискателей 47% работают в академических институтах, 21% – в вузах, 13% – в научно-исследовательских институтах, научно-производственных объединениях и других научных организациях, 3.2% – в лечебных учреждениях. Следовательно, больше половины соискателей учёной степени, которые защищаются в академических диссоветах, не являются сотрудниками институтов государственных академий наук.

На базе институтов академий наук в 2013 г. было подготовлено 1874 кандидатских и 319 докторских диссертаций, что составляет всего лишь 10% защищённых работ, в вузах было выполнено 80% диссертационных исследований.

Соискатели, работающие в институтах академий наук, защитили 1523 кандидатские диссертации и 281 докторскую диссертацию. В основном (91.9%) диссертационные исследования выполнялись по месту работы: 1399 работ на соискание учёной степени кандидата наук и 258 – доктора наук. На базе вузов (из числа работающих в академических институтах) выполнили диссертационные работы 118 соискателей учёной степени кандидата наук и 22 – доктора наук. Три четверти соискателей из академических институтов защитили диссертации в советах при институтах государственных академий наук, 24% – в диссоветах при вузах. Схема потоков соискателей учёной степени кандидата наук между академическими институтами и вузами представлена на рисунке 2.

Большинство (80%) соискателей, выполнивших диссертацию в академическом институте, защитили её в академическом диссовете, чуть менее 20% – в диссовете при вузе. Среди соискателей, выполнивших диссертации в академических институтах, помимо их сотрудников, 9% кандидатов наук и 11% докторов наук работают в вузах, 1.5% кандидатов наук и 1% докторов наук – в лечебных учреждениях, 2% кандидатов наук – в коммерческих организациях. Средний возраст соискателя степени доктора наук, защитившегося в академическом диссертационном совете в 2007–2013 гг., составляет 49 лет, минимальный – 27 лет, максимальный – 77 лет (рис. 3).

Наибольшее количество защит докторских диссертаций в академических диссоветах в 2010–2013 гг. было проведено в группах специальностей 14.01.00 “Клиническая медицина” (234 защиты), 01.04.00 “Физика” (203 защиты), 08.00.00 “Экономические науки” (169 защит). Малое число защит проводится по техническим специальностям, за исключением группы 05.13.00 “Информатика, вычислительная техника и управление”, по группам специальностей 14.04.00 “Фармацевтические науки”, 01.03.00 “Астрономия”.

Больше всего учёных степеней доктора наук в 2010–2013 гг. в академических диссоветах было присуждено по физико-математическим наукам (386, или 40% всех получивших степень доктора наук в этой области), биологическим наукам (333 – 41%), медицинским наукам (324 – 15%), меньше всего – по фармацевтическим наукам (3), искусствоведению (6), социологическим наукам (7). Имея в виду долю финансирования, которая приходится в РАН на институты разного профиля, можно было бы ожидать больше защит по химическим наукам и наукам о Земле.

Таким образом, анализ результатов нашего исследования показал, что члены диссертационных советов при институтах государственных академий наук имеют более высокие показатели публикационной активности, чем члены диссоветов при вузах и других научных организациях, это говорит об их высокой квалификации. Однако потенциал академических институтов в сфере аттестации кадров высшей научной квалификации реализуется далеко не в полной мере. В половине институтов РАН, несмотря на очевидную необходимость восполнения кадрового состава, в том числе через подготовку аспирантов, отсутствуют

диссертационные советы, а в половине действующих советов ежегодно не проводятся защиты докторских диссертаций.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Филиппов В.М. Задачи повышения научного уровня и ответственности диссертационных советов // Социология образования. 2013. № 5.
2. Ivanov V.V., Libkind A.N., Markusova V.A. Publication activity and research cooperation between higher education institutions and the Russian Academy of Sciences // Herald of the Russian Academy of Sciences. 2014. V. 84. Is. 1.
3. Куракова Н.Г., Цветкова Л.А., Еремченко О.А. Наукометрические параметры российской экономической науки: общее состояние и оценка диссертационных советов // Вопросы экономики. 2013. № 11.
4. Гуртов В.А., Пахомов С.И., Шишканова И.А. Обзор деятельности сети диссертационных советов в 2013 году: аналитический доклад. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2014.
5. Пахомов С.И., Гуртов В.А., Щёголева Л.В. Диссертационный совет как зеркало российской науки // Вестник РАН. 2013. № 12.
6. Пахомов С.И., Гуртов В.А., Щёголева Л.В. Технология формирования количественной оценки деятельности диссертационного совета // Информатизация образования и науки. 2014. Вып. 4(24). С. 34–44.
7. Наука РАН: Краткий статистический сборник / Гл. ред. Миндели Л.Э. М.: ИПРАН РАН, 2013.
8. Цыганов А.В. Краткое описание наукометрических показателей, основанных на цитируемости // Управление большими системами. Специальный выпуск 44. М.: ИПУ РАН, 2013.

DOI: 10.7868/S0869587315030081

Представленная ниже статья содержит результаты формирования генофонда кормовых культур на основе мобилизации и изучения генетических ресурсов растений природной и культурной флоры, показывает значение экспедиционного сбора экономически значимых видов, экотипов, популяций дикорастущей флоры и роль исходного материала, созданного экспериментальным путём на основе методов биотехнологии и генной инженерии. Авторы излагают результаты селекционной работы, дают краткую характеристику новых инновационных, хозяйственно специализированных сортов кормовых культур, обосновывая их роль в обеспечении продовольственной и экологической безопасности России.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ ИННОВАЦИОННЫХ СОРТОВ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР

В.М. Косолапов, З.Ш. Шамсутдинов

Генетические ресурсы растений — основной биосферный и продовольственный ресурс человечества, обеспечивающий нас продуктами питания, жильём, одеждой и лекарствами. Они содержатся в природных экосистемах лесов, саванн, пастбищ и охотничьих угодий, пустынь, тундры, рек, озёр и морей, а также на крестьянских (фермерских) полях, в садах, генетических банках, ботанических садах и зоопарках.

Согласно Конвенции о биоразнообразии [1], каждый вид, экотип, местный сорт — это уникальный переход к эколого-биосферной стратегии, происходивший в течение длительного естественного и/или искусственного отбора комплекса

коадаптированных блоков генов, обеспечивающих адаптацию к местным природным и антропогенным условиям. Их потеря приводит к существенному снижению потенциала производительности сельского хозяйства при глобальных и локальных изменениях погодно-климатических условий.

Утрата биологического разнообразия и обеднение генетических ресурсов на планете происходят главным образом из-за разрушения среды обитания, чрезмерной эксплуатации сельскохозяйственных ресурсов, загрязнения окружающей среды и привнесения инородных растений и животных в результате нерационального природопользования [1]. Поэтому сбор, сохранение и использование в сельском хозяйстве генетических ресурсов растений — стратегически важная задача на современном этапе развития мирового сообщества, она непосредственно связана с обеспечением как национальной, так и глобальной продовольственной безопасности [2].

Кормопроизводство в современных условиях — крупная отрасль человеческой деятельности, ведущаяся на 4/5 всех сельскохозяйственных угодий и являющаяся частью земледелия, растениеводства, животноводства и сельскохозяйственной экологии. Она не может успешно развиваться без использования генетических ресурсов природной и культурной флоры [3, 4].

В системе агропромышленного комплекса (АПК) кормопроизводство решает двуединые фундаментальные задачи: производство дешёвых высокобелковых, энергонасыщенных кормов для высокопродуктивного животноводства с целью получения молока, мяса, кожевенного сырья; расширенное воспроизводство и сохранение пло-



Авторы работают во Всероссийском научно-исследовательском институте кормов им. В.Р. Вильямса. КОСОЛАПОВ Владимир Михайлович — член-корреспондент РАН, директор. ШАМСУТДИНОВ Зебри Шамсутдинович — член-корреспондент РАН, руководитель селекционного центра.  
aridland@mtu-net.ru; vniikormov@nm.ru

дородия почв на основе использования естественных средообразующих, средоулучшающих функций кормовых растений и их системных образований — кормовых агробиоценозов.

Многолетние кормовые травы имеют фундаментальное значение в сельском хозяйстве, сохраняя и повышая устойчивость агро- и биосферы. Они занимают ведущее место среди возобновляемых источников получения белковых и энергонасыщенных кормов, средств биотической мелиорации сельскохозяйственных земель, а также экологической и фитоценотической реставрации повреждённых участков биосферы. Многолетние травы — лучшее биологическое средство предупреждения эрозионных процессов и борьбы с опустыниванием, их наличие является мощным средообразующим и средовосстанавливающим фактором в повышении и сохранении почвенного плодородия. Таким образом, многолетние травы — всепроникающий, системообразующий элемент устойчивого развития жизненного сельского хозяйства [5–7]. Эти важнейшие естественные, фундаментальные эколого-биогеоценотические (планетарные) свойства многолетних кормовых трав проявляются на уровне видов, экотипов, сортов и кормовых агробиоценозов. Сорт определяет особенности технологии возделывания, а следовательно, и возможные пределы антропогенной нагрузки на окружающую среду [8].

Для успешного решения задач общенационального масштаба в России был основан и функционирует до настоящего времени Селекционно-семеноводческий комплекс по кормовым культурам с достаточно солидным научным потенциалом, включающий 5 специализированных селекционных центров, 12 комплексных селекционных центров и более 20 научных селекционно-семеноводческих подразделений по кормовым культурам в отраслевых, зональных, областных научных учреждениях. Селекционные центры и другие научные учреждения ведут работу с 60 видами кормовых растений, ими создано и включено в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, 1116 сортов, относящихся к 100 видам кормовых культур (кроме кукурузы), в том числе 461 сорт многолетних кормовых трав.

Следует отметить результативную работу селекционеров ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, НИИСХ Северо-Востока, УралНИИСХ, Ленинградского НИИСХ, Краснодарского НИИСХ, Ставропольского НИИСХ, СибНИИ кормов и других институтов, создавших сорта кормовых растений нового поколения, не уступающие лучшим зарубежным по урожайности, а по зимостойкости значительно их превосходящие.

Новая парадигма землепользования, основанная на принципах экологизации и биологизации

АПК, предусматривает коренное улучшение научного обеспечения природопользования и устойчивое развитие сельскохозяйственного производства на базе интернализации мировых интеллектуальных ресурсов [8]. Фундаментальную основу экологизации и биологизации сельскохозяйственного производства составляет система географически и экологически дифференцированных, хозяйственно специализированных, взаимодополняющих по эколого-биологическим и фитоценотическим характеристикам высокопродуктивных, наделённых мощными средообразующей и средоулучшающей функциями сортов кормовых культур.

Успешное решение фундаментальных и приоритетных задач селекции по созданию принципиально новых, устойчивых к экологическим стрессам высокоурожайных сортов кормовых культур, возможно при наличии соответствующего идентифицированного генофонда, разнообразия генетических ресурсов кормовых растений природной и культурной флоры, при разработке научно обоснованных методов мобилизации генетических ресурсов природной флоры, внедрении современных технологий хранения и создания генетических коллекций, включающих маркеры и доноры кормовых культур с редко встречающимися и хозяйственно ценными признаками. Большое значение имеет создание новых экспериментальных трансформированных форм, гибридов и соматоклональных линий кормовых культур на основе методов геномной, хромосомной и геномной инженерии, составление компьютерной базы паспортных и оценочных данных, совместимой с международной информационной системой [7].

**Природная (дикорастущая) флора — важный источник формирования генофонда кормовых растений.** Формирование и рациональное использование генофонда растений в качестве исходного материала для селекции новых сортов, улучшения отдельных признаков уже существующих сортов и введения в культуру новых видов были, есть и будут приоритетными задачами биологической и сельскохозяйственной науки [4, 8, 9].

В настоящее время во многих странах мира развиваются исследования, направленные на более полную мобилизацию растительных ресурсов и создание их генетического фонда. В США, Австралии, Мексике, Японии организованы мощные научные центры по сбору, хранению и интенсивному использованию большого разнообразия культурных и дикорастущих видов в различных отраслях сельского хозяйства. На основе этого материала уже выведены качественно новые сорта продовольственных и кормовых культур с повышенной устойчивостью к широкому спектру абиотических стрессовых факторов, болезням и вредителям. Однако, несмотря на эти усилия и определённые успехи, обширные генетические

ресурсы природной флоры ещё очень слабо используются в качестве исходного материала для селекции в целом и выведения экологически специализированных сортов в частности [4, 10, 11].

Богатейшим источником редких хозяйственно ценных признаков являются дикорастущие родичи кормовых культур. Из 250 тыс. видов растений, которые насчитывает мировая флора [12], для удовлетворения потребностей человека интенсивно используются лишь 150–200 видов. В то же время дикие животные потребляют в пищу до 60% всех растений. В этой связи изучение и оценка разнообразия дикорастущей флоры имеет большое значение для введения её в культуру и использования в качестве исходного материала с целью создания фитоценотически и экологически специализированных сортов кормовых культур [4, 10].

На территории Российской Федерации произрастает около 20 тыс. видов высших растений. Богатство же генетических ресурсов кормовых растений не исчерпывается только числом населяющих эту территорию видов, оно определяется и внутривидовым разнообразием — совокупностью подвидов, географических (климатических), эдафических, пастбищных, фитоценотических экотипов и биотипов, которое обусловлено большой пестротой зонально-экологических и биогеоценологических условий, складывавшихся в прошлые геологические эпохи и формирующихся в настоящее время. Именно разнообразие физико-географических, экологических и биоценологических условий вдоль зонально-географического градиента способствовало формированию многообразного генетического и фитоценотического фонда как результата дивергентной эволюции [13, 14] и гибридогенеза [15].

Разработка проблемы формирования и рационального использования генетических ресурсов кормовых культур в деятельности ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса всегда занимала достойное место. Работы по мобилизации растительных ресурсов, как правило, проводились совместно с Всероссийским НИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова и особенно усилились в довоенные и послевоенные годы. Было организовано 30 совместных экспедиций по мобилизации растительных ресурсов в различные ботанико-географические районы СССР [7]. Экспедиции охватывали обширные территории Дальнего Востока, Западной Сибири, Урала, Казахстана, Поволжья, Северного Кавказа, Киргизии, Азербайджана, Грузии, Армении, Украины, Архангельской и Вологодской областей, Кольского полуострова и т.д. Было обследовано свыше 600 тыс. га, собрано более 6 тыс. образцов семян дикорастущих трав, обнаружены ценные формы люцерны, клевера, донника, эспарцета, костреца, лисохвоста, житняка, пырея, а также целого ряда эндемичных ви-

дов. Перед экспедициями ставилась задача не только изучить и выявить ценные массивы кормовых трав, но и собрать семена с внедрением их в производство в качестве местных сортов. Это служило важным фактором повышения продуктивности кормовых угодий [7, 9].

**Методы поиска и мобилизации генетических ресурсов кормовых растений природной флоры.** В организации работ по мобилизации генетических ресурсов кормовых растений природной флоры нужны особые подходы, научные знания и опыт, накопленные за последние три десятилетия в области биогеографии, фитоценологии и экологии и имеющие большое теоретическое и прикладное значение. В этом отношении весьма важны концепция типов жизненных стратегий и учения об экотипах растений.

В процессе формирования современных фитоценозов шёл отбор видов растений, способных существовать в условиях периодически изменяющейся (в течение как года, так и суток) среды. У каждого вида образовалась особая стратегия жизни — совокупность приспособлений, обеспечивающих возможность обитать совместно с другими организмами и занимать определённое положение в соответствующих биоценозах [16].

Л.Г. Раменский выделил три типа стратегии жизни растений: виды виоленты, пациенты и эксплеренты [17]. К *виолентам* относятся виды, которые, энергично развиваясь, захватывают территорию и удерживают её за собой, подавляя соперников энергией жизнедеятельности и полнотой использования ресурсов среды. Виолентность хорошо проявляется в условиях высокого обеспечения растений либо всеми ресурсами, либо каким-либо одним, например, водой. *Пациенты* — виды растений, устойчивые к воздействию стрессовых факторов среды, способные существовать в неоптимальных для себя условиях: либо при дефиците влаги, либо при недостатке элементов минерального питания, света, тепла, иногда при сочетании этих факторов или других, ограничивающих рост растений. В соответствии с этим пациенты в зависимости от условий произрастания проявляют устойчивость к затенению, высокой кислотности и засолению почвы, низким температурам, низкой обеспеченности водой и элементами минерального питания, то есть среди них можно различать, соответственно, сцио-, ацидо-, гало-, крио-, ксеро- и олиготропопациентов. *Эксплеренты* — виды с очень низкой конкурентной способностью, но они обладают свойством быстро захватывать освобождающиеся территории. Они, по существу, заполняют промежутки во времени и пространстве между виолентными видами растений. Для них характерна высокая реактивность в использовании ресурсов среды.

В современной экологии эти типы жизненной стратегии растений трактуют как три линии эво-

люционного развития видов по выработке наиболее общих адаптивных свойств [16]. Отсюда следует вывод, имеющий большое значение для введения в культуру кормовых растений: если в качестве основной цели конструирования пастбищных агрофитоценозов выдвигается их высокая продуктивность и устойчивость к стрессовым факторам среды, то необходимо достичь оптимизированного фитоценотического баланса максимальной реализации типов стратегических возможностей видов на основе дифференциации экологических ниш и использования взаимодополняющих признаков и свойств растений [10].

При введении в культуру новых видов кормовых растений следует отдавать предпочтение виолентным видам и экотипам как генотипам, обладающим высокой потенциальной продуктивностью, экологической и фитоценотической устойчивостью при возделывании в оптимальных экологических условиях. В то же время для регионов с экстремальными и экологически дестабилизированными природными и биогеоценотическими условиями перспективны виды-пациенты [11].

Для практического осуществления программы мобилизации генетических ресурсов кормовых растений необходимо определить виды, подлежащие сбору и коллекционированию, то есть потенциально перспективные для введения в культуру или использования в качестве исходного материала в селекции. Это обычно делается на основе анализа флористических и геоботанических работ, картографического материала по регионам и ландшафтам страны. После этого необходимо определить желательный внутривидовой таксон данного вида кормового растения для освоения в культуре. Здесь весьма эффективным оказалось использование подходов, основанных на концепции о политипическом виде. Согласно Н.И. Вавилову [18, 19], вид является политипическим образованием, представляющим собой сложный комплекс, состоящий из группы особей, различающихся по экологическим, биологическим, физиологическим и морфологическим свойствам и признакам.

Знание такой внутривидовой подразделённости биологического вида приобретает особую актуальность при интродукции и селекции дикорастущих видовых популяций. Изучение внутривидовых категорий, их эколого-биологической и хозяйственной ценности — совершенно необходимый этап в процессе освоения в культуре новых высокопродуктивных экологически дифференцированных видов и экотипов кормовых растений [10].

Среди многообразия групп растений внутри вида для интродукции и селекции наибольший интерес представляет экотип — комплекс генетических форм, одинаково приспособленных к данным эколого-ценотическим условиям существо-

вания [7, 15]. Такая экологическая адаптивность основана на целесообразных приспособительных реакциях этих генетических форм к тем условиям, в которых данный экотип формировался и отбирался. Однако они имеют разную норму реакции и, следовательно, неравноценный адаптивный потенциал. Установление характера адаптации по отдельным признакам или их комбинациям, оценка её диапазона в существующих экологических условиях — ключ к выявлению потенциала адаптивности и продуктивности отбираемых экотипов в пределах данного типа жизненной стратегии вводимого в культуру вида [10]. Из всего сказанного следует, что интродукционно-селекционный потенциал вида кормового растения определяется не только числом видов, населяющих тот или иной регион, но и в большей степени совокупностью внутривидовых экотипов. В этой связи экотип вида можно рассматривать как основной объект интродукции на этапе введения в культуру нового кормового растения.

Если мы хотим добиться успеха, то необходимо проводить мобилизацию растительных ресурсов на основе метода интродукции комплекса внутривидовых экотипов растений. Для этого осуществляют сбор семян в географически (климатически), экологически и фитоценотически различающихся точках видовой ареала нового кормового растения, иными словами, в интродукционно-селекционный процесс вовлекается как можно большее количество экотипов.

**Экспериментальное создание исходного материала (генофонда).** В результате плодотворной работы генетиков и селекционеров в 60-х годах прошлого столетия основным объектом производства кормов становится селекционный, районированный в данном регионе сорт. Изменился и характер селекции — она стала синтетической. На этом этапе возникла необходимость в источниках и донорах селекционно ценных признаков. Однако широта внутривидовой изменчивости и сцепление признаков не позволяли сформировать новый исходный материал, сочетающий скороспелость, продуктивность и экологическую пластичность [7]. Поэтому для создания широкого спектра генетической изменчивости наряду с отбором стали использовать внутривидовую и отдалённую гибридизацию, физический и химический мутагенез (рис. 1).

Наряду с мобилизацией, сбором и использованием генотипов растений природной флоры и формированием коллекций по признакам важное значение имеет экспериментальное создание новых генетически трансформированных форм, гибридов и соматических клонов линий кормовых культур с различными эколого-физиологическими и хозяйственно ценными признаками. Для решения этой задачи широко используют современные методы генной, хромосомной, геномной ин-

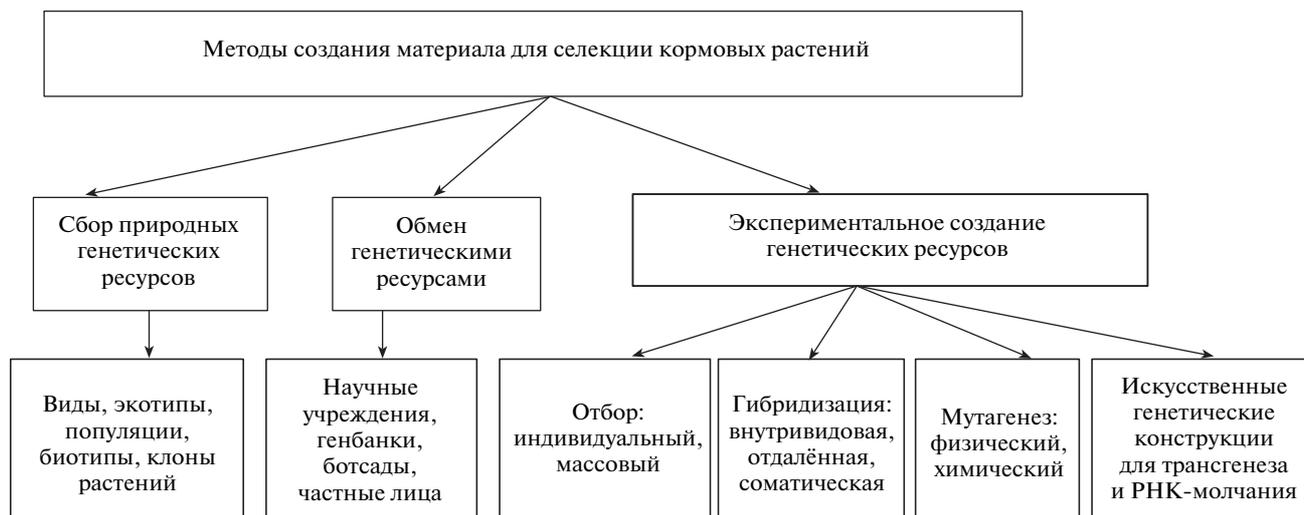


Рис. 1. Методы формирования генофонда кормовых растений [7]

женерии, клонального микроразмножения и соматической гибридизации кормовых культур.

В отделах генофонда [7] и биотехнологии [20] селекционного центра ВНИИ кормов им В.Р. Вильямса ведётся поиск методов экспериментального воздействия на генетические структуры клеток кормовых растений. В биотехнологиях широко используются экспериментальное создание исходного материала для селекции методом регенерации люцерны и клевера лугового, технология клеточной селекции, способы генетики *in vitro* и микроклонирования, технология генетической трансформации растений (люцерна, клевер), метод регенерации растений для генетической трансформации клевера лугового, способы получения трансгенных растений, методы гаметной селекции люцерны. Приоритет и новизна этих биотехнологических методов создания перспективного селекционного материала подтверждены патентами и авторскими свидетельствами РФ.

На основе клеточной селекции создан предельно устойчивый к солевому стрессу сорт люцерны Солеустойчивая, успешно произрастающий в условиях Нижнего Поволжья на орошаемых каштановых комплексных почвах с 30–40% солонцов. Данный сорт обладает, наряду с достаточно высокой продуктивностью (около 80 ц/га зелёной массы), высокой фотосинтетической активностью (3.5 г/м в сутки) и симбиотическим потенциалом (около 30 шт. активных клубеньков на растение), тогда как у стандартного сорта Ленинская местная этот потенциал в 1.5 раза ниже. На засоленном фоне у солеустойчивого сорта наблюдалось увеличение содержания белка в 1.5 раза по сравнению с таковым на незасоленном. Количество клетчатки снижалось на 30% при возрастании содержания незаменимых аминокислот, в том

числе пролина, обладающего осмопротекторными свойствами. В период прорастания семян, когда растения наиболее чувствительны к солевому стрессу, сорт имел 100-процентную всхожесть в условиях хлоридно-сульфатно-натриевого засоления при общей сумме солей 0.6%. У местных сортов всхожесть не превышала 10–20%. Разработан способ получения клеточных линий люцерны, устойчивых к 1–1.5%-ному сульфатно-хлоридному засолению.

Слиянием изолированных протопластов с использованием полиэтиленгликоля получены соматические гибриды между люцерной хмелевидной *Medicago lupulina* L. ( $2n = 2x = 16$ ) и люцерной северной *M. borealis*, клон 54 ( $2n = 4x = 32$ ). Гибридная природа растений-регенерантов доказана при сравнительном изучении спектров изоферментов эстераз и глутаматдегидрогеназы, а также структуры кариотипа и морфологии митотических хромосом гибридов и двух исходных видов люцерны.

Разработан метод воздействия на геном растений физиологически активными веществами. Так, в генеративные органы тетраплоидной формы люцерны на начальных этапах развития посредством вакуумной инфльтрации вводили регуляторы роста растений (аналоги цитокининов и ауксинов). В результате искусственного самоопыления зрелых цветков, развившихся из обработанных бутонов, были получены семена, из которых в гибридах  $F_1$  выявлены, наряду с тетраплоидными, триплоидные и диплоидные формы растений, а также формы с морфофизиологическими изменениями репродуктивных органов и листовой пластинки [20]. Возможность эффективно воздействовать на мужские и женские гаметы растений введением в генеративную сферу

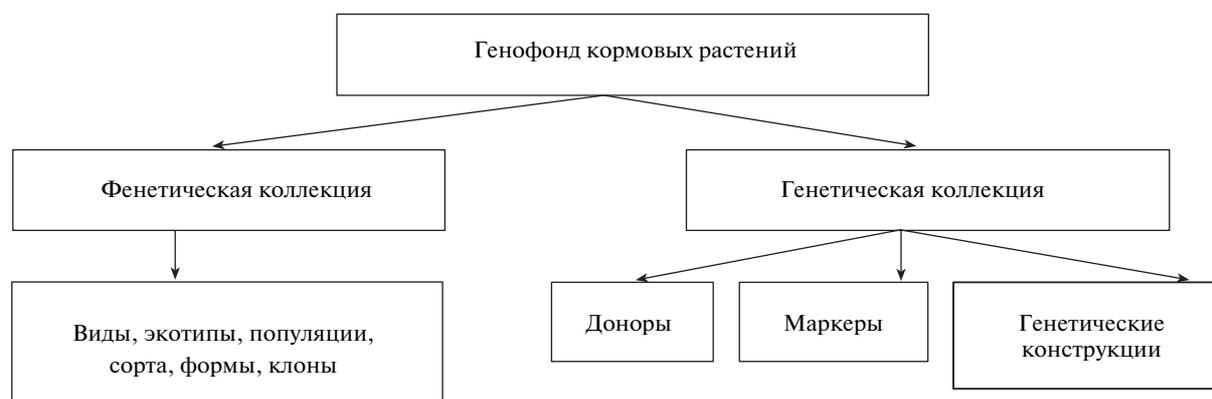


Рис. 2. Структура генофонда кормовых растений ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса [7]

физиологически активных веществ позволила начать работу по гаметной селекции люцерны на устойчивость к фитопатогенному грибу из рода *Fusarium*, при этом в качестве физиологически активного вещества использовали культуральный фильтрат возбудителя болезни.

Во ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса отработаны условия получения трансформированных растений таких важных кормовых культур, как люцерна, клевер, рапс. По желанию исследователя в растение могут быть интегрированы гены, значительно изменяющие его метаболизм, в частности, гормональный баланс клетки. Такой подход даёт разнообразный исходный материал, который невозможно получить методами традиционной селекции. В настоящее время генофонд кормовых растений института, сформированный на основе мобилизации генетических ресурсов растений природной флоры и созданный экспериментальным путём методами биотехнологии, насчитывает около 6.5 тыс. единиц хранения и представлен 250 видами – 138 видами бобовых и 112 видами злаковых и других трав [7]. Структурно он состоит из основной и рабочих коллекций, а также экспозиции в селекционно-тепличном комплексе и полевых условиях (рис. 2).

Одним из неотъемлемых элементов современного генбанка является наличие электронной базы данных, которая позволяет быстро проводить поиск необходимого исходного материала и различные статистические расчёты. Во ВНИИ кормов компьютерно-информационный банк данных о генплазме начал формироваться в 1998 г. на базе пакета программ Microsoft Excel. Сейчас он включает паспортные и оценочные данные о генплазме клевера, люцерны, ежи, овсяницы, райграса и гибридов райграса с овсяницами, мятлика и других видов, хранящихся в коллекции института. Ежегодно банк пополняется за счёт информации о новых поступлениях и результатах испытаний.

Таким образом, теория современной селекции рассматривает вопрос исходного материала как отправную точку селекционной программы. Научное содержание проблемы исходного материала прямо отражает его тесную взаимосвязь с генетикой, но не только в её морфо-фенотипическом проявлении, а всё в большей степени с характерными особенностями строения ДНК. Более того, она связана с физиологией, систематикой, географией растений, биологией цветения, биохимией, экологией и технологией возделывания, а также с целым рядом вопросов организации хранения и использования в селекционном процессе.

**Роль современных сортов кормовых культур в обеспечении продовольственной и экологической безопасности России.** Весь мировой опыт XX столетия свидетельствует о том, что генетические растительные ресурсы являются важнейшим национальным богатством, а их сбор, хранение, изучение и использование играют решающую роль в обеспечении продовольственной, а следовательно, национальной безопасности и суверенитета каждого государства.

Учёные-селекционеры ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, используя идентифицированный генофонд, создали свыше 150 новых сортов кормовых растений. Из них наиболее широкое распространение получили 85 сортов нового поколения, возделываемых в России, не уступающих лучшим зарубежным сортам по продуктивности и превосходящих их по таким важнейшим характеристикам, как зимостойкость, эдафическая устойчивость (к кислотности и засолённости почвы) и фитоценотическая совместимость (в травосмесях). Каждый из этих 85 районированных сортов строго экологически и фитоценотически индивидуален, имеет свою климатическую, эдафическую, биоценотическую и хозяйственную нишу. Например, сорта клевера лугового ВИК 7, Тетраплоидный ВИК, Марс, Орлик, Алтын, Топаз характеризуются чётко выраженной

экологической индивидуальностью, симбиотической активностью, разными сроками созревания. Эти сорта формируют в различных экологических условиях Нечерноземья 8–13 т/га сухого вещества, обеспечивают сбор 2.0–2.5 т/га протеина, накапливают в почве 120–150 кг биологического азота [7, 21].

Созданы ультрараннеспелые, зимостойкие сорта клевера лугового Ранний 2 и Трио, репродукционная функция которых реализуется при относительно малых суммах активных температур, что позволило заметно повысить семенную продуктивность, ослабить колебания урожайности семян по годам и расширить северные границы клеверосеяния. Выведены принципиально новые сорта клевера с высокой азотфиксирующей способностью, повышенной толерантностью к избыточной кислотности почвы и токсичности алюминия [22].

Создана гильдия замечательных сортов люцерны нового поколения – Вега 87, Пастбищная 88, Луговая 67, Солеустойчивая, Находка, которые наделены различными фитocenотическими, эдафическими и симбиотическими характеристиками и пригодны для использования в разных природно-экологических условиях России. Эти сорта обладают повышенной виолентностью и вследствие этого высокой конкурентной способностью и фитocenотической совместимостью в поликомпонентных агрофитocenозах: урожайность люцерно-злаковой травосмеси составляет 11.5–13 т/га сухого вещества, в том числе люцерны – 7.7–9.5 т/га. Существенная черта этих сортов – их фитocenотическая устойчивость: на четвертый-пятый год возделывания популяция люцерны сохраняется в травостое на уровне не менее 40% [7, 22].

Прорывным направлением в селекционной стратегии бобовых трав является разработка методов симбиотической селекции [7, 21, 22]. В настоящее время во ВНИИ кормов созданы сортомикробные системы люцерны 5–6-летнего использования в травосмеси на окультуренных почвах (Пастбищная 88 + визиккулярно-арбускулярная микориза + клубеньковые бактерии *Rhizobium meliloti*), обеспечивающие сбор сухого вещества на уровне 14 т/га, протеина 2.0–2.5 т/га и накопления 10 т/га сухих корней и пожнивных остатков в почве с содержанием 240 кг азота, 6 кг фосфора [7].

Новые сорта кормовых трав наделены фундаментальными качествами, не сравнимыми ни с какими другими культурами и сортами сельскохозяйственных культур, – высокими средообразующими, средовосстанавливающими, гумусообразующими и структурообразующими свойствами. Под высокой средообразующей функцией сортов кормовых трав подразумевается, что за единицу времени на единице площади эти сорта

оставляют в почве больше органических остатков, имеют разветвленную, глубоко проникающую в почву корневую систему, распространяющую множество макропор в почвогрунте после отмирания [7, 21, 22].

Сочетание раннего созревания новых сортов кормовых растений с пониженной потребностью в тепле и способностью фиксировать атмосферный азот открывает новые, широкие возможности для разработки ресурсоэкономичных систем кормопроизводства и земледелия в России [3, 5–7, 21, 22]. За последние годы создано 12 новых сортов вики яровой и вики озимой. Среди них сорта разных сроков поспеваемости (Луговская 98, Узновская 91, Вера, Луговская 95), разной, в том числе пониженной, требовательности к теплу, что предопределяет возможность их выращивания значительно севернее установленных границ возделывания. Наконец, созданы сорта вики зернового направления (Луговская 98). Все эти аспекты селекции в настоящее время активно развиваются [7].

Многолетние кормовые злаковые и ландшафтные травы являются важнейшими компонентами сенокосных и пастбищных экосистем. Они имеют, наряду с кормовым, большое биосферное значение. По этой группе трав сделано немало в области селекции и семеноводства. Создано более 20 сортов, например, кострец безостый Факельный, Моршанец, тимофеевка луговая ВИК 85, овсяница луговая пастбищного типа Краснопоймская 92, овсяница тростниковая Лира, ежа сборная Моршанская 89, райграс пастбищный – тетраплоидные ВИК 66, Дуэт и диплоидные Цна, Моршанский 1, овсянице-райграсовый гибрид ВИК 90, мятлик луговой Победа и Тамбовец. Эти сорта обеспечивают сбор сухого вещества 11–12 т/га и выше, обладают улучшенными кормовыми качествами (содержание сырого протеина в сухом веществе 12–15%, перевариваемость сухого вещества *in vitro* 65–70%), повышенной устойчивостью к болезням [23].

В аридных районах России с ультраконтинентальным климатом сосредоточено более 40 млн. га естественных пастбищ, которые являются основой кормовой базы в овцеводстве, табунном коневодстве, верблюдоводстве и разведении сайгаков. Однако в результате нерационального использования природных пастбищ они деградированы, ценные виды кормовых растений исчезли из травостоя. Для восстановления биоразнообразия и продуктивности деградированных пастбищных земель созданы и включены в Государственный реестр селекционных достижений 12 новых сортов аридных кормовых растений: прутняк Бархан, солянка восточная Саланг, камфоросма Ногана, Алсу, терескен Фаворит и Тулкин, джугун безлистный Цаг, полынь солончаковая Сонет, кохия веничная Дельта, сведа высокая Земфира,

колосняк гигантский Лу, солодка голая Фаворит, которые широко используются в мероприятиях по восстановлению биоразнообразия и продуктивности деградированных природных кормовых угодий в аридных районах России (Астраханская, Волгоградская области, Республика Калмыкия, равнинные районы Дагестана) [24, 25].

Таким образом, в результате реализации новой селекционной стратегии, исходя из задач идеологии устойчивого развития кормопроизводства, создана система сортов кормовых растений нового поколения. Важнейшими характеристиками этих сортов, наряду с их общей высокой продуктивностью, повышенными кормовыми достоинствами, средообразующей, средовосстанавливающей функциями, является их эдафическая, фитоценотическая и симбиотическая индивидуальность.

Новые сорта кормовых культур имеют перво-степенное значение для решения актуальных задач экологической безопасности в сельском хозяйстве страны. Это можно наглядно продемонстрировать на примере аридных территорий. В аридных зонах России сосредоточены десятки миллионов гектаров земель, которые избыточно засолены и не используются для выращивания традиционных сельскохозяйственных культур. Засолённо-солонцовые почвы ограничивают нормальное функционирование и продуцирование большинства сельскохозяйственных культур общепользовательной ценности, и только экологически специализированные виды и сорта растений способны завершить полный жизненный цикл в подобных условиях и обеспечивать мелиорацию почв. Биотическая мелиорация засоленно-солонцовых почв осуществляется за счёт средообразующих свойств солеустойчивых сортов галофитов [25].

Средовосстанавливающие свойства галофитов при выращивании их на засоленно-солонцовых почвах реализуются с помощью ризоканикулярного эффекта, который обусловлен пятью принципиальными средообразующими функциями: физическое пробивание корнями водонепроницаемой подошвы почвы, что увеличивает их дренирование, обеспечивает перемещение солей по почвенному профилю; накопление органического вещества для бактерий и грибов, что приводит к перестройке порозности почвы и движению солей вниз; перераспределение локализованных в почве частиц солей; вынос в воздух эоловых солей через специализированные железы галофитных растений посредством испарения; снижение количества солей в зоне корнеобитания галофитов, так как с увеличением порозности почвы соли быстро фильтруются и проникают в глубокие горизонты почвы [25].

Новые сорта галофитов, толерантные к высокой засоленности и высокой щёлочности, растут быстрее и продуцируют больше биомассы, что яв-



**Рис. 3.** Открытые (развееваемые) пески

Площадь 12 500 га до закрепления с помощью методов биотической мелиорации (Юстинский район, Республика Калмыкия, июнь 2003 г.)



**Рис. 4.** Открытые (развееваемые) пески после закрепления методом биотической мелиорации на основе нового сорта джугуна безлистного (*Calligonum aphyllum*) Цар

Третий год жизни; на открытых песках формирует мощную корневую систему, способен противостоять активному переносу песка и быстро закреплять его. Создаются благоприятные условия для посевов в междурядьях кормовых полукустарников: прутняка простёртого (сорта Бархан, Джангар), терескена серого (сорта Фаворит, Бар) и трав (Юстинский район, Республика Калмыкия, август 2009 г.)



**Рис. 5.** Массив закреплённых песков на площади 4500 га

Посевы колосняка гигантского (сорт Лу) третьего года жизни с посевом между полосами полукустарника прутняка простёртого (сорт Бархан), (Черноземельский район, Республика Калмыкия, октябрь 2009 г.)

ляется ключевым моментом в обеспечении высокой скорости и эффективности биотической мелиорации засоленно-солонцовых почв [24, 25].

Таким образом, биотическая мелиорация связана с рекламацией засоленно-солонцовых почв путём выращивания определённых галофитов, толерантных к повышенной засоленности и щёлочности, без использования химических веществ. Устойчивое кумулятивное действие биотической мелиорации, простота и лёгкость использования в хозяйстве, высокая результативность в восстановлении плодородия почвы, повышении урожайности сельскохозяйственных культур и оптимизации окружающей среды делают её перспективной наукоёмкой технологией в сельском хозяйстве аридных районов России в условиях всеобщего дефицита ресурсов [24].

В этой же аридной зоне на юге нашей страны в 50-е годы прошлого века произошли процессы опустынивания (рис. 3), а площадь развееваемых песков превышала 510 тыс. га. Сотрудниками ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса и Калмыцкого НИИ сельского хозяйства созданы соле- и засухоустойчивые сорта кустарника джужгуна безлистного Цаг, полукустарничка кохии простёртой (*Kochia prostrata* (L.) Schrad) Бархан, Джангар, травянистого пескоукрепителя колосняка гигантского (*Leymus racemosus* (Lam.) Tzvel.) Лу, которые успешно используются для закрепления открытых (движущихся) песков, создания высокопродуктивных кустарниково-травяных пастбищ для овец (рис. 4, 5). Процесс зарастания песков наиболее интенсивно протекает в первые четыре года за счёт самообсеменения этих растений. В результате происходит полная стабилизация движущихся песков и преобразование их в продуктивные кустарниково-травяные пастбищные экосистемы для мясного скота и овец. Одновременно коренным образом улучшается окружающая человека среда.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Конвенция о биоразнообразии (текст и приложения на рус. яз.) // The Interim secretariat for the CBD. Geneva: Executive Center, 1992.
2. Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы). В 2-х томах. М.: Агрорус, 2001.
3. Косолапов В.М. Кормопроизводство – основа сельского хозяйства России // Кормопроизводство. 2010. № 8.
4. Косолапов В.М. Роль кормопроизводства в обеспечении продовольственной безопасности России // Адаптивное кормопроизводство. 2010. № 1.
5. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство: эколого-генетические основы. Кишинёв: Штиинца, 1990.
6. Шамсутдинов З.Ш. Смена парадигм в селекционной стратегии кормовых культур // Кормопроизводство. 2007. № 5.

7. Адаптивная система селекции кормовых растений (биогеоэкологический подход) / Под ред. Шамсутдинова З.Ш. М.: МГОУ, 2007.
8. Шамсутдинов З.Ш. Эколого-эволюционные принципы селекции кормовых растений // Селекция и семеноводство. 2004. № 3.
9. Шамсутдинов З.Ш., Мазин В.В., Козлов Н.Н. Концепция и методы формирования отраслевого генофонда кормовых культур // Сельскохозяйственная биология. 1995. № 3.
10. Шамсутдинов З.Ш. Введение в культуру пустынных кормовых растений. Ташкент: Фан, 1987.
11. Синская Е.Н. Динамика вида. М.–Л.: Сельхозгиз, 1948.
12. Тахтаджян А.Л. Флористические области Земли. Л.: Наука, 1978.
13. Шмальгаузен И.И. Факторы эволюции. М.: Наука, 1968.
14. Тимофеев-Ресовский Н.В., Воронцов Н.Н., Яблоков А.В. Краткий очерк теории эволюции. М.: Наука, 1977.
15. Грант В. Видообразование у растений. М.: Мир, 1984.
16. Работнов Т.А. Фитоценология. М.: МГУ, 1983.
17. Раменский Л.Г. Введение в комплексное почвенно-геоботаническое исследование земель. М.: Сельхозгиз, 1938.
18. Вавилов Н.И. Линнеевский вид как система // Труды по прикладной ботанике, генетике, селекции. 1931. № 26. Вып. 3.
19. Вавилов Н.И. Избранные труды. Т. 5. М.: Колос, 1965.
20. Мазин В.В., Иващута С.И., Агафодорова М.Н. и др. Система разобщённых доминирующих центров для генетической трансформации люцерны и клевера // Физиология растений. 1994. № 6.
21. Новосёлов М.Ю. Клевер луговой // Адаптивная система кормовых растений (биогеоэкологический подход). М.: Эдель-М, 2007.
22. Писковацкий Ю.М., Ненароков Ю.М., Степанова Г.В. Направления в селекции люцерны и создание экологически дифференцированных сортов // Адаптивное кормопроизводство: проблемы и решения. М.: Росинформагротех, 2002.
23. Костенко С.И., Кулешов Г.Ф., Ключкова В.С. и др. Селекция многолетних злаковых трав в ГНУ Всероссийский НИИ кормов имени В.Р. Вильямса. Основные направления, результаты, проблемы и перспективы // Всероссийский научно-исследовательский институт кормов имени В.Р. Вильямса на службе российской науки и практики. М.: Изд-во Россельхозакадемии, 2014.
24. Шамсутдинов З.Ш., Шамсутдинов Н.З. Галофитное растениеводство (эколого-биологические основы). М.: Советский спорт, 2005.
25. Шамсутдинов З.Ш., Косолапов В.М., Савченко И.В., Шамсутдинов Н.З. Экологическая реставрация опустыненных пастбищных земель на основе новых сортов кормовых галофитов. М.: РАКО АПК, 2009.

DOI: 10.7868/S0869587315030056

Неумолимый рост количества автомобилей неизбежно приводит к увеличению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Одним из вариантов решения этой проблемы является перевод автотранспорта на газомоторное топливо, что позволит не только снизить затраты на заправку транспортных средств, но и значительно сократить выбросы продуктов сгорания топлива. Авторы статьи рассуждают о том, какой из видов газового топлива целесообразно использовать и как сократить нагрузку на окружающую среду и человека.

## ПЕРЕВОД АВТОТРАНСПОРТА НА ГАЗ: ВОЗМОЖНЫЕ ПРОБЛЕМЫ

Б.Д. Белан

Многokратный рост количества автомобилей в постсоветский период в России привёл к тому, что из-за выбросов продуктов сгорания топлива во многих городах стали складываться смоговые ситуации. Для улучшения экологической обстановки Правительство РФ 13 мая 2013 г. выпустило распоряжение № 767-р “О регулировании отношений в сфере использования газового моторного топлива, в том числе природного газа в качестве моторного топлива”. В нём федеральным и местным органам предписывается осуществить комплекс мер, направленных на создание условий с целью доведения к 2020 г. в субъектах Российской Федерации уровня использования природного газа в качестве моторного топлива на общественном автомобильном транспорте и транспорте дорожно-коммунальных служб в городах с численностью населения более 1 млн. до 50% общего количества единиц техники, в городах с населением более 300 тыс. человек – до 30% и в городах и населённых пунктах с более чем 100 тыс. жителей – до 10%.



БЕЛАН Борис Денисович – доктор физико-математических наук, заместитель директора по научной работе Института оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН.  
bbd@iao.ru

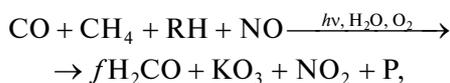
Можно было бы приветствовать это распоряжение, так как оно направлено на значительное сокращение загрязнения воздуха в городах. Однако если обратить внимание на вторую часть его названия – “в том числе природного газа в качестве моторного топлива”, то очевидно, что допускается применение и другого газового моторного топлива, помимо природного сжиженного газа. А это вызывает обоснованные опасения относительно возможных отрицательных последствий.

В настоящее время в качестве автомобильного горючего используются два вида газового топлива – сжиженный нефтяной (или углеводородный) газ и сжатый, компримированный газ. Сжиженный газ в основном состоит из пропана ( $C_3H_8$ ) – 50–70%, газовой смеси бутана ( $C_4H_{10}$ ) – 30–40%, получаемых при добыче природного газа и нефти, а также на различных стадиях её переработки, и непредельных углеводородов – около 1% [1]. Их химические и физические свойства обеспечивают достаточную мощность и эффективность работы двигателя. Природный газ, добываемый в России, имеет следующий состав: метан ( $CH_4$ ) – 98.52%, этан ( $C_2H_6$ ) – 0.34%, пропан ( $C_3H_8$ ) – 0.13%, бутан ( $C_4H_{10}$ ) – 0.03% [2].

Исследование качества воздуха в мегаполисе Мехико позволило сделать вывод, что при использовании на автотранспорте и в жилищно-коммунальном хозяйстве пропан-бутановых смесей в атмосфере города образуются не просто смоги, а фотохимические смоги [3]. Какие печальные последствия влекут за собой фотохимические смоги, было впервые выявлено в 1944 г. в Лос-Анджелесе, когда несколько сотен человек умерли, а тысячи попали в больницы [4]. Более детальный анализ, проведённый позже [5], показал, что основным источником отравления и гибели людей оказался озон, образовавшийся из

выбросов автотранспорта в ходе фотохимических процессов.

Важно подчеркнуть, что в результате фотохимических реакций в атмосфере из менее токсичных соединений образуются более токсичные. Это легко показать на примере брутто-уравнения [6]:



где  $f$  – стехиометрический коэффициент преобразования углеводородов;  $K$  – коэффициент выхода озона, зависящий от концентрации оксидов азота, которые переключают цепи его генерации;  $P$  – продукты фотохимических реакций, представляющие собой аэрозольные частицы, возникающие при взаимодействии газовых компонентов.

Физический смысл брутто-уравнения прозрачен. Первичные примеси ( $\text{CO}$  – оксид углерода,  $\text{CH}_4$  – метан,  $\text{RH}$  – неметановые углеводороды,  $\text{NO}$  – оксид азота), относящиеся к III и IV классу опасности, попадая в атмосферу, в которой имеются водяной пар ( $\text{H}_2\text{O}$ ) и кислород ( $\text{O}_2$ ), под действием ультрафиолетового излучения ( $h\nu$ ) преобразуются в более токсичные соединения:  $\text{H}_2\text{CO}$  – формальдегид (II класс опасности),  $\text{O}_3$  – озон (I класс опасности),  $\text{NO}_2$  – диоксид азота и  $P$  – продукты реакций, как правило, в виде аэрозолей, зачастую содержащих такие токсичные соединения, как пероксиацетилнитраты и др.

Многие города России рискуют повторить опыт Мехико при реализации упомянутого выше распоряжения, поскольку в стране работает только один завод по сжижению природного газа, который сразу же экспортируется [7], все остальные выпускают пропан-бутановую смесь. Ситуацию может усугубить и сложность обращения с этими видами газовых смесей.

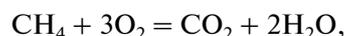
Углеводороды, входящие в состав попутного нефтяного газа, при нормальных условиях находятся в газообразном состоянии, но при увеличении внешнего давления меняют агрегатное состояние и превращаются в жидкость. Это свойство позволяет добиться высокой энергетической плотности и хранить сжиженный углеводородный газ в сравнительно простых по конструкции резервуарах [1, 2].

В отличие от попутного нефтяного газа, углеводороды, входящие в состав природного газа, при нормальных условиях находятся в газообразном состоянии и не меняют агрегатного состояния даже при значительном изменении давления, поэтому хранение сжатого (компримированного) природного газа сопряжено с большими сложностями. Так, резервуар должен выдерживать давление до 200 атм. Преимущества высокой энергетической плотности сжиженного природного газа

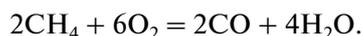
во многом теряются из-за сложности криогенного оборудования, значительно более дорогого и требующего постоянного контроля высококвалифицированного персонала. Поэтому с высшей степенью вероятности можно предполагать, что из-за сложности эксплуатации такого оборудования, а соответственно, и дороговизны владельцы автотранспорта вряд ли откажутся от пропан-бутановых смесей.

### ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЕ И ОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ ЭФФЕКТЫ

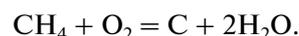
Если в автотранспорте, в сфере ЖКХ, энергетике и на промышленных объектах будет использоваться природный газ (неважно, газообразный или сжиженный), то в продуктах сгорания не будет веществ, запускающих фотохимическую реакцию. Все углеводороды при полном окислении (избыток кислорода) выделяют углекислый газ и воду [8]:



при неполном (недостаток кислорода) – угарный газ и воду:



Если количество кислорода ещё меньше, выделяется мелкодисперсный углерод (сажа):



При этом выбросы в атмосферу по ряду соединений уменьшаются в разы, а по некоторым веществам – в десятки раз [2]. Поскольку автомобили на традиционном топливе также выбрасывают  $\text{CO}$  и сажу (элементарный углерод), то замена его на газ, очевидно, является более экологичным решением, так как при этом объёмы выбросов значительно сокращаются. Угарный газ быстро доокислится в атмосфере до углекислого. Сажу в выбросах легко определить даже визуально и принять необходимые меры для регулировки процесса сжигания.

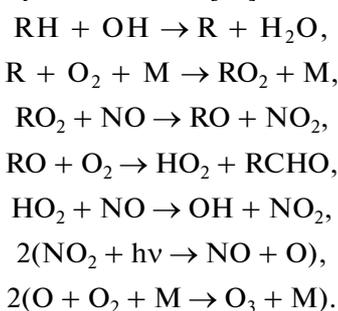
Обычно смоговые ситуации контролируются по концентрации озона [9]. Озон не выбрасывается в воздух ни одним предприятием, он образуется в тропосфере в ходе фотохимических процессов (~80%) или поступает из стратосферы (~20%) [6], поэтому является хорошим индикатором смога.

Анализ смога в Мехико привёл авторов [3] к выводу, что причиной его образования является состав сжиженного газа. При использовании пропан-бутановых смесей в атмосфере города из выбросов автотранспорта и предприятий появляются соединения  $\text{C}_3$ – $\text{C}_4$  (алканы и пропан), запускающие фотохимические процессы. Причём это выяснилось после того, как местные власти перевели транспорт на газовое топливо и в значитель-

ной степени газифицировали жилищно-коммунальный сектор с целью уменьшения, как предполагалось, смоговой нагрузки.

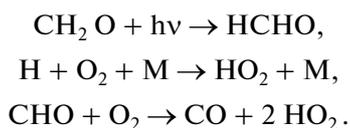
Чтобы проверить выводы об источнике фотохимических процессов, Д.Р. Блейк и Ф.С. Роулэнд с коллегами предприняли исследование концентрации легколетучих соединений (предшественников озона) в 28 городах США, где наблюдались смоговые ситуации [10]. Была выявлена высокая корреляция между выбросами оксида углерода и неметановыми углеводородами, а также пропорциональность концентрации C<sub>3</sub>–C<sub>4</sub> алканов и пропана в отдельных городах количеству использованного сжиженного не природного газа.

Появление в атмосфере “затравочных” углеводородов при взаимодействии с гидроксильными радикалами приводит к последовательным реакциям, которые в общем виде можно записать в следующем цикле [11]:

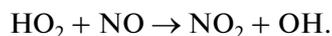


В итоге получаем:  $\text{RH} + 4\text{O}_2 + 2h\nu \rightarrow \text{RCHO} + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{O}_3$ .

Так как концентрация гидроксила в атмосфере мала, то для продолжения цепи необходимо постоянно возвращать активный центр OH в начало приведённого цикла. Это может происходить путём фотолиза образовавшихся альдегидов (наиболее часто – формальдегида) по схеме [12]:



После этого образовавшийся HO<sub>2</sub> быстро реагирует с оксидом азота:



Рассматривая процесс образования фотохимического смога, В.А. Исидоров указывает несколько путей его возможного развития [13]. Если в воздухе отмечается относительно высокое содержание ароматических углеводородов, это должно приводить к некоторому снижению концентрации и скорости накопления озона вследствие малого выхода пероксидных радикалов и удаления части оксидов азота в виде нитрофенолов. К аналогичному эффекту ведёт образование алкилнитратов и нитритов, пероксиацетилнитратов и не-

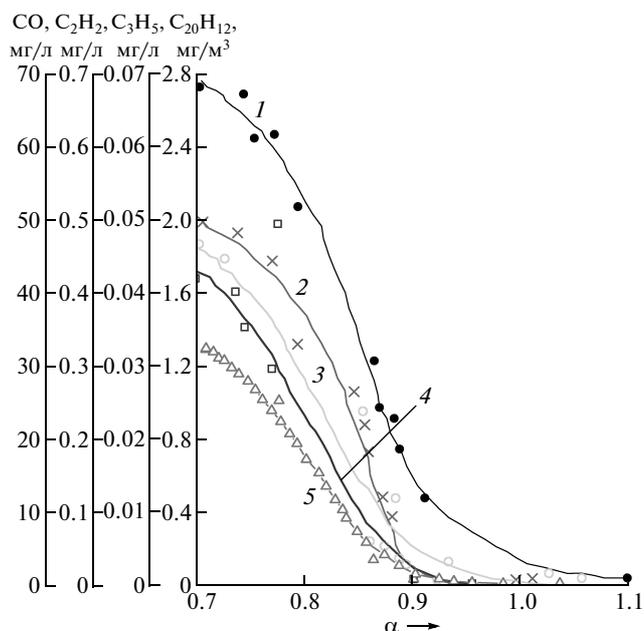


Рис. 1. Изменение состава продуктов сгорания в зависимости от α:

1 – CO; 2 – C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>; 3, 4 – C<sub>3</sub>H<sub>5</sub>; 5 – C<sub>20</sub>H<sub>12</sub>

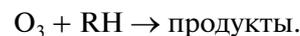
органических соединений азота, таких как водорастворимые N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и HNO<sub>3</sub>. Следовательно, накопление озона зависит от соотношения начальных концентраций органических соединений – предшественников пироксидных радикалов и оксидов азота:

$$D[\text{O}_3]/dt = k[\text{NO}_x + \text{RO}_2]/\{\text{NO}\}[\text{RO}_2]\}.$$

При малой величине этого отношения скорость конверсии NO в NO<sub>2</sub> мала, и оксид азота включается в процесс разрушения озона. При очень высоком отношении озон также не будет накапливаться из-за связывания диоксида азота органическими радикалами:



или из-за реакции образовавшегося O<sub>3</sub> с углеводородами:



Сам же выход “затравочных” углеводородов в значительной степени зависит от режима сгорания. Этот процесс подробно исследовался в работе [14]. На рисунке 1 представлен построенный по данным [14] график, отражающий выход продуктов при сжигании сжиженного газа в эксперименте в зависимости от избытка или недостатка кислорода α. Видно, что выход несгоревших продуктов при α = 0.9–1.1 близок к нулю. Снижение поступления кислорода в сжигаемую смесь на 30% приводит почти к десятикратному увеличению выхода побочных продуктов.

**Таблица 1.** Константы скорости реакции ОН с углеводородами

| Вещество          | $K, \text{см}^3 \cdot \text{мол}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$ | $K_i/K_{\text{пропан}}$ |
|-------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------|
| Изопрен           | $9.7 \times 10^{-11}$                                      | 3.9                     |
| Циклогексан       | $6.6 \times 10^{-11}$                                      | 2.6                     |
| Пропан            | $2.5 \times 10^{-11}$                                      | 1.0                     |
| <i>i</i> -ксилолы | $2.4 \times 10^{-11}$                                      | 0.96                    |
| Толуол            | $6.0 \times 10^{-12}$                                      | 0.24                    |
| Бутан             | $2.5 \times 10^{-12}$                                      | 0.10                    |
| Этан              | $2.7 \times 10^{-13}$                                      | 0.011                   |
| Оксид углерода    | $2.4 \times 10^{-13}$                                      | 0.010                   |
| Метан             | $8.0 \times 10^{-15}$                                      | 0.00032                 |

Вернёмся теперь к влиянию состава газов на ход фотохимических процессов. Приведённое выше брутто-уравнение не отражает промежуточных соединений — гидроксильных групп НО и переключающую роль оксидов азота, зато наглядно показывает, из чего образуется тропосферный озон и его определяющие факторы. Выход озона будет зависеть от двух составляющих — концентрации исходных соединений, газов-предшественников, а также интенсивности и спектрального состава солнечной радиации.

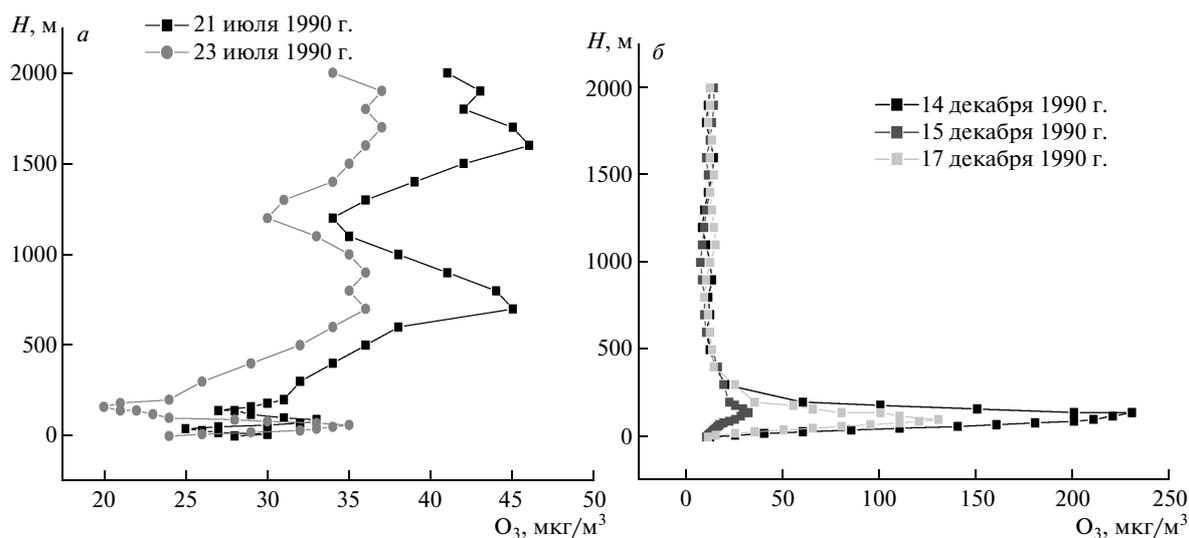
В монографии [6] по данным работ [15, 16] составлена таблица 1, в которой приведены скорости химических реакций при окислении углеводородов в воздухе гидроксидом и проведена их нормировка на пропан. Из таблицы следует, что если в автомобиле или на предприятии будет использоваться природный газ, состоящий в основном из метана, то скорость образования озона из его несгоревших продуктов и, соответственно,

других компонентов, входящих в правую часть брутто-уравнения, будет в 300 или даже в 3000 раз меньше, чем из продуктов пропан-бутановой смеси.

Проблему начала фотохимических процессов в атмосфере городов удалось обнаружить при самолётном обследовании воздушного бассейна Хабаровска [17]. В городе имеется несколько ТЭЦ. В период летнего обследования в 1990 г. все они работали на угле. В сентябре того же года они были переведены на газ. В результате при зимнем обследовании (в декабре) в слое выбросов, приблизительно на высоте 100 м, были обнаружены высокие концентрации озона. Данная высота совпадает с уровнем среза труб ТЭЦ и была довольно точно определена в процессе лазерного зондирования с борта самолёта [18]. Летние и зимние профили распределения озона показаны на рисунке 2.

В летний период, когда поступление солнечной радиации, необходимой для генерации озона, максимально, его содержание колебалось от 20 до 40 мкг/м<sup>3</sup>. (Подчеркнём, что в летний период максимально и поступление углеводородов из естественных источников [6].) Было получено 16 соответствующих профилей в разное время суток — утром, днём и вечером. Можно сказать, что это обычная для данного региона концентрация озона в летний период.

В декабре, вблизи уровня 100 м, куда поступают выбросы от ТЭЦ, концентрация составляла 230 мкг/м<sup>3</sup> (14.12.1990) и 130 мкг/м<sup>3</sup> (17.12.1990). Узость слоя, в котором зафиксировано высокое содержание озона, свидетельствует о том, что он мог образоваться здесь из продуктов в шлейфе выбросов. В пользу этого вывода говорит и про-

**Рис. 2.** Вертикальное распределение озона над Хабаровском в июле (а) и в декабре (б) 1990 г.

филь, снятый 15.12.1990 сразу же после прохождения холодного фронта с обильным снегопадом, который заметно очистил воздух. Как видно из рисунка 2, через сутки процесс генерации озона возобновился, что явно указывает на наличие местного источника газов-предшественников.

Приведённый пример достаточно ярко иллюстрирует результаты работ [3–6, 9–13], в которых показано, что в выбросах сжигающих устройств, работающих на газе, имеются соединения, которые провоцируют фотохимическое образование озона в атмосфере. По-видимому, при реализации распоряжения Правительства РФ надо учитывать данную особенность сжиженных газов.

По результатам исследования Д. Блейка и Ф. Роуланда, властям Мехико была дана рекомендация об уменьшении использования пропан-бутанового сжиженного газа [3, 10]. Очевидно, здесь сыграл свою роль авторитет нобелевского лауреата Роуланда, власти прислушались к совету, и ситуация в значительной степени стабилизировалась. Это показало проведённое их коллегами контрольное исследование [19].

### СОСТОЯНИЕ КОНТРОЛЯ И УРОВЕНЬ ОЗОНА В ПРИЗЕМНОМ СЛОЕ ВОЗДУХА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

Согласно обзору Н.Ф. Еланского о состоянии исследований озона в России, подготовленному по заказу Всемирной метеорологической организации, полноценный мониторинг озона осуществляется только в Москве силами Мосэкомониторинга [20]. Рядом академических организаций, учитывая исключительную токсичность озона и компонентов воздуха, сопровождающих его образование, в инициативном порядке организован его мониторинг. Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН ведёт измерение показателя на территории обсерватории МГУ, на Кисловодской высокогорной научной станции, на высотной мачте вблизи посёлка Зотино Красноярского края, а также осуществляет периодические эксперименты “Тройка” в вагоне-лаборатории по маршруту Москва–Владивосток–Москва. Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН имеет четыре поста: один в городе и три в фоновых районах Томской области. Он осуществляет измерение вертикального распределения озона с помощью самолёта-лаборатории Ту-134 “Оптик”. Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН создал сеть из трёх постов: на территории Карадагского заповедника в Крыму, в городе Вятские Поляны (Кировская область) и Санкт-Петербурге. Полярный геофизический институт РАН осуществляет мониторинг озона на Кольском полуострове. В Иркутске и на акватории оз. Байкал проводит измерения Лимнологический институт СО РАН. В Улан-Удэ и на

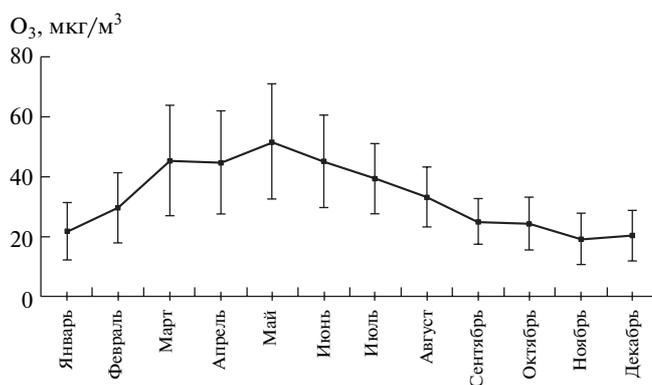


Рис. 3. Средний многолетний годовой ход приземной концентрации озона в районе Томска (1990–2011)

берегу оз. Байкал работают сотрудники Бурятского научного центра СО РАН. В системе Росгидромета измерения приземной концентрации озона ведутся силами Центральной аэрологической обсерватории в г. Долгопрудном Московской области, сотрудниками научно-производственного объединения “Тайфун” в Обнинске Калужской области, Западно-Сибирским управлением начаты измерения в Новосибирске.

Возможно, с момента публикации обзора [20] появились новые пункты измерения приземной концентрации озона, но в литературе информации об этом обнаружить не удалось. Очевидно, что точек мониторинга озона явно недостаточно, учитывая, что распоряжение Правительства РФ распространяется на всю территорию страны.

Ввиду особой токсичности озона (он относится к I классу опасности) в России для него установлены достаточно жёсткие гигиенические нормативы предельно допустимых концентраций (ПДК): ПДК<sub>р.з.</sub> (воздух рабочей зоны) — 100 мкг/м<sup>3</sup>; ПДК<sub>с.с.</sub> (среднесуточная концентрация в атмосферном воздухе населённых пунктов) — 30 мкг/м<sup>3</sup>; ПДК<sub>м.р.</sub> (максимальная разовая концентрация в атмосферном воздухе населённых пунктов с вероятностью появления 0.1%) — 160 мкг/м<sup>3</sup>.

Данные мониторинга большинства перечисленных выше пунктов показывают, что к настоящему времени предельно допустимые концентрации регулярно превышаются [20]. Если же появится дополнительный источник озонаобразующих веществ, то ситуация только усугубится, насколько значительно, рассмотрим на примере г. Томска.

На рисунке 3 представлен средний многолетний годовой ход приземной концентрации озона, построенный по среднемесячным значениям, рассчитанным по всему массиву данных. Видно, что средний многолетний годовой ход простой, с одним ярко выраженным максимумом и одним минимумом. В районе Томска наблюдался рост концентрации озона в приземном слое, который в мае достиг своего максимума со значением

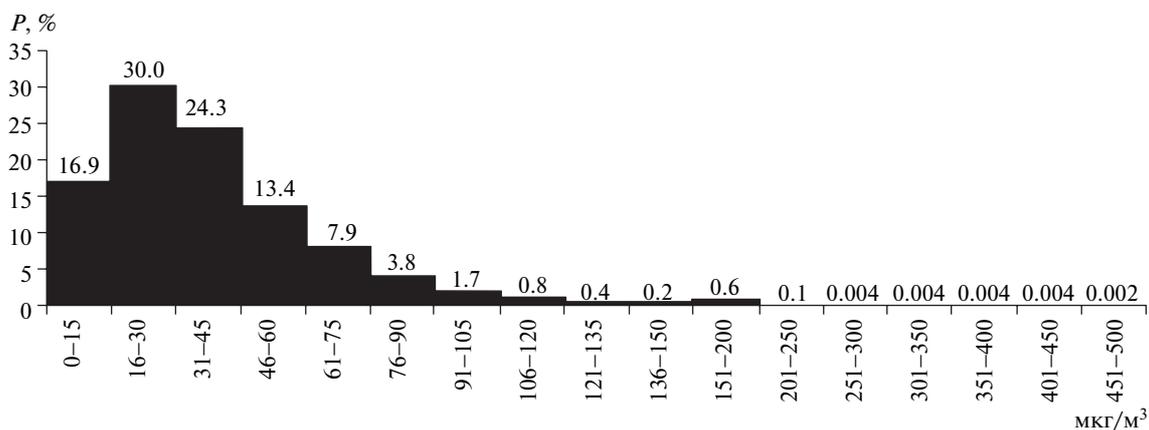


Рис. 4. Повторяемость различных значений концентрации озона

51.6 мкг/м<sup>3</sup>. Причём с января по март наблюдалось резкое возрастание озона с 21.6 до 45.2 мкг/м<sup>3</sup>, то есть почти в 2 раза, а с марта по май оно составило всего 6.6 мкг/м<sup>3</sup>. Резкое возрастание содержания озона ранней весной может быть связано с

географическим положением города, наличием хвойных лесов в его окрестностях. После весеннего максимума наблюдалось плавное понижение концентрации до 19–20 мкг/м<sup>3</sup> в ноябре–декабре.

Таблица 2. Повторяемость превышения предельно допустимых концентраций приземной концентрации озона в г. Томске

| Год     | ПДК <sub>с.с.</sub> | 2ПДК <sub>с.с.</sub> | 3ПДК <sub>с.с.</sub> | 4ПДК <sub>с.с.</sub> | 5ПДК <sub>с.с.</sub> | ПДК <sub>м.р.</sub> |
|---------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| 1990    | 17.8                | 0.7                  | —                    | —                    | —                    | —                   |
| 1991    | 46.6                | 27.6                 | 9.2                  | 0.6                  | —                    | —                   |
| 1992    | 51.6                | 18.7                 | 9                    | 3.5                  | 2.1                  | 1.77                |
| 1993    | 67.8                | 22.3                 | 4.2                  | —                    | —                    | —                   |
| 1994    | 48.6                | 13.7                 | 1.1                  | 0.3                  | —                    | —                   |
| 1995    | 28.8                | 0.6                  | —                    | —                    | —                    | —                   |
| 1996    | 45.1                | 11.6                 | 2                    | 0.3                  | —                    | —                   |
| 1997    | 47.2                | 7.1                  | 0.6                  | —                    | —                    | —                   |
| 1998    | 22.3                | 0.8                  | —                    | —                    | —                    | —                   |
| 1999    | 10.8                | —                    | —                    | —                    | —                    | —                   |
| 2000    | 31.1                | 6.6                  | 2.2                  | —                    | —                    | —                   |
| 2001    | 58.2                | 28.3                 | 9.9                  | 2.7                  | 1.1                  | 0.82                |
| 2002    | 49.3                | 13.4                 | 2.7                  | 0.5                  | —                    | —                   |
| 2003    | 59.9                | 15.9                 | 1.9                  | 0.5                  | —                    | —                   |
| 2004    | 57.4                | 12.6                 | 3.3                  | 1.6                  | —                    | —                   |
| 2005    | 44.4                | 14.0                 | —                    | —                    | —                    | —                   |
| 2006    | 35.1                | 1.4                  | —                    | —                    | —                    | —                   |
| 2007    | 55.9                | 16.2                 | 2.2                  | —                    | —                    | —                   |
| 2008    | 53.8                | 6.0                  | —                    | —                    | —                    | —                   |
| 2009    | 53.9                | 11.7                 | 0.3                  | —                    | —                    | —                   |
| 2010    | 57.4                | 5.7                  | 0.3                  | —                    | —                    | —                   |
| 2011    | 50.4                | 12.3                 | 0.5                  | —                    | —                    | —                   |
| 2012    | 54.5                | 5.8                  | —                    | —                    | —                    | —                   |
| Среднее | 45.6                | 11.5                 | 3.3                  | 1.3                  | 1.6                  | 1.3                 |

На графике показаны среднемесячные концентрации приземного озона, статистическая оценка — более жёсткая. Видно, что ПДК<sub>с.с.</sub> превышает в Томске с марта по август, то есть в течение семи месяцев в году. Если же мы обратимся к рисунку 4, на котором приведена гистограмма повторяемости различных значений среднесуточной приземной концентрации озона, то увидим, что меньше половины значений имеют величину ниже ПДК населённых пунктов, в то время как максимальная разовая ПДК неоднократно превышалась. По данным измерений была составлена таблица 2, в которой собрана информация о превышении среднесуточных и максимальных разовых ПДК.

В районе Томска в среднем ПДК<sub>с.с.</sub> превышает в 62% случаев, ПДК<sub>м.р.</sub> — в 1.3%. Это значительно больше, чем задаётся санитарными нормативами. Следовательно, природоохранные органы должны проводить мероприятия по минимизации воздействия озона на людей. Если же в Томске перевести автотранспорт по нормам распоряжения № 767-р (потребление топлива составит около 3 млн. т в год), то это может привести к круглогодичному превышению ПДК<sub>с.с.</sub> и вероятности превышения ПДК<sub>м.р.</sub>

Использование пропан-бутановых смесей в качестве моторного топлива на фоне уже наблюдающихся высоких концентраций озона может привести к стимулированию смоговых ситуаций. Для исключения подобных ситуаций в городах с высоким уровнем загрязнения воздуха можно использовать *только сжиженный природный газ*, а не пропан-бутановую смесь. Кроме того, следует организовать постоянный и эффективный контроль над используемым газом и мониторинг концентрации озона на территории России. Если же не получится добиться использования только природного газа, то надо изменить пропорции в распоряжении № 767-р на обратные, то есть использовать пропан-бутановую смесь: в городах с численностью населения более 1 млн. человек — до 10% общего количества единиц техники, более 300 тыс. человек — до 30%, более 100 тыс. человек — до 50%.

Работа выполнена при поддержке программы Президиума РАН № 4, программы ОНЗ РАН № 5; междисциплинарных интеграционных проектов СО РАН № 35, № 70 и № 131; грантов РФФИ № 14-05-00526, № 14-05-00590 и № 14-05-93108; госконтрактов Минобрнауки России № 14.604.21.0100, идентификационный номер RFMTFIBVB210290, № 14.613.21.0013, идентификационный номер RFMEFI61314X0013.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Майорец М., Симонов К. Сжиженный газ — будущее мировой энергетики. М.: Альпина Паблицер, 2013.
2. Ионин А.А. Газоснабжение. М.: Стройиздат, 1975.

3. Blake D.R., Rowland F.S. Urban leakage of liquefied petroleum gas and its impact on Mexico City air quality // Science. 1995. V. 269. P. 953–956.
4. Haagen-Smit A.J. Chemistry and physiology of Los Angeles Smog // Ind. End. Chem. 1952. V. 44. P. 1342–1346.
5. Haagen-Smit A.J., Fox M.M. Ozone formation in photochemical oxidation of organic substances // Ind. Eng. Chem. 1956. V. 48. P. 1484–1487.
6. Белан Б.Д. Озон в тропосфере. Томск: ИОА СО РАН, 2010.
7. Кирюшин П.А., Книжников А.Ю., Кочи К.В. и др. Попутный нефтяной газ в России: “Сжигать нельзя, перерабатывать!” Аналитический доклад об экономических и экологических издержках сжигания попутного нефтяного газа в России. М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2013.
8. Глинка Н.Л. Общая химия. Л.: Химия, 1985.
9. Crutzen P.J., Zimmermann P.H. The changing photochemistry of the troposphere // Tellus AB. 1991. V. 43. P. 136–151.
10. Baker A.K., Beyersdorf A.J., Doezema L.A., Katzenstein A., et al. Measurements of nonmethane hydrocarbons in 28 United States cities // Atmos. Environ. 2008. V. 42. P. 170–182.
11. Chameides W.L., Fehsenfeld F., Rodgers M.O., Cardelino C., et al. Ozone precursor relationship in the ambient atmosphere // J. Geophys. Res. 1992. V. 97. P. 6037–6055.
12. Atkinson R. Kinetics and mechanisms of the gas-phase reaction of hydroxyl radical with organic compound under atmospheric conditions // Chem. Rev. 1986. № 1.
13. Исидоров В.А. Органическая химия атмосферы. СПб.: Химия, 2001.
14. Лавров Н.В., Стаскевич Н.Л., Комина Г.П. О механизме образования бенз(а)пирена // Доклады АН СССР. 1972. № 6.
15. De More W.B., Sander S.P., Golden D.M. Chemical kinetics and photochemical data for use in stratospheric modeling // NASA, JPL Publ. 1990. № 9.
16. Middleton P., Stockwell W.R., Carter W.P.L. Aggregation and regional modeling // Atmos. Environ. 1990. V. 24(A). P. 1107–1134.
17. Белан Б.Д., Микушев М.К., Панченко М.В. и др. Особенности прохождения фотохимических процессов в воздухе промышленных центров // Оптика атмосферы и океана. 1991. № 9.
18. Белан Б.Д., Бурков В.В., Панченко М.В. и др. Некоторые результаты зондирования промышленных выбросов бортовым лидаром “Макрель-2М” // Оптика атмосферы и океана. 1992. № 2.
19. Perring A.E., Bertram T.H., Farmer D.K., et al. The production and persistence of SRONO<sub>2</sub> in the Mexico City plume // Atmos. Chem. Phys. 2010. № 15.
20. Еланский Н.Ф. Российские исследования атмосферного озона в 2007–2010 гг. // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 2012. № 3.

DOI: 10.7868/S0869587315030172

Экспериментальные и теоретические данные свидетельствуют, что основной источник энергии Земли, являющийся первопричиной эндогенных геодинамических и тектонических процессов, — это реакции синтеза, происходящие во внутреннем ядре планеты, которое состоит из гидридов металлов. Авторы статьи выдвигают гипотезу, которая предполагает наличие водородных потоков — глубоких флюидов (плюмов), распространяющихся от земного ядра и переносящих к поверхности тепловую энергию термоядерных реакций. Эти водородные потоки вследствие вращения Земли и наличия кориолисова ускорения закручиваются в спирали во внешнем жидком электропроводящем ядре Земли, что индуцирует дипольное магнитное поле.

## РЕАКЦИИ СИНТЕЗА – ОСНОВНОЙ ИСТОЧНИК ВНУТРЕННЕЙ ЭНЕРГИИ ЗЕМЛИ

Э.И. Терез, И.Э. Терез

В течение многих тысячелетий люди с суеверным страхом наблюдали извержения вулканов, землетрясения и другие грозные явления, исходящие из недр Земли. Естественно, причину этих явлений искали в религии и мифах. Только в конце XVIII в. П.-С. Лаплас предложил научное объяснение внутренней энергии Земли на основе своей гипотезы о том, что Земля была некогда жидким сфероидом и находилась в расплавленном состоянии. Потом при охлаждении она покрылась твёрдой корой, но и сейчас постепенно охлаждается, выделяя тепло. Известные физики и метеорологи XVIII в. Ж. д'Орту де-Мэран, Г. де Бюффон, Ж.С. Бальи считали внутреннее тепло Земли основным фактором, влияющим на

климатические и метеорологические явления. Эти представления господствовали в науке до начала XIX в. И только физик и математик Ш. Фурье доказал, что исходящее из глубин тепло незначительно по сравнению с энергией, получаемой от Солнца, и не может проявляться в метеорологических и климатических явлениях. Однако природа этого тепла оставалась загадкой, пока в начале XX в. не было открыто явление радиоактивного распада ряда элементов, и что важно — элементов, содержащихся в земной коре. Это открытие, наконец, дало возможность найти чёткое физическое объяснение источника внутренней энергии Земли.

Множество экспериментальных исследований, выполненных за прошедшие сто лет, позволило уточнить физико-химические параметры внутреннего объёма Земли. Целый ряд результатов новых изысканий плохо или совсем не согласуется с принятой теорией о радиоактивной природе внутренней энергии Земли. Именно поэтому необходимо вновь вернуться к этой проблеме.

### ВНУТРЕННЕЕ ТЕПЛО ЗЕМЛИ: РАСЧЁТЫ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ

Для анализа наблюдаемых геофизических и геологических явлений принципиально важное значение имеют природа и величина энергии, исходящей из внутренних областей Земли. Согласно современным данным, градиент температуры равен (для глубины нескольких километров)  $dT/dr = 0.025–0.03$  град/м (то есть температура возрастает, по разным оценкам, примерно на 25–30°С с каждым километром в глубь земной коры).



ТЕРЕЗ Эдуард Иванович — доктор технических наук, ведущий научный сотрудник НИИ “Крымская астрофизическая обсерватория”. ТЕРЕЗ Иван Эдуардович — доктор философии, управляющий партнёр Vigorosis LLC (Хьюстон, США).

terez@crimea.edu; i.terez@vigorosis.com

Очевидно, что величина теплового потока через всю земную поверхность будет равна:

$$F = dT/dr\chi 4\pi R^2, \quad (1)$$

где  $\chi$  – теплопроводность земной коры (для её верхних слоёв значение коэффициента теплопроводности для базальта  $\chi = 2$  Дж/м · с · град.);  $4\pi R^2$  – площадь земной поверхности.

Вычисление даёт величину  $F \approx (2.8-3.1) \times 10^{13}$  Вт, или 28–31 ТВт, что является теоретической, оценочной величиной теплового потока через земную поверхность. Естественно, чтобы знать точную величину, необходимо провести практические эксперименты. Такие исследования стали возможны сравнительно недавно, начиная с 1939 г., когда Э. Буллард впервые провёл измерения теплового потока в Южной Африке, а А. Бенфилд – в Англии. С 1956 г. подобные измерения стали проводиться и под океанами. В настоящее время существует более 20 тыс. пунктов измерений по всему земному шару, полученные сведения можно найти в глобальном каталоге данных Мирового центра данных по физике твёрдой Земли [1]. Однако, как выяснилось, экспериментальным путём сложно получить точную величину интегрального теплового потока. Дело в том, что локальный тепловой поток из внутренней части планеты оценивается с помощью бурения неглубоких скважин и измерения температурных коэффициентов и тепловой проводимости. Скважины на поверхности Земли расположены неоднородно. Простое усреднение всех экспериментальных данных – довольно грубый способ, дающий весьма приблизительные цифры. Чтобы повысить точность, необходимо провести не просто суммирование данных, а применить к ним различные поправки. Примерами таких поправок могут быть: замещение океанических измерений прогнозированием теоретических моделей охлаждения; прибавление произвольного или теоретического количества гидротермального теплового потока, хорошо измеренного только в районе хребтов; устранение нестационарного эффекта из тектонических и магматических событий; устранение данных из областей, на которые предположительно оказывалось воздействие горячих точек.

Неодинаковый механизм поправок приводит к тому, что данные по суммарному тепловому потоку Земли у разных коллективов авторов заметно разнятся. Так, согласно последней фундаментальной монографии о Земле Ф. Андерсона [2], абсолютный тепловой поток, проходящий через поверхность Земли, судя по усреднённым экспериментальным измерениям, достигает 30 ТВт. Однако некоторые учёные считают эту величину заниженной и, учитывая различные поправки, полагают, что более вероятная величина интегрального потока составляет  $F = 44.2 \pm 1$  ТВт [3]. В более позднем исследовании [4] получена ещё

большая величина интегрального потока  $F = 46 \pm 3$  ТВт. Учитывая, что результаты этих весьма тщательно выполненных исследований совпадают в пределах погрешностей измерений, тепловой поток, выходящий из поверхности Земли, можно считать равным  $F = 45 \pm 1$  ТВт ( $10^{12}$  Дж/с, или  $1.5 \times 10^{21}$  Дж/год). Эта энергия более чем на три порядка меньше, чем энергия, получаемая Землёй от Солнца, поэтому допустимо предположить, что внутреннее тепло Земли не оказывает прямого воздействия на климат нашей планеты. Тем не менее величина теплового потока, выходящего через земную поверхность, огромна. Она на один-два порядка превышает суммарную энергию, высвобождающуюся за год при землетрясениях и вулканической деятельности.

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ ВНУТРЕННЕГО ТЕПЛА ЗЕМЛИ

Что может быть долговременным источником такой громадной энергии? Ещё 10–20 лет назад предполагалось, что основным источником внутренней энергии Земли является распад долгоживущих радиоактивных изотопов, таких как  $^{238}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$  и  $^{40}\text{K}$ , присутствующих в породах. Однако целый ряд фактов не укладывается в эту гипотезу. Приблизительный расчёт энергии, высвобождаемой в результате радиоактивного распада (если бы реакции распада происходили во всём объёме земного шара, включая ядро), даёт величину  $2.3 \times 10^{20}$  кал/год или  $9.63 \times 10^{20} \approx 1 \times 10^{21}$  Дж/год. Этой величины недостаточно для объяснения суммарной внутренней энергии Земли ( $\approx 1.5 \times 10^{21}$  Дж/год). Кроме того, расчётная энергия радиоактивного распада явно завышена, поскольку обнаружена тенденция к снижению концентрации радиоактивных элементов в породах литосферы от верхнего слоя земной коры к нижнему и верхней части мантии, и эффект радиоактивности в ядре, по-видимому, отсутствует. Отметим, что В.И. Вернадский писал об этом ещё в 1933 г.: “На основании того, что мы знаем о геологических процессах земной коры, приходится допустить, что темп теплового излучения радиоактивных атомов уменьшается с глубиной более быстро, чем это мы наблюдаем в верхней части земной коры. Это указывает, что количество радиоактивных атомов с глубиной уменьшается” [5, с. 281].

Есть много фактов в пользу приведённого вывода, и прежде всего так называемый парадокс теплового потока гелия (helium-heat flow paradox) [2, р. 343]. Дело в том, что при радиоактивном распаде U и Th генерируются  $^4\text{He}$  и антинейтрино, а также теплота. Наблюдаемый поток  $^4\text{He}$  из мантии в океан на порядок меньше, чем поток  $^4\text{He}$  в континентальную кору. Тепловые потоки

под континентами и под океанами примерно равны, что в своё время стало сенсацией для геофизиков. Этот феномен можно объяснить, если предположить, что тепловые потоки образуются в основном в глубинных слоях Земли, в то время как радиоактивность самой Земли определяется радиоактивностью земной коры, толщина которой под океанами (4–7 км) почти на порядок меньше, чем под континентами (30–50 км и более).

Установлено, что в геологической истории Земли неоднократно происходили кратковременные (годы, десятки, сотни лет) катастрофические тепловые выбросы из её недр в верхнюю мантию, земную кору, атмосферу и гидросферу, что не согласуется с гипотезой о радиогенной природе тепла Земли, так как радиоактивный распад — это медленный монотонный процесс.

Недавно при участии 15 университетов США, Западной Европы и Японии была проведена фундаментальная работа по экспериментальному измерению величины теплового потока из недр Земли в атмосферу [6], вызванного распадом радиоактивных изотопов, в частности, урана, тория и калия внутри планеты. Величина радиоактивного распада была определена по точным измерениям потока геонейтрино с помощью прибора Kamioka Liquid-Scintillator Antineutrino Detector (Япония) и по имеющимся данным детектораorexino (Италия). Обнаружено, что радиоактивный распад  $^{238}\text{U}$  и  $^{232}\text{Th}$  даёт суммарный вклад 20 ТВт в тепловой поток Земли. Нейтрино, эмитированные вследствие распада  $^{40}\text{K}$ , были ниже предела чувствительности данного эксперимента, но известно, что они дают вклад не более 4 ТВт. Таким образом, суммарно энергия радиоактивного распада составляет около половины общего теплового потока Земли, который был принят равным 44.2 ТВт. Авторы работы объяснили полученный результат, исходя из предположения, что изначальный запас тепла Земли ещё не полностью израсходован.

С этим выводом нельзя согласиться по следующим причинам. Прежде всего авторы недооценивают внутреннюю энергию Земли. Очевидно, что тепловой поток, проходящий через поверхность планеты, — это далеко не вся энергия, генерируемая Землёй. Чтобы оценить её полную энергию, необходимо определить энергию, которая требуется для поддержания магнитного поля. В противном случае поле, существующее на протяжении как минимум 3.5 млрд. лет без источника регенерации, исчезнет относительно быстро (в течение нескольких десятков тысяч лет). В оценке энергии, необходимой для поддержания магнитного поля Земли, существует большая неопределённость. Если в настоящее время более или менее уверенно определяется величина магнитного поля земного ядра [7], то для вычисления

энергии необходимо значение относительной магнитной проницаемости  $\mu/\mu_0$ , а её величина может меняться от 1 (при прохождении магнитных силовых линий снаружи земного шара) до 100 (для внутреннего железного ядра Земли). Следовательно, если использовать разные значения  $\mu/\mu_0$ , то расчётная энергия магнитного поля может быть в пределах от 1.7 до 170 ТВт. Условно примем среднее значение 85 ТВт. В этом случае полная энергия Земли равна сумме энергии излучения Земли через поверхность (45 ТВт) и энергии, необходимой для поддержания магнитного поля (85 ТВт), то есть 130 ТВт. Согласно вышеописанному экспериментальному исследованию [6], за счёт радиоактивности выделяется только 24 ТВт.

Возможны и другие источники внутренней энергии Земли. В разное время для объяснения энергии, генерируемой планетой, привлекались разные гипотезы: гравитационная дифференциация недр; приливное воздействие Луны; химическая сегрегация; генерация тепла в жидком ядре за счёт внутреннего и внешнего трения, проявляющегося при вращении жидких слоёв с разной вязкостью относительно друг друга; даже космические источники энергии, обусловленные воздействием на Землю процессов в Галактике. В монографии Д. Андерсона [2] показано, что только приблизительно 10 ТВт энергии может приходиться на нерадиоактивные источники, такие как охлаждение и дифференциация коры, сжатие (уплотнение) мантии, приливное трение и т.д. Получается значительное расхождение: внутри Земли генерируется 34 ТВт, а расходуется 130 ТВт. Кроме того, имеются серьёзные основания сомневаться, что первичный запас энергии Земли способен обеспечить необходимую добавочную энергию. Можно легко подсчитать потерю планетной энергии. Основной теплоизолирующий слой, препятствующий остыванию Земли (своеобразная “рубашка”), — это земная кора. Для горных пород, из которых она состоит, распределение температуры в недрах больших космических тел на расстоянии  $\Delta l$  (по радиусу) определяется с помощью размерного соотношения [8, с. 127]:

$$\Delta t \sim (\Delta l)^2 / \chi, \quad (2)$$

где  $\Delta t$  — интервал времени, за который температуры выравниваются в точках тела на расстоянии  $\Delta l$ ;  $\chi = \kappa / c_p \rho$  — коэффициент температурной проводимости ( $\text{м}^2/\text{с}$ );  $\kappa$  — коэффициент тепловой проводимости ( $\text{Дж} \cdot \text{м}^{-1} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$ );  $c_p$  — удельная теплоёмкость при постоянном давлении ( $\text{Дж} \cdot \text{г}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$ );  $\rho$  — плотность ( $\text{г}/\text{м}^3$ ).

В среднем для земной коры под континентами можно принять  $\Delta l \approx 40 \times 10^3 \text{ м}$ ,  $\chi \approx 5 \times 10^{-7} \text{ м}^2/\text{с}$ . (характерное значение для горных пород), тогда по формуле (2) получим время полного остыва-

ния земной коры  $\Delta t \approx 1 \times 10^8$  лет. Это значительно меньше времени существования Земли ( $4.5 \times 10^9$  лет). Однако необходимо учесть, что под океанами, занимающими 71% площади земного шара, толщина земной коры почти на порядок меньше, следовательно, величина  $\Delta t$  будет меньше на два порядка. Можно утверждать, что время остывания Земли вследствие потери тепла из-за теплопроводности земной коры измеряется всего лишь 10–20 млн. лет. Что касается мантии, то её тепловая проводимость значительно больше, чем земной коры, и потому на время остывания Земли она существенно не влияет. В настоящее время многие исследования показали, что в переносе тепла от ядра к коре главную роль играет вовсе не теплопроводность, а конвективные газо-водородные потоки в мантии [9]. Естественно, эти процессы должны поддерживаться постоянным источником энергии, исходящей из ядра, и этот источник не может быть изначальным запасом земной энергии. Как следует из вышесказанного, ни кора – основной теплоизолирующий слой Земли, ни мантия не могли бы сохранить изначальный запас земной энергии на протяжении даже 100 млн. лет. Как следствие, температура ядра должна была существенно снизиться, но, согласно последним исследованиям, температура внутреннего ядра Земли примерно на 1000 К выше, чем предполагалось ранее, и составляет  $6230 \text{ K} \pm 500 \text{ K}$  [10].

#### ВОЗМОЖНОСТЬ РЕАКЦИЙ ТЕРМОЯДЕРНОГО СИНТЕЗА В ЯДРЕ ЗЕМЛИ

Итак, в ядре Земли должен существовать мощный источник стабильной энергии. Таким источником может быть только энергия термоядерного синтеза. Возникает вопрос: могут ли в ядре Земли происходить термоядерные реакции, как это, вероятно, имеет место в недрах планет-гигантов? Для термоядерных реакций необходимы как минимум два условия: во-первых, в ядре Земли должен в значительных количествах присутствовать водород, что противоречит господствующей теории о железном ядре; во-вторых, необходимо наличие сверхвысоких температур и давлений, что тоже не соответствует общепринятым представлениям.

Рассмотрим эти вопросы подробнее. В настоящее время не возникает сомнений, что водород был основным видом материи, из которого возникли все космические объекты, в том числе и Земля как часть некогда “сброшенной” оболочки Солнца. При формировании Протоземли водород должен был быть основным конструктивным материалом ( $\approx 60\%$  в атомных количествах). Далее происходило гравитационное уплотнение – уменьшение диаметра сферы и, соответственно, быстрое возрастание угловой скорости вращения. Со-

гласно традиционно существовавшим представлениям о происхождении Земли, водород на нашей планете в свободном виде отсутствует, так как вследствие высокой летучести он должен был диссипировать в космическое пространство ещё на самых ранних стадиях формирования Земли. Однако это не согласуется с реальными фактами. Геологи давно установили, что из недр Земли постоянно в огромных количествах выделяются газы, содержащие водород, и сам водород в чистом виде. Следовательно, где-то в глубинах нашей планеты должен существовать источник водорода. По-видимому, значительная его часть как более лёгкий компонент вследствие сепарации (эффект центрифуги) должна была собраться в центре планеты (внутреннее ядро) и затем при остывании образовать различные химические соединения с металлами – гидриды [11, 12].

Внешнее ядро имеет меньшую плотность и температуру, и потому можно предположить, что оно состоит в основном из металлов, содержащих водород в виде раствора и имеющих существенно меньшую плотность (даже если водорода в них не меньше, чем в гидридах). Обратим внимание на следующий экспериментальный факт. Металлы (прежде всего железо) при высокой температуре и давлении обладают универсальной способностью растворять газы, и в первую очередь водород. При давлении свыше  $10^5$  бар металлы с растворённым водородом становятся пластичными и имеют высокую электропроводность. Растворение водорода в металлах можно рассматривать как образование в объёме металла полностью ионизированной водородной плазмы. В этом случае внешнее ядро Земли должно быть жидким, что подтверждается затуханием поперечных сейсмических волн при прохождении через него. В то же время, исходя из данных сейсмографии, предполагается, что внутреннее ядро Земли твёрдое.

Термоядерные реакции возможны только при экстремальном состоянии вещества, то есть состоянии с аномально высокой концентрацией энергии. Впервые возможность таких реакций при сверхвысоких температурах была теоретически обоснована астрофизиками Г.А. Гамовым (1938) и Х. Бете (1939), однако в 1940 г. В. Вайлдхек показал принципиальную возможность осуществления термоядерных реакций при низких и сверхнизких температурах, но при очень высокой плотности вещества. Термоядерные реакции этого типа были выделены в особый класс – пикноядерных реакций. Для осуществления такой реакции необходимо, чтобы реагирующие ядра квантово-механическим образом преодолели кулоновский барьер, обусловленный электростатическим отталкиванием ядер. Основное отличие пикноядерных реакций от термоядерных состоит в том, что в них прохождение сквозь кулоновский барьер осуществляется за счёт нулевых колебаний ядер, а

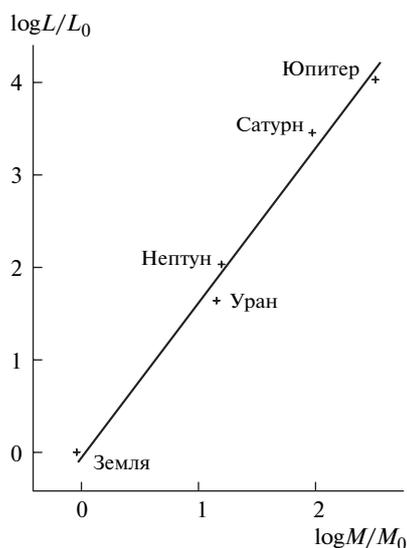


График зависимости светимости—масса для Земли и планет-гигантов

в термоядерных — благодаря их тепловому движению. Простой и наглядный модельный расчёт скорости пикноядерной реакции выполнен Я.Б. Зельдовичем [13]. Он показал, что реакции ядерного синтеза могут проходить подбарьерно даже в холодном водороде, сжатом до плотности  $10^4$  г/см<sup>3</sup> и менее (для реакций типа  $p + D$ ,  $p + T$ ,  $D + D$ ,  $D + T$ ). В обычных условиях коэффициент прохождения сквозь барьер чрезвычайно мал, и при низком давлении пикноядерные реакции идут очень медленно. Однако они могут иметь решающее значение при большой плотности вещества, так как скорость прохождения под барьер быстро растёт с увеличением плотности. Китайский астрофизик Ван Хунчжан [14] вычислил поправки, необходимые при расчётах скорости ядерных реакций протон-протонного типа для средних температур ( $10^3 < T < 10^5$  К) и высокой плотности плазмы, и пришёл к выводу об их возможности не только в ядрах планет-гигантов, но и в ядре Земли. Косвенным доказательством может служить график зависимости светимости—масса, построенный Ван Хунчжаном для планет-гигантов и Земли.

Этот график аналогичен звёздному, то есть существует чёткая линейная зависимость логарифма светимости от логарифма массы. Это может иметь только одно объяснение: энергия образуется в результате ядерных реакций, при которых скорость произведения энергии экспоненциально возрастает с ростом температуры и давления. Тот факт, что показатель светимости Земли попадает на ту же прямую, что и светимость планет-гигантов, позволяет утверждать, что основной механизм внутренней энергии Земли — также ядерные реакции.

Наличие реакций ядерного синтеза во внутреннем ядре Земли, состоящем из гидридов металлов, косвенно подтверждается распределением концентрации изотопов гелия. Обнаружено, что отношение  $^3\text{He}/^4\text{He}$  в мантии Земли стабильно и в тысячу раз больше, чем в земной коре [15]. Этот эффект понятен в свете процессов во внутреннем ядре, когда при протон-протонных реакциях образуется некоторое количество изотопа  $^3\text{He}$ . Следует отметить, что  $^3\text{He}$  не может быть “первичным гелием”, который входил в состав вещества планеты 4.5 млрд. лет назад, ибо в этом случае максимальная температура Земли при её образовании не должна была превышать 800–1000 К, что явно нереально. Соотношение  $^3\text{He}/^4\text{He}$  в земной коре резко уменьшается, так как  $^3\text{He}$  смешивается с изотопом  $^4\text{He}$ , образующимся при радиоактивном распаде U и Th. Далее гелий через разломы в земной коре и вулканы попадает в атмосферу Земли и улетучивается в космос.

Подсчитаем примерное удельное энерговыделение  $W$  (то есть количество энергии, образующейся в результате ядерной реакции в единице объёма за единицу времени) внутреннего ядра Земли. Полная внутренняя энергия Земли (за вычетом энергии радиоактивного распада) оценивается величиной около 100 ТВт ( $1 \times 10^{14}$  Вт), радиус внутреннего ядра Земли — 1221 км. Отсюда удельное энерговыделение  $W \approx 1.3 \times 10^{-5}$  Вт/м<sup>3</sup> = 0.013 мВт/м<sup>3</sup>. Это очень малое энерговыделение, намного меньшее, чем тепловыделение человеческого тела ( $\approx 100$  Вт/м<sup>3</sup>). Иными словами, скорость ядерного синтеза крайне мала, что логично было предположить, учитывая низкую температуру внутреннего ядра Земли. Значительная энергия, выделяемая во внутреннем ядре, объясняется просто его большими размерами (объём  $\approx 7.6 \times 10^9$  км<sup>3</sup>).

Необходимо отметить следующее обстоятельство. Давление в центре Земли составляет  $\approx 3 \times 10^6$  бар. Это статическое давление, но надо учесть, что ежегодно происходит около 100 крупных землетрясений, которые порождают упругие продольные волны. Продольные волны, проходя через вещество в местах пучностей, создают локальные повышения плотности. Таким образом, давление в местах пучностей продольной волны может возрасти на порядки; если говорить о земном ядре, при прохождении продольных волн (сейсмических) волн давление в локальных точках может достигать  $10^7$ – $10^8$  бар и более. Естественно, плотность вещества в этих точках резко возрастает, и можно предположить, что именно они являются центрами термоядерных реакций. Внутреннее ядро Земли как бы “кипит”, периодически в разных местах возникают локальные термо-

ядерные реакции. Назовём такой процесс квази-термоядерным.

В местах, где возникают локальные очаги термоядерных реакций, должна резко возрастать температура. Происходит разложение гидридов, переход водорода из гидрид-ионной формы в протонный газ и, соответственно, выделение большого количества водорода. Давление в этой зоне резко возрастает, и потоки водородной плазмы выдавливаются из ядра наружу. Цепной термоядерной реакции здесь быть не может, поскольку избыток тепла уходит с водородом-теплоносителем во внешние сферы (глубинные флюиды-плюмы), и температура падает. Вследствие вращения Земли и наличия кориолисова ускорения водородные потоки (точнее, протонный газ) во внешнем жидком ядре, имеющем высокую электропроводность, закручиваются в спирали. Эти спирали образуют соленоид (разновидность катушки индуктивности) и, как следствие, дипольное магнитное поле Земли. Характерным свойством плазменных потоков (шнуров) является нестабильность в пространстве и времени, поэтому следует ожидать, что полюса магнитного поля Земли будут испытывать некоторое хаотическое движение.

\* \* \*

Истинность той или иной теории образования Земли проверяется её соответствием тем глобальным явлениям, которые сегодня достаточно хорошо изучены. Это прежде всего тепловой поток с поверхности Земли, дегазация и наличие внешнего магнитного поля. Классическая теория строения Земли (ядро – железное, мантия – силикатная) не может объяснить всех этих явлений. Тепловой поток явно превышает теоретические пределы. Магнитные поля хотя и могут возникнуть при конвективных перемещениях вещества в железном ядре, но они не способны создать дипольное поле, ибо для этого нужен соленоид. И уже совсем необъяснимыми оказываются вытекающие из Земли громадные газо-водородные потоки.

Предлагаемая гипотеза [16] о термоядерной природе теплового потока Земли достаточно хорошо согласуется с известными экспериментальными фактами и открывает новые пути для изучения не только нашей планеты, но и других планет Солнечной системы. Так, согласно принятой концепции, дипольное магнитное поле может существовать только у планет с достаточно быстрым вращением и возможностью термоядерных реакций в ядре. Этим условиям не отвечают ни Меркурий, ни Венера, ни Марс, ни Луна – у всех у них отсутствуют магнитные поля. В ядре Земли запасы водорода (в виде гидридов) тоже не бесконечны. Когда они будут израсходованы, то, есте-

ственно, прекратятся термоядерные реакции и “отключится” магнитное поле, прекратится тектоническая активность, планета перейдёт в стадию пассивного старения.

Водородно-флюидные потоки, возникающие в ядре, являются источником эндогенной тепловой энергии Земли, которая многократно превосходит суммарную энергию радиоактивного распада. Эти потоки, переносящие к поверхности планеты наибольшее количество тепловой энергии, способствуют формированию плюмов вязкого и твёрдого вещества. Роль плюмов в эндогенных процессах исследована многими авторами, в частности, отражена в многочисленных публикациях сотрудников лаборатории петрологии и рудогенеза Института земной коры СО РАН [17]. В основе всех геологических концепций о развитии Земли как космического тела лежат представления о дегазации и выносе из недр в верхние горизонты литосферы и за её пределы огромных масс вещества. Поскольку глубинный флюид является универсальным теплоносителем, следы его воздействия на породы земной коры и верхней мантии фиксируются однозначно, проявляясь в виде магматизма и вулканизма, гранитизации, метаморфизма и др. Восходящие водородно-флюидные потоки как бы вымывали углерод из глубинных геосфер, перемещая его в самые верхние оболочки литосферы. Проявление такой тенденции приводило к тому, что в осадочном чехле планеты и покрывающих её водных бассейнах возрастала общая концентрация углерода, в результате формировались разнообразные соединения – от карбонатных толщ до скопления угля и углеводородов.

Новые представления о термоядерной природе внутренней энергии Земли позволяют уточнить существующие концепции о происхождении углеводородов (нефти и природного газа). В настоящее время считается, что углеводороды – это продукт разложения останков живых организмов. Однако ещё в 50–60-е годы XX в. некоторые геологи в СССР (Н.А. Кудрявцев, В.Б. Порфирьев, Г.Н. Доленко и другие) и за рубежом (английский учёный Ф. Хойл и другие) выражали сомнение в том, что это единственно правильная гипотеза, и считали возможной теорию неорганического (абиогенного) происхождения нефти. Новая гипотеза, хотя и не получила признания на VI (1963), VII (1967) и VIII (1971) международных нефтяных конгрессах, была поддержана многими практическими геологами, так как хорошо согласовывалась с данными геологоразведки [18, 19]. Однако в рамках господствующей концепции строения Земли авторы теории неорганического происхождения нефти не могли объяснить, откуда берётся водород, а без этого их теория несостоятельна. Привлекались даже космические идеи о “первоначальном космическом происхождении

углеводородов”, о том, “что в недрах Земли изначально (?) захоронились, законсервировались первичные углеводороды...” [18, с. 171] и т.д.

Сама возможность неорганического синтеза углеводородов была давно доказана, оставалось выяснить, влияет ли происхождение природного газа на его состав. Благодаря работе, выполненной в Институте геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН [20], была разработана методика, позволяющая определить источник углерода, входящего в состав природного газа. Оказалось, что при использовании биогенного источника углерода (известняк – карбонат кальция) и абиогенного (графит) после сжатия и нагревания реагентов (с добавлением железа и воды) до значений давления и температуры, соответствующих условиям верхней мантии Земли, получалась смесь углеводородов, соответствующая по составу углеводородной части природного газа. Это доказывает, что в принципе могут существовать два равноправных источника углеводородов.

Однако есть и различия. Источники биогенного углерода ограничены по объёму и должны быть как-то привязаны к географическому распространению древней флоры и фауны. Источники абиогенного углерода, возникшие и возникающие вследствие выноса углерода в верхние слои мантии и литосферу газоводородными потоками, практически бесконечны. Действительно, если идёт дегазация водорода из глубинных зон планеты, то при попадании его в обогащённые углеродом толщи всегда будут протекать реакции гидрогенизации, формирующие нефтеносные слои и месторождения природного газа. Следовательно, нефть и газ образуются сейчас и будут образовываться до тех пор, пока не иссякнут запасы водорода в земном ядре и не прекратятся термоядерные реакции.

Водород, идущий от ядра, может найти выход и в чистом виде. Случаи истечения водорода, происходящие обычно при каких-либо катаклизмах, были известны в прошлом. Основным препятствием для выхода водорода из земных глубин является кора, состоящая из твёрдых, практически непроницаемых скальных пород. Исключение составляют трещины и разломы, через которые медленно просачивается газ. Кроме того, нельзя исключить и внезапные выбросы больших количеств водорода при землетрясениях и вулканических извержениях. Это более вероятно в океанах, где земная кора почти на порядок тоньше, чем под материками.

Перед человечеством стоит сложная задача – научиться добывать чистый водород из земных (морских) глубин для промышленных целей. Но это уже проблемы новой геологии, новых методов поиска и добычи чистого водорода – универсального, экологически чистого топлива.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Pollak H.N., Hurter S.J., Johnson J.R.* New Global Heat Flow Compilation // Department of Geological Sciences, University of Michigan, U.S.A., March, 1991.
2. *Anderson D.L.* New Theory of the Earth. N.Y.: Cambridge U. Press, 2007.
3. *Pollak H.N., Hurter S.J., Johnson J.R.* Heat Flow from the Earth's Interior: Analysis of the Global Data Set // Reviews of Geophysics. 1993. № 3.
4. *Lay T., Hernlund J., Buffett B.A.* Core-mantle boundary heat flow // Nature Geoscience. 2008. V. 1. P. 25–35.
5. *Вернадский В.И.* Очерки геохимии. М.–Л.: Горгео-нефтеиздат, 1934.
6. *Gando A., Gando Y., Ichimura K., et al.* Partial Radiogenic Heat Model for Earth Revealed by Geoneutrino Measurements // Nature Geoscience. 2011. V. 4. P. 647–651.
7. *Баранов М.И.* Приближённый расчёт магнитного поля Земли // Электротехника и электроника. 2010. Т. 6. С. 46–48.
8. *Жарков В.Н.* Внутреннее строение Земли и планет. М.: Наука, 1983.
9. *Morgan W.J.* Convection Plumes in the Lower Mantle // Nature. 1971. № 5288.
10. *Anzellini S., Dewaele A., Mezouar M., et al.* Melting of Iron at Earth's Inner Core Boundary Based on Fast X-Ray Diffraction // Science. 2013. № 6131.
11. *Ларин В.Н.* Гипотеза изначально гидридной Земли. М.: Недра, 1980.
12. *Терез Э.И., Терез И.Э.* Термоядерные процессы в ядре – главный источник энергии геодинамической эволюции и дегазации Земли // Известия Крымской астрофизической обсерватории. 2011. № 1.
13. *Зельдович Я.Б.* О ядерных реакциях в сверхплотном холодном газе // Журнал экспериментальной и теоретической физики. 1957. Т. 33. Вып. 4. С. 991–993.
14. *Wang Hong-zhang.* On the Internal Energy Source of the Large Planets // Chinese Astronomy and Astrophysics. 1990. № 4.
15. *Мамырин Б.А., Ануфриев Г.С., Хабарин Л.В. и др.* Закономерность распределения концентрации изотопов гелия Земли. Госреестр открытий СССР. Приоритет № 253 от 2.07.1968.
16. *Terez E.I., Terez I.E.* Thermonuclear Reaction as the Main Source of the Earth's Energy // Int. J. of Astron. and Astroph. 2013. V. 3. P. 362–365.
17. *Летников Ф.А.* Сверхглубинные флюидные системы Земли и проблемы рудогенеза // Геология рудных месторождений. 2001. № 4.
18. *Порфирьев В.Б.* Природа нефти, газа и ископаемых углей. Киев: Наукова думка, 1987.
19. Дегазация Земли, геодинамика, геофлюиды и газ. М.: ГЕОС, 2002.
20. *Кучеров В.Г., Колесников А.Ю., Дюжева Т.И. и др.* Синтез сложных углеводородных систем при термобарических параметрах, соответствующих условиям верхней мантии // Доклады АН СССР. 2010. № 3.

DOI: 10.7868/S0869587315030093

В последние годы свойства воды стали предметом обсуждений не только в научных кругах, но и в массовых изданиях, рассчитанных на широкую аудиторию. Автор предлагаемой читателям статьи задаётся вопросом, лежат ли в основе алармистских публикаций научно обоснованные факты, и рассматривает один из возможных механизмов воздействия воды на здоровье человека.

## О ВОЗМОЖНОСТИ НАБЛЮДЕНИЯ КИНЕТИЧЕСКИХ ИЗОТОПНЫХ ЭФФЕКТОВ В ЖИЗНЕННЫХ ЦИКЛАХ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ ПРИ СВЕРХНИЗКИХ КОНЦЕНТРАЦИЯХ ДЕЙТЕРИЯ

В.Н. Пармон

Во всём мире одной из обсуждаемых тем околонаучных публикаций являются сообщения, в которых декларируется способность глубоко обеднённой по дейтерию воды (deuterium depleted water, DDW) предотвращать некоторые наследственные и онкологические заболевания.

Безусловно, в массе статей, где утверждается воздействие ничтожных концентраций дейтерия на живые организмы, очень много надуманного, учитывая в том числе особенности медицинской и биологической статистики. Более того, сообщения о заметной роли дейтерия в сверхмалых дозах, на первый взгляд, представляются научным абсурдом, поскольку на языке физической химии речь идёт о значимых кинетических изотопных эффектах (например, об изменении частоты онкологических заболеваний) при ничтожных концентрациях дейтерия: в природной, ещё не обеднённой по дейтерию воде обычное содержание тяжёлого изотопа водорода (дейтерия) составляет только 0.015 ат. % от содержания лёгкого изотопа — протия. Поэтому, с точки зрения проявления кинетических изотопных эффектов в сложных (био)химических процессах, дальнейшее обедне-

ние воды по дейтерию представляется бессмысленным.

Хорошо известно, что заметные изотопные кинетические эффекты обнаруживаются при высокой степени замещения атомов протия на дейтерий в реагирующих химических соединениях или их фрагментах. Обычно это проявляется в существенном, в ряде случаев кратном, замедлении некоторых химических процессов, в которых скорость-определяющими являются превращения с участием водородсодержащих химических фрагментов молекул [1, 2]. В сложных многостадийных превращениях иногда наблюдают и “аномальные” изотопные эффекты, когда замена протия на дейтерий вызывает ускорение процесса. Однако, как уже было сказано, эти кинетические изотопные эффекты наблюдаются лишь при высокой степени замещения атомов протия на дейтерий в субстратах превращений. Последнее достигается с помощью специальных методов синтеза дейтерийсодержащих реактантов либо за счёт использования высококонцентрированных по дейтерию газов или растворителей, например “тяжёлой” воды, с практически полным замещением атомов протия на дейтерий.

Возможность заметного воздействия высококонцентрированной по дейтерию воды на живые организмы не вызывает никакого сомнения: такое воздействие статистически достоверно приводит к угнетению жизнедеятельности. При низком содержании дейтерия кинетические изотопные эффекты, как правило, оказываются смазанными, поскольку экспериментально фиксируемые химические превращения обеспечиваются основной массой вещества, то есть молекулами, содержащими основной изотоп, в нашем случае — протийсодержащими молекулами, в то время как дейтерийсодержащие молекулы составляют лишь



ПАРМОН Валентин Николаевич — академик, директор Института катализа им. Г.К. Борескова СО РАН.  
parmon@catalysis.ru

очень незначительную часть реагирующих молекул. Поэтому в условиях ничтожно малой концентрации дейтерия в природной воде возможность наблюдения изотопных эффектов при дальнейшем обеднении воды по дейтерию, на первый взгляд, представляется нереальной. Тем не менее отрицать вероятность изотопных эффектов в жизнедеятельности живых организмов при сверхнизких концентрациях дейтерия, думаю, пока преждевременно.

Это связано с тем, что функционирование и временная эволюция живых организмов самым тесным образом связаны с процессами передачи (считывания) биологической информации, контролируемой *водородными связями*, которые обеспечивают образование двойных спиралей ДНК за счёт межмолекулярного взаимодействия комплементарных мононуклеотидов [3, с. 51, 52, 106, 107]. Реализация этой биологической информации (например, “сигнал” о необходимости перехода к следующей стадии развития организма) стартует с появлением *одной* молекулы-инициатора, которая далее размножается системами, обладающими *автокаталитическими* свойствами. В таких системах скорость образования молекул автокатализатора растёт пропорционально уже имеющемуся их количеству или количеству промежуточного продукта автокаталитического превращения, поэтому процесс имеет лавинообразный характер. Ещё раз подчеркну, что для старта автокаталитических процессов достаточно появления *лишь одной* активной молекулы автокатализатора. При этом в случае одинакового состава всех молекул ДНК процессы считывания биологической информации в соответствии с законами химической кинетики являются высокосинхронизированными, что хорошо известно биологам, как, например, явление синхронности стадий деления яйцеклеток после их оплодотворения. Сходную природу имеет и известная особенность многих генетически обусловленных наследственных заболеваний проявляться у носителей дефектного гена примерно в одном и том же возрасте.

Время хранения (и, вероятно, спонтанного считывания) биологической информации очень грубо можно оценить как характерное время мономолекулярной реакции “раскрытия” двойной спирали, то есть разрыва межмолекулярных химических связей двойной спирали ДНК. Это “водородные” химические связи умеренной прочности.

При замещении протия на дейтерий в водородных связях отношение времени хранения—считывания информации ( $\tau_H$  и  $\tau_D$ ) должно составить

$$\frac{\tau_H}{\tau_D} \sim \exp\left(\frac{-n\Delta E_1}{RT}\right),$$

где  $\Delta E_1$  — различие в энергиях D- и H-связей в носителе информации,  $n$  — число задействованных водородных связей,  $R$  и  $T$  — соответственно универсальная газовая постоянная и термодинамическая температура объекта. Полагают, что для межмолекулярных водородных связей мононуклеотидов, составляющих основу молекул ДНК и контролирующих прочность их димеров — двойных спиралей,  $\Delta E_1 \approx +2$  кДж/моль [4, 5]. Поскольку при типичных температурах жизнедеятельности и развития живых организмов  $RT \sim 2.6$  кДж/моль, то даже при  $n = 1$

$$\frac{\tau_H}{\tau_D} \sim \exp\left(-\frac{2}{2.6}\right) \approx 0.43.$$

Таким образом, действительно, попадание атома дейтерия вместо протия в водородную связь носителя биологической информации — двойную спираль молекул ДНК — способно вызвать очень заметный временной сбой в передаче этой информации, вероятнее всего, за счёт задержки раскрытия какой-либо водородной связи.

Атомы дейтерия попадают в водородные связи двойных спиралей молекул ДНК вследствие очень быстрого протий-дейтериевого изотопного обмена с молекулами окружающей воды, что обусловлено умеренной прочностью связей, о которых идёт речь. Конечно, при природном содержании дейтерия в воде  $f = 0.015$  ат. % равновесная вероятность  $P_D$  попадания дейтерия в каждую из возможных водородных связей невелика, но всё же ощутима:

$$P_D \sim \exp\left(\frac{\Delta E_1 - \Delta E_2}{RT}\right) f \approx \\ \approx \exp\left(\frac{1}{2.6}\right) \times 1.5 \times 10^{-4} \approx 2 \times 10^{-4},$$

где  $\Delta E_2 \approx +1$  кДж/моль — различие в энергиях водородных D- и H-связей в воде окружающей среды [6].

Поэтому, учитывая, что число молекул ДНК, в которых хранится биологическая информация, в живом организме заведомо больше, чем  $10^4$ , даже при упомянутых малых значениях  $P_D$  вероятность найти среди них хотя бы одну двойную спираль молекул ДНК, “заражённую” дейтерием в любой из возможных водородных связей, включая связи в дефектном гене, оказывается существенной. Равновесная вероятность такого “заражения” пропорциональна содержанию дейтерия в воде. А поскольку процессы, протекающие после считывания (передачи) биологической информации, имеют автокаталитический характер, то сбой даже в одном молекулярном носителе информации может привести к серьёзным последствиям.

Заметим, что на практике проявление такого специфического изотопного дейтериевого эффекта может обнаружиться только как *преждевре-*

менное (по сравнению с “лёгкой” протиевой водой) срабатывание механизма передачи “неправильной” биологической информации. Действительно, более поздние проявления влияния дейтерия просто ни к чему не приведут, так как прежде срабатывают двойные спирали молекул ДНК с лёгким протием, которые составляют огромное большинство.

Учитывая невероятную сложность суммарного процесса реализации биологической информации в организме, общее форсирование процесса может быть следствием не только ускорения разрыва водородной связи, но даже его замедления на какой-либо стадии. Как уже отмечено выше, о возможности ускорения сложных химических процессов при введении тяжёлого изотопа хорошо известно, это явление носит название “аномальный изотопный эффект”.

В конечном счёте описываемое влияние ничтожных количеств дейтерия в воде действительно может привести к сбою темпа развития живого организма и, в случае наличия дефектных генов, к ускорению проявления наследственных заболеваний. Возможность такого механизма обусловлена тем, что в результате естественного отбора в ходе эволюции человека как биологического вида его наследственный аппарат был запрограммирован на безотказную работу биологической информационной машины даже с дефектными генами на срок гарантированного воспроизводства потомства (для человека это около 30 лет) при участии “лёгкой” протиевой воды. А тут – вмешательство дейтерия. В любом случае можно ожидать, что наличие даже очень малых количеств дейтерия в окружающей или потребляемой живым организмом воде действительно может проявиться в виде ощутимых кинетических изотопных эффектов в темпе развития организма.

Так ли это в реальности, можно проверить экспериментально, выявляя статистически досто-

верные отклонения, например, в наступлении чётко выраженных и хорошо изученных фаз развития быстрорастущих генетически однородных организмов при контролируемом изменении содержания дейтерия в воде, а также по изменениям в карте экспрессии генов. Учитывая очень большую сложность контролируемого глубокого обеднения воды по дейтерию и одновременно пропорциональность значения  $P_D$  содержанию дейтерия в воде, можно работать и с водой, контролируемо обогащаемой дейтерием в ограниченных пределах.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бердников В.Н. Кинетический изотопный эффект // Химическая энциклопедия / Под ред. Кнунянца И.Л. М.: Советская энциклопедия, 1990. С. 383, 384.
2. Бучаченко А.Л. Новая изотопия в химии и биохимии. М.: Наука, 2007.
3. Студ Дж.В., Этвуд Дж.Л. Супрамолекулярная химия. В 2-х томах. М.: ИКЦ “Академкнига”, 2007.
4. Cuta M., Scheiner S. Influence of Isotopic Substitution on Strength of Hydrogen Bonds of Common Organic Groups // J. Phys. Org. Chem. 1997. V. 10. P. 383–395.
5. Edison A.S., Weinhold F., Markley J.L. Theoretical Studies of Protium/Deuterium Fractionation Factors and Cooperative Hydrogen Bonding in Peptides // J. Amer. Chem. Soc. 1995. V. 117. № 38.
6. Nemethy G., Scheraga H.A. Structure of Water and Hydrophobic Bonding in Proteins. IV. Thermodynamic Properties of Liquid Deuterium Oxide // J. Chem. Phys. 1964. V. 41. № 3.
7. Денисов Г.С., Соколов Н.Д. Водородная связь // Химическая энциклопедия. Т. 1 / Под ред. Кнунянца И.Л. М.: Советская энциклопедия, 1988. С. 403, 404.
8. Москва В.В. Водородная связь в органической химии // Соросовский образовательный журнал. 1999. № 2.

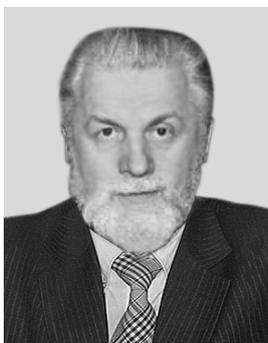
DOI: 10.7868/S0869587315030032

Открывшаяся в настоящее время возможность прямого неинвазивного наблюдения функционирования живого мозга и его виртуального моделирования знаменует принципиально новый уровень нейронаук, это новая методологическая парадигма понимания, исследования, формирования и коррекции состояния сознания и поведения человека. По мнению автора публикуемой статьи, осмысление революции в нейрофизиологии, связанной с информационно-компьютерным прорывом в средствах познания, может быть наиболее продуктивным в рамках философского подхода.

## ФИЛОСОФСКИЕ АСПЕКТЫ НЕЙРОФИЗИОЛОГИИ

И.Л. Андреев

На фоне попытки сконструировать мозг в виртуальной среде, воспроизводя его структуры с молекулярного уровня, интенсивно разворачиваются прицельные исследования ряда глубинных функций головного мозга человека, известных до сих пор во многом чисто теоретически. Среди достижений последних десятилетий следует упомянуть открытия: дифференциации больших полушарий мозга как физиологической основы павловской идеи двух сигнальных систем ориентации человека в окружающем мире [1], пула зеркальных нейронов неокортекса как генетически исходного биологического инструмента виртуального общения по принципу имитации [2] и гематоэнцефалического барьера – результата эволюционной трансформации головного мозга как изначально эндокринного органа в многофункциональный нейронно-гормональный регулятор жизнедеятельности организма и поведения человека [3]. Все эти направления пока развиваются вне естественной эволюционной связи с сознанием как уникальным видовым качеством популяции *homo sapiens*, хотя в плане исследования феномена памяти активные попытки такого рода предпринимаются [4, 5].



АНДРЕЕВ Игорь Леонидович – доктор философских наук, главный научный сотрудник Института философии РАН.  
iglandreev@mail.ru

Философия, изучая сознание человека в его отношении к миру природы, к социуму и к самому себе, до сих пор фактически игнорирует интерактивность мозга, в лучшем случае ограничиваясь, по умолчанию, констатацией его наличия и эпистемологической специфики, выделяющей его из животного состояния. Между тем благодаря информационно-компьютерным технологиям в новом ракурсе вновь, как и 100 лет назад, встала вечная проблема связи сознания с функционированием головного мозга: вырабатывает ли он мысли, как печень жёлчь, или является физиологическим зеркалом окружающего человека природного и социального мира и позволяет ему видеть себя самого в нём?

В духе традиций классической европейской философии проблема статуса и будущего человека в эпоху планетарной глобализации и цифровых технологий сводится преимущественно к воздействию внешних по отношению к человеку, его мозгу и сознанию факторов. В тени остаётся внутренняя нейропсихическая мотивация выбора индивидом моделей поведения, хотя междисциплинарное комплексное философско-антропологическое осмысление революции в нейронауках позволяет сегодня не только сугубо концептуально, но и технологически выйти за пределы прежней трактовки головного мозга и сознания человека как кибернетического “чёрного ящика” (Норберт Винер), чтобы комплексно и бинарно исследовать внешние (Ганс Селье) и внутренние (Зигмунд Фрейд, Карл Юнг) факторы, индивидуальный дизайн которых оказывает решающее влияние на функционирование головного мозга, сознание и поведение конкретного человека и определённого этноса.

Физиологический статус головного мозга диалектически двойствен. Будучи самым совершенным биологическим орудием виртуального отра-

жения и преобразования самого человека и окружающего его мира, он остаётся материальной частью тела. У головного мозга — ключевой структуры координации и управления функционированием организма и ориентации адекватного, целенаправленного поведения — за пределами собственной телесности нет автономных от тела и микрофлоры физиологических структур и систем самообеспечения. Клетки мозга не имеют энергетических запасов. Его магнитное поле очень слабое — в 100 раз меньше, чем сердца [6]. Всё, что нужно для нормальной работы головного мозга, производится другими органами тела и доставляется ему посредством сложной системы постоянного и интенсивного кровообращения.

Головной мозг — часть тела, отличающая человека от всех других живых существ функциональной дифференциацией больших полушарий, имеющая фундаментом созданную путём длительной эволюции систему физиологических структур и процессов целостного организма. У него единая со всем телом система кровоснабжения и дыхания, обеспечения кислородом, водой, витаминами, микроэлементами и связанной с ними биоэнергетикой.

Управление жизнедеятельностью организма головной мозг осуществляет по двум каналам: благодаря подкорке напрямую через гормоны, вне непосредственного воздействия коры больших полушарий, в то время как адаптация с помощью нейронов, в том числе зеркальных, к внешней природной и социальной среде — функция неокортекса как части мозговой ткани.

Внешний и внутренний виртуальный мир предстаёт для нас таким, каким воспринимает его наш физиологический орган — мозг. При всём духовном богатстве (или убожестве) конкретной личности мозг живёт своей особой, во многом биологической жизнью. В ситуации принятия решения он реагирует на 20–30 мс раньше, чем узнаёт об этом человек, что даёт нейропсихологам основание говорить о наличии у мозга некоего физиологического аналога свободы воли. Наша зависимость от мозга, по мнению Т.В. Черниговской, гораздо больше, чем мы привыкли думать: “Нет субъекта без объекта, как нет объекта без субъекта”, — провидчески, задолго до открытий квантовой механики утверждал русский физиолог А.А. Ухтомский, и гораздо раньше того, как экспериментальная наука разработала методы регистрации мозговой активности во время галлюцинаций, показавшие большое сходство биоэлектрической активности при обработке реальных сенсорных сигналов и псевдосигналов [7, с. 462].

### АСИММЕТРИЯ ГОЛОВНОГО МОЗГА: ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ ФУНДАМЕНТ СОЗНАНИЯ

В 1981 г. Нобелевская премия по физиологии и медицине была присуждена американскому нейробиологу, профессору Калифорнийского технологического института Роджеру Уолкотту Сперри “за открытия, касающиеся функциональной специализации полушарий головного мозга”. Занимаясь проблемами хирургически “расщеплённого” мозга (иногда только это спасает жизнь глубоким эпилептикам), Сперри и его сотрудники обнаружили, что кора правого полушария (недоминантная), эволюционно наиболее тесно связанная с миром животных, даёт возможность прооперированному пациенту узнавать предметы окружающего мира и ориентироваться среди них, но при этом он не в состоянии их называть. Напротив, левая (статистически доминантная), эволюционно гораздо более молодая полусфера коры успешно формулирует результаты познания именно вербально, чем сразу выводит человека за церебральные и поведенческие возможности высших животных, включая приматов. Правое полушарие обрабатывает внешнюю информацию интуитивно, практически мгновенно охватывая ключевые реперные параметры (идентифицируемый общий “образ”) предмета внимания. При этом оно намного лучше, чем левое, справляется с задачами интерпретации зрительных впечатлений и пространственных отношений, более эффективно распознаёт сложные взаимосвязи и звуковые нюансы, например, музыку, но не членораздельную речь. Левое полушарие считывает и перерабатывает информацию последовательно и масштабно, прекрасно справляется с обработкой временных взаимоотношений, с вербальными операциями, математическими расчётами, абстрактным мышлением и трактовкой символов, делая это поэтапно, логично, системно.

В своей нобелевской речи Сперри акцентировал роль спонтанной активности сознания в когнитивных процессах, заявив, что теперь весь многосложный спектр внутренних переживаний человека, прежде плотно закрытый для естественных наук, может быть признан полем самых смелых экспериментов, биологических, психологических и психиатрических исследований мозга. Рассмотрение головного мозга как парного органа, что является главным звеном в концепции Сперри [8], позволило увидеть новые горизонты в изучении психологических стимулов и мотивов индивидуального поведения, включая аномальные психиатрические сюжеты и пограничные ситуации, а также связать патологии личности со спецификой физиологической структуры и характером функционирования различных отделов головного мозга [9]. После того как Сперри был удостоен Нобелевской премии прошло чуть боль-

ше трёх десятилетий, но уже грядёт новая сенсация в познании мозга: раздвоенной по близкому эволюционному принципу оказывается сама подкорка. То есть предполагается, что в голове каждого из нас четыре мозга!

Главные отличия человека от иных животных сосредоточены в левом (у правшей) полушарии головного мозга. Здесь — предпосылки не только речи, абстрактного мышления, но и — это обстоятельство особенно часто упускают из виду археологи и антропологи — *рефлексии*, способности видеть себя со стороны и социального контроля, гармоничного соотношения своего поведения с принятыми в обществе нормами культуры и морали. Дифференциация полушарий, а не масса мозга, которая у слона намного превышает человеческую, выступает границей, отделяющей нас от приматов и интеллигентов моря — дельфинов. Их полушария работают в дублирующем режиме либо поочередно, не давая спящим дельфинам задохнуться в воде. У человека каждое из них выполняет свои специфические функции, выстраивая объёмную картину окружающего мира и внутренней среды организма. Правое полушарие ориентировано на прошлое и на пространственные параметры бытия, левое — на будущее, словесное моделирование действительности, творчество, социальное взаимодействие, а также на временную структуру мира и деятельности. То, что у животных, даже высших, рассредоточено по двум полушариям, у людей (в статистической норме) сконцентрировано в правом. Левый мозг практически освобождён от задач непосредственного биологического жизнеобеспечения для адекватного выполнения ответственных социальных функций — общения, рефлексии, творчества, конструирования и преобразования окружающего мира, общественных отношений и самих себя. Правополушарное восприятие сравнимо с предзеркальным, а левополушарное — с зазеркальным, перевёрнутым его же отображением в духе гениальной сказки математика Льюиса Кэрролла. Благодаря такому (по принципу дополнительности Нильса Бора) строению мозга люди не только физиологически (секс, зачатие, беременность, кормление грудью), но и психологически, виртуально проникают друг в друга, обретая в рамках этноса и социума своего рода *психологический скелет* индивидуального “Я” (ремейк *этологического скелета* млекопитающих форм у Конрада Лоренца).

### ЗЕРКАЛЬНЫЕ НЕЙРОНЫ — ЭВОЛЮЦИОННАЯ ПРЕДПОСЫЛКА ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ПОЛУШАРИЙ

Открытие функциональной асимметрии полушарий латентно содержало в себе вопрос о том, как и на основе чего возникли, а также чем нейрофизиологически обеспечиваются сосуществова-

ние, взаимодополнение и взаимодействие “старого” (правого) и “нового” (левого) мозга в пространстве единой черепной коробки. Итальянский нейропсихобиолог и приматолог, директор Института неврологии Пармского университета Джакомо Риццолатти на основе современных компьютерно-информационных технологий активировал идею И.П. Павлова, согласно которой регуляция физиологических процессов со стороны головного мозга, принципиально отличается от регуляции общения живого существа с себе подобными, что в эволюционной перспективе открыло путь к генезису рефлексии, сознания и социальной идентификации представителей биологического рода *homo sapiens*.

Всё началось с того, что в 1992 г. итальянские нейрофизиологи, расположив электроды в области вентральной премоторной коры макака, чтобы наблюдать процессы управления движением руки и рта, сделали фундаментальное научное открытие, результаты которого были впервые опубликованы в 1996 г. Оказалось, что некоторые нейроны активируются не только тогда, когда обезьяна тянется за пищей сама, но и если она наблюдает, как это делает кто-то другой [10]. Последующие эксперименты выявили конструктивную роль этих нейронов, которые за свои отражательные свойства были названы *зеркальными*, в опознании синхронных действий и их реакции на движения рук и лица другого субъекта. В воспроизведение наблюдаемого поведения оказалась вовлечённой соматосенсорная кора, что позволяет наблюдающему переживать вполне реальные чувства. Риццолатти сумел увидеть в этом феномене древнейшую физиологическую основу сопереживания и естественной эмпатии, отражение мозга в другом мозге, то есть важную биологическую предпосылку имитации как первичной психической основы сознания, когнитивной деятельности и культуры.

Открытие зеркальных нейронов коры больших полушарий головного мозга стало экспериментальным подтверждением идей, касающихся сознания человека, высказанных ранее философами, физиологами, психологами и психиатрами. Зеркальная система неокортекса послужила триггером, запустившим процесс формирования членораздельного языка и звуковой речи [11]. Именно она стала психофизиологическим инструментом понимания действий других, воспринимаемых посредством чувства, а не размышления, путём рефлекторной реакции, а не рефлексивного закрепления. Впрочем, принципиальное эволюционное и функциональное значение имеет одна немаловажная деталь: диапазон зрения генетически строго локализован. “Чтение другого мозга” непременно требует от животных визуального контакта. Матери-бабуинихи зачастую не откликаются на призывы своих заблудившихся в лесу детёнышей, ибо не видят их, а потому не понимают,

что значат эти крики и кому они адресованы. В отличие от людей в зеркальной системе приматов не задействован слуховой канал получения информации из внешнего мира. Зеркальные нервные клетки, воспринимающие и воспроизводящие воспринятое, будучи рассеяны по всей поверхности больших полушарий, генетически связаны с гиппокампом и с лимбической системой теплокровных животных, включая млекопитающих. Данное обстоятельство, с точки зрения нейрофизиолога Марко Якобони, “наводит на мысль об определённой степени неконтролируемого биологического автоматизма. И это, возможно, в какой-то мере подрывает классический взгляд на автономное принятие решений, лежащее в основе свободы воли” [12, с. 323–326]. Открытие Риццолатти не только высветило дореклексивные нейробиологические механизмы зеркального (в том числе не критического) копирования поведения и мышления, но и связало их с пониманием других людей на рефлексивном, вербальном, интеллектуальном и когнитивном уровнях.

Исследования системы зеркальных нейронов в процессе становления речи Риццолатти провёл совместно с профессором Университета Южной Каролины Майклом Арбибом [13]. Первичной зоной, отвечавшей за коммуникацию, у наших ископаемых предков была, судя по реконструкции эволюции их психики, зона F5 коры головного мозга, контролировавшая движения рук и мышц лица. Благодаря присутствию зеркальных нейронов стало возможным не только имитировать действия других членов стада, но также понимать их смысл и запоминать его. Так складывалась психофизиологическая база протоязыка в форме мимики, жестов и примитивных звуков, дифференциации восприятия которых способствовала эволюция слуховой перегородки, ставшей у человека самой тонкой и чувствительной к акустическому фону среды частью черепа. Постепенно область F5 превратилась в зону Брока, центр регуляции звуковой речи [14]. Открыв древнейший вариант связи сигнала (слова) и действия (дела), Арбиб убедительно доказал, что метафорический и вообще образный язык зеркальные нейроны не воспринимают и не “понимают”. Это натолкнуло Якобони на постановку вопроса о том, чем и каким образом регулируется активность зеркальных нейронов, ибо, по логике вещей, они не могут функционировать постоянно и спонтанно без определённой системы и цели. В качестве предварительного объяснения Якобони предположил, что функционирование массы простых зеркальных нейронов контролируют гипотетические супернейроны, включая и выключая первые по мере биологической необходимости [12]. Однако при таком подходе остаются неясными

генезис и основание различия эволюционных “этажей” иерархии зеркальных нейронов.

Представляется эволюционно естественным теснейшее взаимодействие в коре головного мозга нормального зрелого *homo sapiens* трёх видов зеркальных нейронов, эволюционно связанных между собой: зрительных *визионейронов*, слуховых *аудионейронов* и вершинных нейронов памяти — *меморинейронов*, активизирующихся в процессе восприятия речи и эмоциональных ассоциаций вне конкретного перцептивного контакта индивида с предметом обсуждения. Связь между визио-, аудио- и меморинейронами как запечатлёнными в структуре мозговой ткани коры больших полушарий стадиями церебрального развития носит исходно эволюционный характер [15].

Зеркальные нейроны наиболее тесно связаны с архитектурой и деятельностью человеческого глаза как фрагмента головного мозга, выдвинутого на периферию в роли “открытого окна” во внешний мир, которое закрывается только во сне и в бессознательном состоянии. Интересные размышления о функциональном диапазоне человеческого зрения можно встретить у крупнейшего исследователя культур первобытных племён Клода Леви-Стросса. Анализируя нюансы механизма зрения, он показал, как чувственные образы способствуют кристаллизации мысленного контура предмета, обеспечивая взаимное “обволакивание” сенсорных и мысленных процессов. “Глаз, — пишет Леви-Стросс, — не просто фотографирует видимые предметы, он также кодирует отношения между ними. Глаз передаёт в мозг не просто фигуративные образы, но и систему бинарных оппозиций — между покоем и движением, цветом и бесцветностью, между движениями, противоположными друг другу, между различными типами форм и т.д. Получив такую скромную информацию, глаз и мозг реконструируют предмет в целом, хотя, собственно говоря, в целом они его никогда и не воспринимали... Иначе говоря, чувственная деятельность имеет интеллектуальный аспект, и внешние данные геологического, ботанического, зоологического порядка и т.д. интуитивно никогда не замыкаются на самих себя, но оформляются в виде теста, выработанного совместным действием органов чувств и рассудка” [16, с. 43].

Впрочем, до недавнего времени психофизиологический подтекст рефлексорного отражения ситуации и импульсивного поведения оставался “чёрным ящиком” философской антропологии. С появлением компьютерных технологий эпистемологическая ситуация изменилась и в офтальмологии. «Уже очевидно, что сетчатка — активный партнёр мозга в когнитивном процессе и большая часть обработки изображений происходит именно в её нейронных слоях; причём “пропускной способности” глазного нерва при пере-

даче сигналов в мозг достаточно лишь при условии глубокого кодирования и сжатия информации», — констатирует А.П. Кирпичников. Излагая в развитии данного подхода свою концепцию физиологического фундамента зрения, он продолжает: «В связи с этим должен измениться взгляд на сетчатку как объект исследования, где все оптимизации подчинены не столько процессу преобразования фотонов, сколько обработке полученных данных и управлению режимом кодирования» [17, с. 261].

Исследование эволюционного пути от запаха как исходно главного средства ориентации в жизнеобеспечивающей среде к звуку, поиски генетических истоков слуха как необходимого для выживания улавливания акустического фона окружающего мира уведут в загадочную эру динозавров. По остроумному замечанию известного британского невролога директора Центра мозга и познания Вильянура Рамачандрана, наша возможность слышать и слышать мир родилась из появившейся у динамичных млекопитающих необходимости пережёвывания пищи вместо её длительного усвоения сразу после захвата и заглатывания: «Рептилии передвигаются низко по земле с помощью конечностей, вывернутых наружу, и, двигая шеей и головой близко к земле, они вынюхивают добычу. Три кости челюсти, которые оказываются практически на земле, позволяют рептилиям также передавать уху звуки, которые издают другие животные. Это называется проводимостью костей, в противоположность проводимости воздуха, которую используют млекопитающие. В процессе эволюции рептилии поднялись с ползающей позиции, встали выше над землёй на вертикальных ногах. Это позволило двум из трёх челюстных костей ассимилироваться в среднее ухо, полностью преобразоваться в слуховые кости и утратить жевательную функцию. Это изменение стало возможным только потому, что кости уже были расположены стратегически удачно — в нужном месте в нужное время — и уже начали использоваться для слуха, передавая с земли колебания звука. Этот радикальный сдвиг в функции позволил также челюсти преобразоваться в одну жёсткую, негнущуюся кость — нижнюю челюсть, которая стала гораздо сильнее и удобней для пережёвывания» [18, с. 224].

*Аудионейроны*, появившиеся в процессе антропогенеза, скорее всего, «захватили» мозговую ткань правого полушария, существенно дополнили и детализировали зрительную коммуникацию с окружающей средой, от звукового фона которой мозг отделяла самая тонкая часть черепа — слуховая перегородка. Боевой клич ископаемых антропоидов мог служить эффективным естественным призывом к сплочению членов стада, а также средством координации групповых действий в условиях темноты, отдалённости и в иных ситуа-

циях, когда отсутствие зрительного контакта ставило под угрозу жизнь и благополучие наших предков. Вероятно, психocereбральная эволюция неандертальцев на этом и завершилась. Поэтому они, обладая несоразмерной по сравнению с кроманьонцами физической силой и зрительно-слуховой приспособленностью к природной среде, закономерно уступили им наилучшие жизнеобеспечивающие экологические ниши того времени. Меньший по размерам головной мозг кроманьонцев включал в себя, помимо *визио-* и *аудионейронов*, связанные с конвергенцией мышления и речи *меморинейроны* коры головного мозга.

### ГЕМАТОЭНЦЕФАЛИЧЕСКИЙ БАРЬЕР — ПРОЛОГ СИСТЕМЫ ЗЕРКАЛЬНЫХ НЕЙРОНОВ

В 1908 г. вместе с И.И. Мечниковым Нобелевскую премию по физиологии и медицине получил немецкий учёный Пауль Эрлих, открывший в 1885 г. феномен отличия относительно автономного кровоснабжения головного мозга человека от кровеносной системы остального тела и показавший иной, параллельный мечниковскому, гормональному в своей основе фагоцитозу, дополняющий его физиологический механизм поддержания гомеостаза организма через нейральную — более эффективную и быстродействующую — регуляцию.

Роль гематоэнцефалического барьера головного мозга до недавнего времени была явно недооценена учёным сообществом, хотя появление этого термина и новейшие открытия, его касающиеся, непосредственно связаны с именами видных отечественных учёных — лауреата Сталинской премии 1943 г. Л.С. Штерн, выпустившей первый научный сборник статей, целиком посвящённый этой теме [19], и нашего современника — академика, нейрофизиолога и нейроэндокринолога М.В. Угрюмова. Именно ему принадлежит фундаментальное открытие феномена трансформации головного мозга в онтогенезе из специализированного эндокринного органа в уникальный парный *психоэндокринный орган* приоритетно нейронной регуляции функционирования организма и поведения человека. Иными словами, в основе процесса формирования нейроэндокринных регуляций в онтогенезе лежит дифференцировка нейронов гипоталамуса, между которыми устанавливаются сложные структурно-функциональные связи, причём оба процесса регулируются межклеточными сигналами в критические периоды развития. М.В. Угрюмовым создана концепция, согласно которой развивающийся мозг до формирования гематоэнцефалического барьера функционирует как эндокринный орган, участвующий в эндокринной регуляции развития периферических органов-мишеней и самого мозга [20]. Речь идёт

об эволюционном дополнении прежде исключительно гормонального поддержания жизнедеятельности организма системой принципиально нового уровня, открывшей путь к формированию второй сигнальной системы, о которой говорил И.П. Павлов, и к дифференциации больших полушарий, фундаментально исследованной Дж. Сперри.

По моему мнению, при снижении нейральной активности головного мозга вследствие болезней, старения или общей изношенности организма, на фоне развивающейся его полиорганной недостаточности происходит относительное усиление механизмов гормональной регуляции. Они теснят интеллектуальную деятельность по прежде активному целенаправленному преобразованию среды обитания человека, акцентируя внимание на пассивной адаптации и биологическом выживании индивида. Полагаю, что происходит постепенная деградация структуры и функций мозга и его своего рода “возвращение” к эволюционно исходному состоянию эндокринного органа, что означает когнитивную, а затем эмоциональную инволюцию человека и нарастающую полиорганную недостаточность всех функций.

Гематоэнцефалический барьер как своего рода физиологическая таможня на границе нервной ткани мозга и мозгового кровотока в норме надёжно защищает головной мозг от циркулирующих в кровяном русле тела ксенобиотиков и патогенных микроорганизмов, токсинов, клеточных и гуморальных факторов иммунной системы, которые воспринимают мозговую ткань как чужеродную. Фармакологи, как правило, не жалуют гематоэнцефалический барьер за то, что, не пропуская целый ряд лекарственных препаратов, он существенно затрудняет лечение многих заболеваний центральной нервной системы, понуждая искать для их адресной доставки в мозг другие пути и иные технологии. Вместе с тем именно через гематоэнцефалический барьер как высокоселективный фильтр в мозг из кровяного русла поступают питательные вещества, а в обратном направлении выводятся продукты жизнедеятельности нервной ткани. Это очень важно, ибо, будучи специализированным в основном на интеллектуальной деятельности, мозг в физиологическом и энергетическом смысле практически беспомощен, а потому живёт, как отмечалось выше, исключительно за счёт энергии и ресурсов остального тела. В частности, потребление головным мозгом кислорода на порядок превышает массовую долю его в организме человека, ибо нервные клетки мозга не могут обеспечить свои немалые энергетические потребности за счёт одного лишь анаэробного гликолиза [21].

В ходе эволюции позвоночных объём мозга перманентно увеличивался. Естественно, боль-

шая масса головного мозга требовала гораздо лучшего обеспечения питательными веществами и ускоренного выведения ненужных и отработанных веществ. Эта задача не могла быть успешно решена медленным количественным увеличением ёмкости черепной коробки без интенсивного развития густой капиллярной сети в тканях. Суммарная поверхность стенок сосудов мозга составляет 12–20 м<sup>2</sup>. Ежеминутно через сосудистую сеть мозга протекает около 610 мл крови со средней скоростью 1 мм/с, создавая давление на её стенки 15–35 мм рт.ст. Через капиллярное русло мозга она проходит значительно быстрее (в среднем за 5 секунд), чем в других органах и тканях. Следующим этапом эволюции стало появление в результате расширения функций эндотелиальных клеток сосудов головного мозга защитного барьера от циркулирующих в крови губительных для нейронов веществ – ксенобиотиков и токсинов.

Эндотелиальная выстилка капилляров мозга является сплошной, нарушаемой в результате инфекционно-воспалительных заболеваний и/или возрастной деструкции (деменции) центральной нервной системы. К тому же количество митохондрий в эндотелиальных клетках сосудов мозга в 5–10 раз больше, чем в периферических сосудах, что обусловлено значительными энергетическими потребностями гематоэнцефалического барьера.

Роль защитников постоянства внутренней среды нервной ткани мозга играют *пероциты*, обладающие свойством макрофагальной активности. Будучи важной составной частью иммунной системы головного мозга, они образуют вторую линию его защиты от нейротоксических молекул, которым удаётся преодолеть барьер эндотелиальных клеток. Физиологическими интендантами выступают *астроциты* – большие нейроглиальные клетки звёздчатой формы, главная задача которых – обеспечение нейронов питательными веществами и поддержание необходимой концентрации электролитов внеклеточного пространства. В 1974 г. была спектроскопически подтверждена гипотеза немецкого биофизика Германа Тройбле о наличии в клеточной мембране эндотелиальных клеток специальных гидрофильных каналов – аквапоров, через которые происходит регуляция воды в белом (70%) и сером (95%) веществе мозга.

Сегодня нейронаука обратила внимание на феномен физиологического “срастания” гормонально-иммунной и нейропсихической систем в процессе обеспечения гомеостаза организма. В случаях, когда система нейрорегуляции в силу возрастных или иных снижающих иммунитет физиологических факторов не срабатывает, воздействие окружающей среды реализуется более древней и потому более устойчивой, требующей гораздо меньшей энергетической подпитки подкоркой. Имитационное поведение, массовая паника,

та или иная мода и иные виды психических эпидемий, обусловленные гормональными импульсами и связанные с приоритетной (преимущественной) активизацией *визио- и аудионейронов*, подчас буквально парализуют высшие функции мозга, связанные с *меморинейронами*. В результате гипертрофированно активизируются выходящая из-под контроля слабеющего неокортекса подкорка и регулируемая ею гормональная сфера.

Выявление взаимосвязи эволюции мозга и развития сознания делает проблематику интеграции философии сознания и нейропсихобиологических исследований актуальной и востребованной в качестве фундаментальной площадки для развёртывания целого спектра прикладных исследований, касающихся потенциально вредоносного воздействия информационно-компьютерных технологий на психику человека, включая патологический геймеризм, клиповое сознание и аудионаркототики [22]. Это хотя бы частично снимет распространённый упрёк философии “как науке обо всём и ни о чём” в оторванности от реальной жизни и приблизит её к насущным потребностям нашего времени.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Sperry R.W.* Science and Moral Priority: Merging Mind, Brain and Human Values. V. 4 of *Convergence* (Ser. ed R.N. Anshen). N.Y.: Columbia University Press, 1982.
2. *Rizzolatti G., Craighero L.* The Mirror-Neuron System // *Annual Rev. Neurosci.* 2004. № 27.
3. *Ugrumov M.V.* Developing Brain as an Endocrine Organ: A Paradoxical Reality // *Neurochem Res* (2010) 35: 837-850/ DOI 10.1007/si 1064-010-0127-1.
4. *Damasio A.* The feeling of what happens. Body and emotion in the making of consciousness. San Diego—N.Y.—L.: A Harvest Book, 1999.
5. *Анохин К.В.* Лабиринты сознания, кладовые памяти // *Человек.* 2014. № 2.
6. *Гуляев Ю.В.* Радиоэлектронные методы исследования функционирования мозга // *Вестник РАН.* 2010. № 5—6.
7. *Черниговская Т.В.* Мозг и язык: врождённые модули или обучающая сеть? // *Вестник РАН.* 2010. № 5—6.
8. *Спрингер С., Дейч Г.* Правый мозг, левый мозг. М.: Мир, 1983.
9. *Зайцева Ю.С.* Зеркальные клетки и социальная когниция в норме и при шизофрении // *Социальная и клиническая психиатрия.* 2013. № 2.
10. *Sartori L., Betti S., Castiello U.* When mirroring is not enough: that is, when only a complementary action will do (the trick) // *Neuroreport.* 2013. 24 (11).
11. *Acharya S., Shukla S.* Mirror neurons: Enigma of the metaphysical modular brain // *J. Nat. Sci. Bio.l Med.* 2012. 3(2).
12. *Якобони М.* Отражаясь в людях. Почему мы понимаем друг друга. М.: Юнайтед Пресс, 2011.
13. *Arbib M.A., Rizzolatti G.* Neutral expectations: a possible evolutionary path from manual skills to language // *Communication and Cognition.* 1997. № 29.
14. *Rizzolatti G., Arbib M.A.* Language within our grasp // *Trends in Neurosciences.* 1998. № 5.
15. *Андреев И.Л.* Зеркальные нейроны — физиологический фундамент общения и сознания // *Психическое здоровье.* 2013. № 10.
16. *Леви-Стросс К.* Миф, ритуал и генетика // *Природа.* 1978. № 1.
17. *Кирпичников А.П.* Новые результаты в исследованиях функции зрения и когнитивных процессов // *Мозг. Фундаментальные и прикладные проблемы.* М.: Наука, 2010.
18. *Рамачандран В.* Мозг рассказывает. Что делает нас людьми. М.: Карьера Пресс, 2012.
19. *Гематоэнцефалический барьер* / Под ред. Штерн Л.С. М.—Л., 1935.
20. *Угрюмов М.В.* Механизмы эндокринной регуляции. М.: Наука, 1999; *Угрюмов М.В.* Регуляторные функции мозга: от генома до поведения // *Вестник РАН.* 2009. № 5—6; *Нейродегенеративные заболевания. Фундаментальные и прикладные проблемы* / Под ред. Угрюмова М.В. М., 2010.
21. *Андреев И.Л., Назарова Л.Н.* Горький сахар диабета // *Вестник РАН.* 2014. № 2.
22. *Андреев И.Л., Назарова Л.Н.* Играющий мозг. Кто играет в азартные игры: геймер, его мозг или оба? // *Психическое здоровье.* 2014. № 4; *Андреев И.Л., Назарова Л.Н.* Нейропсихические аспекты Интернета // *Психология и психотехника.* 2014. № 7 (71); *Андреев И.Л., Назарова Л.Н.* Цифровой капкан // *Наркология.* 2013. № 12; *Андреев И.Л., Есаков В.А., Назарова Л.Н.* Аудионаркототики: музыка вместо “химии” // *Человек.* 2014. № 3.

DOI: 10.7868/S0869587315030044

В статье иллюстрируется тенденция секуляризации учебных заведений Европы на примере такого оплота католицизма, как Лёвенский католический университет. Освещаются его достижения в образовательной и научной деятельности и позиция в глобальных рейтингах лучших университетов мира, в том числе в сравнении с МГУ им. М.В. Ломоносова и Санкт-Петербургским государственным университетом. Статья подготовлена по итогам поездки автора на международную научную конференцию в Лёвенский католический университет (май 2014 г.), бесед с его руководителями, преподавателями и сотрудниками.

## ПРИМЕР УСПЕШНОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ ЕВРОПЕЙСКОГО РЕЛИГИОЗНОГО УНИВЕРСИТЕТА

А.Л. Арефьев

Хорошо известно, что многие европейские университеты возникли на основе церковных школ и в дальнейшем входили в систему духовного образования, осуществляя прежде всего подготовку служителей религиозных культов, преподавателей-богословов и специалистов по теологии. В связи с цивилизационным развитием, сопровождавшимся усложнением социальной структуры общества и растущей потребностью в административно-управленческих работниках, врачах, правоведах и т.д., религиозные учебные заведения всё в большей мере стали превращаться в светские образовательные учреждения, где преподаётся не только теология, но также естественные и точные науки, медицина, техника, социально-гуманитарные дисциплины.

Одним из примеров успешной модернизации духовного учебного заведения может служить католический университет из небольшого бельгийского городка Лёвен. Его опыт научно-образовательной деятельности интересен тем, что в 2013 г. этот вуз смог занять достойное место во всех основных мировых рейтингах университетов. На-

помню, что в эту группу стремятся войти лучшие российские вузы — такая задача выдвинута в постановлении Правительства РФ “О мерах государственной поддержки ведущих университетов Российской Федерации в целях повышения их конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров” (16 марта 2013 г., № 211).

Лёвенский католический университет<sup>1</sup>, основанный в 1425 г. и получивший всемирную известность благодаря своему богословскому факультету, давно превратился в классический университет<sup>2</sup> и стал крупнейшим высшим учебным заведением Бельгии: только в его основных учебных корпусах, расположенных в г. Лёвене, обучаются 42 тыс. студентов, из которых 16.3% (6.7 тыс. человек) — иностранные студенты. А если взять все университетские кампусы (университетские колледжи) за пределами Лёвена, объединённые в Ассоциацию KU Leuven, то общее число студентов составит 92 тыс. (10 тыс. — иностранные)<sup>3</sup>.



АРЕФЬЕВ Александр Леонардович — заместитель директора по научной работе Центра социологических исследований Минобрнауки России.  
alexander.arefiev@gmail.com

<sup>1</sup> Лёвенский католический университет — общепризнанный мировой центр философии неотомизма (по имени Фомы Аквинского), которая в XIX в. стала официальной доктриной католицизма. В настоящее время на факультете теологии и религиозных исследований обучается примерно 700 человек, или менее 2% всех студентов данного университета, в то время как на медицинских факультетах — 17.7%, на инженерных — 11.3%.

<sup>2</sup> В 2011 г. по итогам широкого обсуждения в университетском сообществе было принято решение об изменении (сокращении) официального названия университета “Katholieke Universiteit Leuven” до “KU Leuven”. У нас наблюдается прямо противоположная тенденция — удлинение официальных наименований многих российских университетов.

<sup>3</sup> Кампусы KU Leuven расположены в 11 городах Фландрии (см.: Associatie KU Leuven: Sterke partners voor beter hoger onderwijs. Leuven, 2014).

Ведущие позиции университета в стране не смогло подорвать даже его разделение в 1968 г., после студенческих волнений, на две части — фламандскую (голландскоязычную), и валлонскую. Из-за протестов фламандского населения франкоязычные студенты и преподаватели переехали в Валлонию (франкоязычную область Бельгии), где для них был создан новый университетский городок Лувен-ла-Нев, а сам университет стал называться *Universite Catholique de Louven* (сокращённо UCL). Сейчас в нём обучаются около 25 тыс. студентов, и это самостоятельное высшее учебное заведение.

Больше всего поступающих на обучение в Лёвенский католический университет (KU Leuven) — из соседней Голландии, а также из Италии, Испании, Германии, Польши и Китая. Для информирования потенциальных абитуриентов, помимо основного сайта на голландском и английском языках, созданы сайты на французском, немецком, испанском и китайском. Обучение в университете осуществляется на голландском и английском языках, но есть также отдельные программы на французском и испанском. Кроме того, 37 программ являются совместными с зарубежными университетами.

По программам бакалавриата получают образование 45% всех студентов, магистратуры — 36%, докторантуры — 11%, по другим программам — 8.0% (в том числе 1% — переподготовка и повышение квалификации преподавателей).

Университет ориентируется на удовлетворение потребностей в специалистах прежде всего во Фландрии. Целесообразность открытия каждой новой учебной программы, в том числе в университетских колледжах, обсуждается не только с местной администрацией, но и с представителями производственных компаний, иных организаций, экспертами.

Выпускники с дипломами KU Leuven достаточно быстро находят работу по специальности. Особенно ценятся на рынке труда специалисты с докторской степенью, причём 9/10 из них трудоустроиваются за пределами альма-матер<sup>4</sup>. Ежегодно осенью в университете проводятся ярмарки вакансий с участием представителей кадровых служб многих компаний.

Среди выпускников KU Leuven немало известных людей, в их числе председатель ЕС и бывший премьер-министр Бельгии Херман ван Ромпей, руководитель крупнейшей (по числу мест в бельгийском парламенте) партии “Новый фламандский альянс” Барт де Вейвер, один из президентов Бельгийской академии наук Пьер-Жозеф ван Бенеден и другие.

<sup>4</sup> Для облегчения перехода докторантов от академической к профессиональной деятельности в 2011 г. в KU Leuven было создано “Общество докторантов Лёвена”.

Ассоциация лёвенских выпускников, основанная в 1968 г., сегодня насчитывает 160 тыс. членов, с которыми поддерживаются постоянные контакты. Ассоциация издаёт ежемесячный информационный бюллетень, имеет 37 отделений и клубы выпускников, в том числе в странах Америки, Африки, Азии, Восточной Европы, включая Китай и Россию. Члены ассоциации периодически участвуют в различных мероприятиях, организуемых KU Leuven, и вносят значительный вклад в формирование положительного имиджа и рекламу образовательных услуг своей альма-матер, способствуя привлечению в её стены новых студентов и исследователей.

KU Leuven является прежде всего высокопродуктивным исследовательским университетом<sup>5</sup> с общим годовым доходом в 1.5 млрд. евро (табл. 1). Научной работой занимаются 6 тыс. сотрудников университета (как на полную ставку, так и в качестве совместителей). Они ежегодно регистрируют до 50 патентов на изобретения. Университет, кроме того, получает гранты от очень престижного Европейского совета по исследованиям, только в 2012 г. такие гранты были предоставлены семи исследователям KU Leuven. Размер грантов составляет в среднем от 1.5 до 2.5 млн. евро и выделяется на срок до пяти лет. С момента создания Европейского совета по исследованиям (2007) его гранты получили 43 исследователя KU Leuven.

За последние 10 лет доходы (бюджет) университета увеличились почти вдвое — с 469 млн. евро в 2002 г. до 771.1 млн. евро в 2012 г. (без учёта доходов университетского госпиталя). Рост был достигнут прежде всего за счёт доходов от исследований и разработок по заказам различных компаний, как бельгийских, других европейских, так и транснациональных, в числе которых Samsung и Intel.

Для коммерциализации изобретений и инноваций при университете успешно работают 98 спин-офф компаний (*spin-off companies*), которые трансформируют идеи в бизнес-проекты. Особенно тесно KU Leuven взаимодействует с предприятиями и компаниями Фландрии. Среди них можно упомянуть прежде всего Imec — Межуниверситетский центр электроники, созданный в 1984 г. со штаб-квартирой в Лёвене и являющийся

<sup>5</sup> KU Leuven входит в Европейскую лигу исследовательских университетов (*League of European Research Universities — LERU*) — консорциум ведущих наукоёмких университетов Европы, содействующий обмену передовым опытом образовательной и научной деятельности, проведению фундаментальных исследований и повышению международной конкурентоспособности европейских высших учебных заведений. Лига создана в 2002 г. и объединяет сегодня 21 исследовательский университет. Штаб-квартира LERU находится в Лёвене. Подчеркну, что ни один из европейских университетов — участников LERU не считает необходимым включать слово “исследовательский” в своё официальное название, как это стало практиковаться в России.

**Таблица 1.** Структура доходов Лёвенского католического университета в 2011 и 2012 гг.

| Статьи доходов                                                                                                | 2011 г.           |         | 2012 г.           |         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------|-------------------|---------|
|                                                                                                               | Доходы, млн. евро | Доля, % | Доходы, млн. евро | Доля, % |
| Гранты и субсидии правительства Фландрии* (базовое финансирование)                                            | 286.8             | 39.8    | 296.9             | 38.4    |
| Финансирование из правительственных фондов фундаментальных исследований                                       | 112.6             | 15.6    | 123.4             | 16.0    |
| Финансирование из правительственных фондов прикладных исследований                                            | 108.9             | 15.1    | 117.9             | 15.3    |
| Доходы от исследовательских контрактов с негосударственным сектором и научные услуги предприятиям и компаниям | 114.8             | 15.9    | 123.9             | 16.1    |
| Другие доходы, связанные с образованием, исследованиями и услугами                                            | 49.7              | 6.9     | 69.8              | 9.1     |
| Другие текущие доходы                                                                                         | 47.7              | 6.6     | 39.6              | 5.1     |
| Всего                                                                                                         | 720.6             | 100.0   | 771.1             | 100.0   |
| Доходы университетского госпиталя                                                                             | 809.8             |         | 832.6             |         |
| Итого                                                                                                         | 1530.4            |         | 1603.7            |         |

Составлено по: KU Leuven FOCUS. 2013/2014. Leuven, 2014. P. 7 (без учёта финансовых показателей деятельности кампусов/университетских колледжей на территории Фландрии и за её пределами).

\* Правительство Фландрии дотирует прежде всего процесс обучения. Годовая плата за учёбу составляет в университете в среднем 600 евро в год, в то время как фактические затраты на подготовку одного студента достигают 4–4.5 тыс. евро, а на медицинских факультетах – 12 тыс. евро в год.

мировым лидером исследований в области наноэлектроники.

Все подразделения университета недавно были реорганизованы и объединены в три основные группы:

- группа социальных и гуманитарных исследований: факультеты философии, теологических и гуманитарных исследований, классического и обычного права, экономики и бизнеса, социальных наук, искусств, психологии и педагогических наук;

- группа биомедицинских наук: факультеты медицины, фармакологических наук, кинезиологии, реабилитационных наук, а также Школа биомедицинских наук, включающая 14 департаментов, в том числе кардиоваскулярных наук, генетики человека, микробиологии и иммунологии, фармацевтики и фармакологии, патологии, онкологии, клинической и экспериментальной медицины и др.;

- группа естественных наук, инженерии и технологий: факультеты естественных наук, инженерных наук, биоинженерии, инженерной технологии и архитектуры, а также Аренбергская школа докторантуры, включающая 14 исследовательских департаментов, в том числе химии, химической инженерии, биологии, биосистем, микробиологии и молекулярных систем, электроинженерии, компьютерных наук, физики и астрономии, математики, наук о Земле и окружающей среде и др.

По словам руководителей университета, в последние годы они сделали ставку на проекты по инженерии, биотехнологиям, нанотехнологиям, доходы от которых позволяют финансировать убыточные социально-гуманитарные факультеты. Основные инвестиции идут на развитие естественно-научных, инженерно-технологических и медицинских факультетов и соответствующих

**Таблица 2.** Доля иностранцев среди профессорско-преподавательского и административно-технического персонала Лёвенского католического университета, по состоянию на март 2013 г.

| Категория сотрудников университета      | Общая численность, человек | Число иностранных граждан, человек | Доля иностранных граждан, % |
|-----------------------------------------|----------------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| Административный и технический персонал | 3305                       | 96                                 | 2.9                         |
| Младший преподавательский состав        | 802                        | 42                                 | 5.2                         |
| Старший преподавательский состав        | 1496                       | 141                                | 9.4                         |
| Другой преподавательский состав         | 4707                       | 1694                               | 36.1                        |
| Всего                                   | 10310                      | 1973                               | 19.2                        |

Составлено по: KU Leuven FOCUS. 2013/2014. Leuven, 2014. P. 14.

**Таблица 3.** Позиции Лёвенского католического университета, МГУ им. М.В. Ломоносова и Санкт-Петербургского государственного университета в международных рейтингах QS, THE, ARWU, Webometrics и SIR

| Университет                                     | Наименование международных рейтингов и год подведения итогов |                                                     |                                                           |                               |                                 |
|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
|                                                 | Рейтинг университетов мира Таймс (THE) – 2014 г.             | Всемирный рейтинг университетов мира (QS) – 2014 г. | Академический рейтинг университетов мира (ARWU) – 2014 г. | Рейтинг Webometrics – 2014 г. | Рейтинг SCImago (SIR) – 2013 г. |
| Лёвенский католический университет              | 55                                                           | 82                                                  | 96                                                        | 66                            | 331                             |
| МГУ им. М.В. Ломоносова                         | 196                                                          | 114                                                 | 82                                                        | 122                           | 115                             |
| Санкт-Петербургский государственный университет | –                                                            | 233                                                 | 301–400                                                   | 492                           | 660                             |

подразделений. Для них строятся новые учебные корпуса, создаются оснащённые новейшим оборудованием лаборатории.

Учреждённый при университете офис по трансферу технологий (KU Leuven Research and Technology) только в 2012 г. содействовал подписанию 2653 контрактов с промышленными компаниями. В том же году Лёвенский католический университет инвестировал в исследования 384 млн. евро (на 4.0% больше, чем в 2011 г.).

Выдающимся достижением KU Leuven является сеть больниц в университетских городках (на 1995 мест) и исследовательских медицинских центров, обеспечивающих высокотехнологичное лечение местных и иностранных пациентов и уникальные разработки в области медицины, фармацевтики и фармакологии, в том числе по заказу крупных компаний. Общие доходы университета от исследовательской и лечебной деятельности уже превышают доходы самого университета, а международным признанием его научных успехов стало включение этого медицинского учреждения в рейтинг SCImago institution rankings (SIR), в котором в 2013 г. он занял 591-е место<sup>6</sup>.

Среди исследователей, работающих в университете, иностранные граждане составляют более 20%. Университет активно приглашает специалистов из-за рубежа, поскольку своих не хватает: в г. Лёвене, где базируется университет, всего 100 тысяч жителей. К исследовательской работе широко привлекаются аспиранты, в том числе иностранные. Отмечу, что из 681 докторской степени, присуждённой университетом в 2011–2012 гг., 243 (35.6%) получили иностранцы.

Среди преподавателей доля иностранцев примерно такая же, как и среди исследователей, однако их больше среди лаборантов, ассистентов и сотрудников кафедр и деканатов, чем среди профессоров и лекторов. Сравнительно немного иностранцев в административно-техническом персонале (табл. 2).

<sup>6</sup> Для сравнения: в этом рейтинге РАН занимает третье место, МГУ им. М.В. Ломоносова – 115-е, РАН – 653-е.

В отличие от многих других университетов, руководство KU Leuven материально не поощряет научные публикации преподавателей и сотрудников в реферируемых и иных журналах, однако учитывает этот показатель при ежегодных аттестациях: имеющие наилучшие показатели по научным трудам и цитированию<sup>7</sup> быстрее получают повышение и, соответственно, более высокую заработную плату. Причём публикации оцениваются специальной комиссией по каждой отрасли знания, во внимание принимаются в первую очередь степень новизны и научная значимость работы. Такой подход – своего рода профилактика “изготовления” большого количества статей на одном и том же материале. Объём публикации значения не имеет. Это касается как статей, так и монографий – учитывается лишь престижность журналов и издательств, где опубликованы результаты исследований.

Неслучайно Лёвенский католический университет сегодня занимает лидирующие позиции во всех основных рейтингах научно-образовательных учреждений мира, опередив в большинстве из них даже флагманы российской высшей школы – МГУ им. М.В. Ломоносова и Санкт-Петербургский государственный университет, которые пользуются исключительной государственной поддержкой и финансируются отдельной строкой из российского федерального бюджета<sup>8</sup> (табл. 3).

Представляется, что учёт успешного опыта научно-образовательной деятельности процветающего зарубежного вуза в какой-то степени может быть полезным для российских университетов.

<sup>7</sup> Университет ориентируется только на одну реферативную базу публикаций – Web of Science. За период с 2004 по 2011 г. количество статей в научных журналах авторов, аффилированных с KU Leuven, увеличилось почти на 120%, а количество цитирований научных трудов университета – на 50%. В 2013 г. преподаватели и сотрудники KU Leuven опубликовали 4 тыс. научных статей в реферируемых журналах.

<sup>8</sup> Объём финансирования МГУ им. М.В. Ломоносова из средств федерального бюджета составил в 2012 г. 11.3 млрд. руб., Санкт-Петербургского государственного университета – 11.9 млрд. руб.

## ИСТОРИЯ АКАДЕМИЧЕСКИХ УЧРЕЖДЕНИЙ

DOI: 10.7868/S086958731503007X

История развития Академии наук, её положение в переломные для страны периоды преподносит немало уроков в организационно-управленческом плане. В публикуемой статье освещается, пожалуй, наиболее драматичный и напряжённый период — два первых десятилетия XX в., на которые пришлось три революции и три войны — Русско-японская, Первая мировая и Гражданская. Как менялось самосознание академических учёных, формы и содержание их деятельности, какие структурные и организационные новшества порождались реалиями того времени, наконец, как в ответ на требования военного времени создавался потенциал новой академии — не просто институционализированного сообщества ведущих учёных, но организации, обладающей сетью научных институтов, налаженными связями с властью и промышленностью, — к этим вопросам обращается автор статьи.

### ПЕРВАЯ МИРОВАЯ ВОЙНА И МОБИЛИЗАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ОРГАНИЗАЦИИ АКАДЕМИЧЕСКОЙ НАУКИ

Э.И. Колчинский

До недавнего времени вопрос о роли науки и научных учреждений в Первой мировой войне практически не исследовался. Авторы ограничивались кратким рассмотрением роли Комиссии по изучению естественных производительных сил или Химического комитета в жизни и творчестве отдельных учёных, принимавших участие в их создании и деятельности. Вместе с тем существовали и другие формы мобилизации академической науки. Так, в учреждениях Министерства земледелия члены Императорской Академии наук (ИАН) искали ответы на вызовы времени и старались с помощью науки мобилизовать сельское хозяйство и использовать биоресурсы в целях достижения победы. В последние 15 лет ситуация изменилась и подобные примеры стали предметом обстоятельного, более того, комплексного изучения. Появились обзорные труды, авторы которых попытались дать целостную картину изменений в системе взаимоотношений на-

уки, общества и власти под влиянием Первой мировой войны [1–5]. Тем не менее даже в юбилейных публикациях, посвящённых 100-летию со дня начала этой войны, не обсуждается трансформация Академии наук в связи с формированием мобилизационной модели науки. Мало внимания уделяется и вопросам превращения науки в приоритет государственной политики, а также роли войны 1914–1918 гг. в самоидентификации академического сообщества, перестройке его международных связей, интенсивной институционализации академической науки. Настоящая статья призвана послужить шагом на пути восполнения этого пробела.

#### АКАДЕМИЯ НАУК И ВЛАСТЬ В ПРЕДВОЕННОЕ ДЕСЯТИЛЕТИЕ

В начале XX в. Императорская Академия наук оказалась в двойственном положении, предопределившем поведение её членов в годы Первой мировой войны. Имея в своём составе немало учёных с мировым именем, академия оставалась основным институциональным фактором международных связей российского научного сообщества, прежде всего с Германией. Ощущая себя гражданами “интернационала учёных”, ответственными за судьбы всего человечества, академики стремились перенести на российскую почву европейские формы взаимоотношения учёных, общества и власти. Между гражданским и профессиональным статусом членов академии возник разрыв: находясь на службе у правительства, они ощущали, как вольно или невольно подавлялась их ак-



КОЛЧИНСКИЙ Эдуард Израилевич — доктор философских наук, директор Санкт-Петербургского филиала Института истории естествознания и техники РАН.  
ekolchinsky@yandex.ru

тивность, и не без оснований полагали, что режим не считает развитие науки и образования приоритетной задачей. Это вело, с одной стороны, к критике академиками царского правительства, не финансировавшего научные исследования в масштабах, отвечавших потребностям страны, с другой — к противостоянию внутри самой академии, руководители которой — президент великий князь Константин Константинович, вице-президент П.В. Никитин и непреременный секретарь С.Ф. Ольденбург — придерживались различных воззрений относительно долга учёных перед обществом и государством.

Взросшая практическая ценность науки и ощущение своей незаменимости побуждало академиков претендовать на особую роль в решении проблем, связанных с Русско-японской войной и революцией 1905–1907 гг. Выразителем взглядов и чаяний либерально настроенных академиков стал Академический союз, а затем Партия конституционных демократов. После вооружённых восстаний и крестьянских бунтов учёные, по словам М.О. Гершензона, уже не мечтали о «слиянии с народом», а боялись его «пуше всех казней власти» [6, с. 92]. Однако участие в Государственном совете депутатов от академической курии и политика министра народного просвещения Л.А. Касо похоронили последние надежды на реформы сверху в области науки и образования. Профессура взяла на себя заботу о развитии науки в стране, создавая неправительственные вузы и лаборатории, общественные фонды, научно-технические общества для привлечения частных, кооперативных и земских средств и расширения социальной базы науки. Перед Первой мировой войной в стране функционировало 298 научных учреждений, но основная масса учёных концентрировалась в 65 государственных и 59 общественных и частных вузах. Таковы были предпосылки начавшегося интенсивного поиска новой самоидентификации академической науки, включавшего, в частности, планы её трансформации в сеть государственных научно-исследовательских институтов.

### ЗАЩИЩАЯ ОТЕЧЕСТВО

**Международные связи и новая самоидентификация академического сообщества.** Первая мировая война прямо сказалась на деятельности ИАН, наложив, по словам В.И. Вернадского, «свою тяжёлую руку и на развитие науки» [7, с. 282]. В то же время она заставила представителей различных общественных сил, включая и академиков, забыть о недовольстве правительством и вызвала всплеск патриотизма [8]. Российское научное сообщество в целом солидаризировалось с гражданским и армейским руководством, а значительная часть профессорско-преподавательского корпуса активно включилась в «войну умов» — обмен кол-

лективными воззваниями интеллектуалов с обоснованием притязаний своей нации и культуры, направленными против устремлений и планов противника и содержащими попытки его дискредитировать. Это особенно ярко проявилось в реакции на печально известное «Обращение к культурному миру» 93 ведущих учёных и писателей Германии от 4 октября 1914 г., в котором Англия и Франция обвинялись в союзе с варварской Россией, а немецкий милитаризм представлялся защитником культуры [9].

Академия наук удержалась от демонстративных верноподданнических действий, сохранила трезвость в шовинистическом угаре и дистанцировалась от университетской профессуры, призывавшей разорвать научные связи с учёными из воюющих против Российской империи стран и исключить их из числа почётных членов всех университетов, научных учреждений и обществ. Более года Общее собрание ИАН тянуло с исполнением одобренного императором 19 ноября 1914 г. распоряжения правительства от 31 октября 1914 г., предписывавшего всем государственным учреждениям очистить свои ряды от подданных неприятельских держав. 14 марта 1915 г. в ответ на обращение и.о. министра народного просвещения М.А. Траубе академики заявили: «Отсюда, однако, не следует, что такая чрезвычайная мера, как лишение почётных званий, прежде ни в какие войны в качестве боевого средства не применявшаяся ни нашей Академией, ни другими, не имела бы никаких последствий для учреждения, её применившего» [10, с. 50]. По предложению математика А.А. Маркова, поддержанного его коллегами А.М. Ляпуновым и В.А. Стекловым, императорское предписание было отклонено 21 голосом из 25. Из ИАН исключили только тех членов, которые подписали «Обращение к культурному миру». В феврале 1916 г., после неоднократных напоминаний властей о патриотическом долге академиков и необходимости исполнять волю императора, требуемое решение было всё-таки принято, но далеко не единогласно. При этом академики «забыли» перечислить исключаемых и послать им соответствующие извещения, что лишило постановление всякой юридической силы, и оставили за собой право по окончании войны восстановить «исключённых», что и произошло вскоре после заключения мира.

Тем не менее война отразилась на составе академии: вплоть до 1922 г. ни один немецкий учёный не был избран иностранным членом-корреспондентом, тогда как в 1914–1918 гг. этот статус получили 4 француза, 4 англичанина, 2 бельгийца, 2 норвежца и один чех. Взамен связей с немецкими учёными предпринимались попытки наладить более тесные научные отношения с Англией и Францией. Многие члены ИАН, кроме того, видели в укреплении контактов с либеральными

академическими кругами этих стран перспективу демократизации Российской империи [11, с. 36, 37]. Академики подчёркивали стратегический характер переориентации на сотрудничество с англо-французскими коллегами. Эти намерения получили поддержку со стороны союзников. В письме от 13 марта 1916 г. в адрес министра народного просвещения П.Н. Игнатъева посол Великобритании Дж. Бьюкенен предложил расширить контакты между учёными двух стран. Позднее было решено укреплять их также с учёными других союзных держав, для чего создали соответствующую комиссию во главе с и.о. вице-президента ИАН А.П. Карпинским. В задачи комиссии входили обмен научной информацией и научными изданиями; организация командировок — профессором для чтения лекций и молодых учёных для обучения; организация совместных экспедиций и проектов; открытие Русского института в Париже; учреждение в Англии кафедр русского языка. Предполагалось оперативно готовить аналитические и библиографические данные о достижениях русской научной мысли, а также издавать на русском и французском языках периодические издания. Под председательством члена-корреспондента ИАН В.Т. Шевякова, находившегося в дружеских отношениях с министром народного просвещения, было созвано Особое совещание по культурному сближению России с дружескими странами. Февральская революция отодвинула все перечисленные инициативы на второй план, хотя правительственные органы Великобритании, США и Франции в 1917 г. не раз обращались к руководству академии с призывами активизировать усилия в этом направлении.

Неудача правительства побудить академию открыто и жёстко выступить против учёных вражеских государств отражала наличие как политических разногласий внутри самой ИАН, так и сильных оппозиционных настроений среди академиков, их стремление сохранять дистанцию от официальной политики. Это многим казалось странным в условиях войны, когда академические сообщества Англии, Германии и Франции, а также и подавляющее большинство российских учёных заняли явно шовинистскую позицию в “войне умов”.

Как бы там ни было, крах “интернационала учёных” и разрыв традиционных связей с Германией побуждали представителей российской науки к поиску новых форм самоидентификации. Отечественная наука жаждала стать самодостаточной и иметь национальные научные журналы и профессиональные общества. Императорская академия наук активно реализовывала это стремление, создавая общества и журналы, контролируемые её членами. С этой целью 20–21 декабря 1915 г. в Петрограде по инициативе академиков

А.С. Фаминцына и И.П. Бородина состоялся съезд ботаников, учредивших Русское ботаническое общество и его журнал. На I Съезде российских физиологов, проходившем в Петрограде 6–9 апреля 1917 г., были созданы Русское физиологическое общество во главе с лауреатом Нобелевской премии академиком И.П. Павловым и “Русский физиологический журнал им. И.М. Сеченова”. В 1916 г. член-корреспондент ИАН гистолог А.С. Догель основал специализированный научно-теоретический журнал “Русский архив анатомии, гистологии и эмбриологии”. В том же году по инициативе академиков Н.И. Андрусова, А.П. Павлова и члена-корреспондента М.Д. Залесского было организовано Русское палеонтологическое общество, призванное способствовать развитию в стране палеонтологических исследований.

Ориентация на национальную науку в целом соответствовала амбициям нового поколения российских учёных. Поиск академическим сообществом национальной самоидентификации и становление национально-государственной науки вызвал повышение интереса к истории отечественной науки, которая, пробуждая чувство гордости за мировые достижения российских учёных, способствовала воспитанию патриотизма. Этим целям служили академические проекты “Русская наука” и четырёхтомник “Императорская Академия наук (1889–1914)”.

Стараясь внести свой вклад в победу над врагом, гуманитарии доказывали в книгах, статьях и лекциях отечественный характер войны и необходимость разгрома вечных агрессоров — “немецких варваров”. В Библиотеке Академии наук был создан “Архив войны”, в который отправляли письма, открытки, карикатуры, лубочные картинки и другие свидетельства военного времени. Туда посылались также финансируемые ИАН сборы обрядовых причитаний при проводах рекрутов, при похоронах погибших, молитвы и заговоры солдат, их письма, ладанки и т.д.

Национальной самоидентификации служили усилия академии по спасению памятников науки и культуры. 29 ноября 1914 г. по инициативе академика А.А. Шахматова Общее собрание ИАН создало Комиссию об охране исторических памятников и научных коллекций в районе военных действий, куда наряду с историками и филологами вошли естествоиспытатели. Их участие в этой комиссии подчёркивало притязания Академии наук стать общенациональным центром по сохранению культуры страны. Академия назначила члена-корреспондента Е.Ф. Шмурло своим уполномоченным по охране памятников в Галиции, Буковине и Польше, позднее академик Ф.И. Успенский стал уполномоченным на Кавказском фронте. Специальная комиссия была создана для охраны древностей Варшавы. В 1915–

1916 г. ИАН провела большую работу по учёту и охране научных памятников на Юго-Западном и Кавказском фронтах, в которых активно участвовали академики Н.Я. Марр и И.А. Орбели. После “победоносного” завершения войны планировалось создать Комитет по описанию, охране и поддержанию археологических памятников Царьграда (Стамбула) и его окрестностей под председательством великого князя Константина Константиновича. Для помощи правительству в устройстве послевоенного мира была также создана Комиссия по изучению племенного состава. Один из её инициаторов С.Ф. Ольденбург писал: “...Громадное значение будет иметь ясное представление о племенном составе особенно тех частей страны, которые лежат по обе стороны наших границ европейских и азиатских, там, где они соприкасаются с землями наших противников” [12, с. 311, 312].

**Практические задачи и новые направления деятельности академии.** Война заставила российских учёных сосредоточить основные усилия на проведении прикладных исследований, имевших оборонное значение. Никогда ранее периода 1914–1918 гг. Академия наук не была столь тесно связана с повседневными потребностями государства.

Зависимая от импорта российская промышленность не соответствовала задачам военного времени. Для содействия правительству в мобилизации промышленности с середины 1915 г. стали создаваться военно-промышленные комитеты (ВПК). Центральный ВПК состоял из отделов, в работе многих из них (химическом, металлургическом, топливном, механическом, автомобильно-авиационном и др.) участвовали члены академии. ВПК действовали как контрагенты военных ведомств и как посредники между казной и предприятиями. Они финансировались за счёт государственных субсидий, отчисляемых с суммы заказов, передаваемых военными ведомствами через комитеты, и добровольных взносов. ВПК были тесно связаны с работой Совета министров, Государственного совета, Особых совещаний, Главного комитета по снабжению армии, Главного артиллерийского управления, Всероссийских земских и городских союзов, в которых также активно участвовали академики-либералы. Итогом деятельности ВПК и связанных с ними структур стала интеграция науки, промышленности и власти.

В этом отношении особенно показательна деятельность академика А.Н. Крылова. Возглавляя Николаевскую Главную физическую лабораторию, он оставался консультантом Металлического, Балтийского, Адмиралтейского и Путиловского заводов по вопросам кораблестроения, а в 1916 г. стал начальником Главного военно-метеорологического управления, участвовал в составе Следственной комиссии по выяснению причин

взрыва и гибели линкора “Императрица Мария”. Его назначали руководителем группы, которая инспектировала Путиловский завод, срывавший оборонные заказы. После осуществления этой проверки он стал председателем правительственного правления секвестрованного завода и в короткий срок обеспечил двукратное увеличение объёма производства орудий, снарядов и их ассортимента [13]. В целом за военный период значительный рост промышленного производства был достигнут прежде всего в отраслях металлообработки, машиностроения и электротехники. Сокращение гражданской продукции позволило увеличить выпуск аэропланов в 7.1 раза, авиационных моторов в 12 раз, электромоторов и трансформаторов – в 1.8, радиоаппаратуры – почти в 175 раз [14]. Благодаря преобразованию структуры и внедрению новых технологий металлообрабатывающая промышленность вышла из войны с более мощным оборудованием и новым техническим опытом.

Химическая промышленность занимала второе место по масштабам и темпам преобразований. Ещё до войны здесь было налажено взаимодействие учёных и генералов. Генерал-лейтенант В.Н. Ипатьев, глава Комиссии по заготовке взрывчатых веществ, в 1916 г. был избран академиком. Благодаря энергичным мерам по созданию отечественной химической промышленности ему удалось в течение года (с февраля 1915 по февраль 1916 г.) почти в 15 раз увеличить производство взрывчатки, наладив производство бензола на 14 вновь созданных заводах, а в течение следующего года построить 10 новых заводов, тем самым нарастив объёмы производства ещё в 1.5 раза [15]. Схожие по масштабу и сложности проблемы решались с организацией выпуска серной и азотной кислот, селитры, аммиака и других составляющих производства боеприпасов и боевых отравляющих веществ.

В апреле 1916 г. В.Н. Ипатьев возглавил вновь созданный при Главном артиллерийском управлении Химический комитет по изысканию и заготовке взрывчатых веществ, удушающих и зажигательных средств. В ведении комитета оказалась вся химическая военная промышленность, а в его обязанности было вменено производство взрывчатых веществ и поиск исходного сырья для их выработки, изобретение и производство противогозов, обучение войск противогозовым действиям, разработка отравляющих газов, способов их применения, снабжение ими войск, строительство новых химических заводов и решение других задач [16]. В комитете работали академик Н.С. Курнаков и будущие члены АН СССР В.Е. Тищенко, А.Е. Фаворский, А.Е. Чичибабин, А.А. Яковкин.

В.Н. Ипатьев сразу оценил достоинства угольного противогоза, разработанного будущим ака-

демиком Н.Д. Зелинским, и наладил производство средств защиты от газовых атак. В 1916 г. про- тивогаз прошёл испытания на Западном фронте, был принят на вооружение и внедрён в производ- ство. Это спасло жизни многих тысяч солдат. Уже к 1917 г. Химическому комитету подчинялось около 200 заводов (из них 70 новообразованных), производивших различные виды взрывчатки, а также отравляющие вещества — хлор, фосген, хлорпикрин, как для газобаллонных атак, так и для снарядов. В.Н. Ипатьев и Н.С. Курнаков входили в число учредителей Опытного завода, созданного в 1916 г. при Русском физико-химическом обществе и ставшего полигоном для отработки технологии массового производства химических продуктов. А.Е. Чичибабин возглавил Московский комитет содействия фармацевтической промышленности, под патронажем которого разрабаты- вались способы производства аспирина, опия, морфия, кодеина, салолоа и фенацетина.

Успехи химической науки в решении военных проблем послужили важным шагом на пути уста- новления прочных связей академической науки с властью. Так, В.Н. Ипатьев стал личным доклад- чиком императора Николая II по вопросам науки и кавалером высших российских орденов. Дея- тельность химиков и для самого академического сообщества выступала свидетельством способно- сти учёных быстро выполнять задачи прикладно- го характера, преодолевая косность чиновников и используя для убеждения промышленников понятные им аргументы об экономической выгоде от внедрения новых технологий, важных для обо- роны страны. А.Н. Крылов, В.Н. Ипатьев, Н.С. Курнаков первыми показали, что академики могут быть эффективными организаторами про- мышленного производства.

Трудно переоценить роль академического со- общества в решении медицинских проблем, свя- занных с войной. Почётный академик принц А.П. Ольденбургский, будучи Верховным началь- ником Главного санитарно-эвакуационного управ- ления, руководил противоэпидемическими меро- приятиями в лазаретах, среди пленных и беженцев, организовывал сбор лекарственных растений, ис- пытание и производство лекарственных препара- тов. Главным эпидемиологом армии служил буду- щий академик Д.К. Заболотный. В октябре 1914 г. в большом конференц-зале главного здания ИАН открыли лазарет им. великого князя Константина Константиновича для раненых воинов, финанси- руемый за счёт частных пожертвований академи- ков.

Были и другие, менее известные примеры эф- фективного включения академической науки в решение проблем, обусловленных экономически- ми последствиями войны. Так, академические бо- таники В.Л. Комаров, Н.И. Кузнецов, В.И. Люби- менко, Н.А. Максимов участвовали в ликвидации

возникшего дефицита дубильных веществ и ле- карственных растений [17], а зоологи Н.М. Кни- пович и П.Ю. Шмидт добивались улучшения рыбных промыслов с целью решения продоволь- ственной проблемы.

Для мобилизации ресурсов, необходимых для обороны, в 1915 г. была создана Комиссия по изу- чению естественных производительных сил (КЕПС) [18]. Комиссия занималась проблемами обеспечения фронта и тыла стратегическим сы- рьём, а также продовольствием. В её рамках скла- дывалась организация комплексных научных ис- следований, финансируемых разными прави- тельственными учреждениями. На заседаниях КЕПС обсуждались вопросы институционализа- ции науки, создания сети исследовательских ин- ститутов и разработки их программ. В целом чле- ны КЕПС во главе с В.И. Вернадским старались использовать военную обстановку для развития самой науки.

Вместе с тем большинство академиков быстро поняли, что меры по мобилизации науки не могут обеспечить победу, хотя ещё сохраняли надежду на усилия союзников, благодаря которым Россия якобы не будет побеждена. Война разрушила ма- териально-финансовую базу научных исследова- ний — инфляция съедала выделяемые ассигнова- ния. Рост ассигнований на науку шёл лишь через ВПК и КЕПС, выполнявшие заказы военных ве- домств. Поворот высшей школы к решению при- кладных задач и политизация студенчества за- ставляли академиков всё активнее выступать за создание сети научно-исследовательских инсти- тутов, субсидируемых государством, но управляе- мых учёными. Пропагандистом этой идеи стал В.И. Вернадский, доказывавший “невозмож- ность и невыгодность соединения научно-техни- ческой работы с современной высшей школой” [19, с. 31]. Вновь зазвучали слова о неразрывности науки и демократии. Послевоенное устройство ака- демиком грезилось как союз европейских стран, су- ществующий в условиях всеобщего разоружения и высоких этических норм. Экономическое и пра- вовое устройство России должно было обеспечи- ваться всесторонним использованием научного знания. С такими мечтаниями академическое со- общество подошло к Февральской революции.

#### “ВОЙНА ДО ПОБЕДНОГО КОНЦА” И НЕСБЫВШИЕСЯ НАДЕЖДЫ

Отречение царя и установление власти Вре- менного правительства подавляющая часть ака- демиков встретила с воодушевлением. Мини- стерство народного просвещения, которому под- чинялась Академия наук, теперь возглавлял их коллега профессор А.А. Мануйлов, а 26 июля 1917 г. его сменил на этой должности С.Ф. Ольденбург;

заместителем Ольденбурга стал В.И. Вернадский. В.Н. Ипатьева назначили директором Центральной химической лаборатории и председателем Научно-технической администрации, курировавшей 14 институтов.

4 марта 1917 г. руководители академии направили обращение к Временному правительству, в котором приветствовали объединение России в “могучий и свободный народ, способный отстаивать свою культуру и оберегать её от внутренней разрухи и внешнего врага”, и обещали предоставить “правительству, пользующемуся доверием народа, те знания и средства, которыми Академия служит России” [20, с. 739]. 24 марта 1917 г. состоялось экстраординарное Общее собрание ИАН, одобрявшее это обращение.

Воспользовавшись близостью к правительству, учёные постарались реализовать свои замыслы по реформированию и демократизации Академии наук. По указу Временного правительства от 11 июля 1917 г. Императорская академия наук была переименована в Российскую академию наук (РАН). В тот же день её первым президентом был утверждён А.П. Карпинский, избранный на этот пост Общим собранием 15 мая 1917 г.

Планируемые реформы не ограничивались рамками РАН. В проекте Союза научных учреждений, разработанном выдающимся отечественным филологом и историком А.А. Шахматовым, предлагалось сгруппировать все научные учреждения страны (музеи, общества, институты) и отдельных учёных по функциональному признаку, создав союзы гуманитарных, естественно-научных, научно-прикладных исследований. Они в свою очередь должны были образовывать “союз союзов” во главе с комитетом, председатель которого имел бы право прямо обращаться в Совет министров. При этом задача союза состояла лишь в обеспечении государственного финансирования научных исследований, а главным принципом его деятельности должна была стать автономия каждого коллектива и исследователя. Были приняты шаги для реализации этого проекта. В апреле 1917 г. под председательством А.П. Карпинского начало функционировать Совещание представителей научных учреждений и вузов Петрограда.

15 апреля 1917 г. Общее собрание РАН приняло предложение о созыве съезда представителей учёных учреждений и учёных обществ России с целью учреждения Свободной ассоциации для развития и распространения положительных наук [21, § 125, с. 112]. Её задачи состояли в привлечении внимания общественности и правительства к перспективам развития науки, пропаганде научных достижений и поиске средств для создания новых научных институтов. Этот проект был поддержан представителями исполнительной и зако-

нодательной ветвей власти. На состоявшихся в апреле—мае собраниях ассоциации выступали ведущие министры Временного правительства — А.Ф. Керенский и П.Н. Милуков. На прошедшем 26 мая 1917 г. учредительном собрании в Совет Свободной ассоциации были выбраны 11 академиков, а его председателем стал математик академик В.А. Стеклов. Новое объединение, задуманное прежде всего как сообщество представителей точных наук, планировало создать Институт положительных наук с хорошо оборудованными лабораториями, библиотеками, музеями, аудиториями, а также привлечь к научной работе талантливую молодёжь, надлежащим образом обеспечив её материально.

Последующее развитие революционных событий не позволило осуществить эти планы, которые, как подчёркивали сами авторы, могли быть реализованы в России только в условиях демократии. Тем не менее многие из предложений и планов, разработанных академиками в учёных комитетах и комиссиях Временного правительства, были осуществлены при большевиках. В их числе — создание новых академий в Грузии, Сибири и на Украине, проекты которых подготовила Комиссия по учёным учреждениям и научным предприятиям во главе с В.И. Вернадским.

Многие академики уже с августа 1917 г. с презрением относились к Временному правительству. Рос страх и перед народными массами, вновь занявшими позицию “левее здравого смысла”. 24 августа 1917 г. В.А. Стеклов писал А.П. Карпинскому из Кисловодска, что сожалеет по поводу согласия С.Ф. Ольденбурга занять министерский пост [22]. Его утешало только то, что в министерской чехарде у Ольденбурга мало шансов удержаться в правительстве, а значит, РАН вновь сможет использовать его блестящие способности. Стеклов оказался прав. Уже 4 сентября Министерство народного просвещения возглавил профессор С.С. Салазкин, а способности Ольденбурга, да и самого Стеклова, потребовались РАН уже не столько для проведения реформ, сколько для её выживания.

Осенью 1917 г. из-за угрозы захвата Петрограда немцами встал вопрос об эвакуации учреждений РАН и её коллекций. 7 октября Общее собрание признало, что, когда разрываются связи даже внутри одного и того же учреждения, научная работа становится невозможной, и решило командировать “представителей математики, механики, математической и опытной физики и химии, ординарных академиков В.А. Стеклова, Н.С. Курнакова, А.Н. Крылова и П.П. Лазарева в Москву сроком на один год” [23, § 272, с. 260], так как их деятельность имела особое значение для обороны страны. Фактически это послужило началом формирования в Москве академических учреждений.

## ОСКОЛОК ИМПЕРИИ И РАСКОЛ РАН

Научное сообщество в целом не приняло Октябрьскую революцию и пыталось сопротивляться большевикам. На территориях, контролируемых контрреволюционными силами, оказалось немало академиков. Некоторые из них вошли в антисоветские правительства. Скоро выяснилось, что к сотрудничеству с большевиками склонны математики, представители технических и естественных наук, тогда как гуманитарии считали их предателями революции, призывали к продолжению войны до победного конца. По мере возникновения трудностей с финансированием учёные стали понимать, что их судьба и социальный статус становятся предметом торга с новыми властями. Это беспокойство было лейтмотивом речи С.Ф. Ольденбурга на годовом собрании РАН в декабре 1917 г. Он убеждал власть, что без работы учёных немыслимы просвещение и культура.

Позиции академии в начавшемся торге оказались уязвимыми. Либеральные руководители РАН не раз взывали к властям принять меры для спасения русской науки и русских учёных и привлечь их к работе правительственных органов. Но «первенствующее учёное сословие» было не нужно новым властям, особенно это касалось гуманитарных наук, проблематику которых предполагалось изучать в рамках созданной 25 июня 1918 г. Социалистической академии. Зазвучали призывы к диалектизации естествознания. К концу Первой мировой войны встал вопрос уже о физическом выживании академиков. Учёные в полной мере ощутили ужасы Гражданской войны: преследование властей, аресты, голод, холод, инфекционные болезни, отсутствие элементарных условий для работы. Возросла смертность: в течение нескольких лет Российская академия наук потеряла 15 академиков (из 42), 11 почётных членов и 35 членов-корреспондентов. Арестам подвергались 7 академиков и 6 членов-корреспондентов. По окончании Гражданской войны за границей работали 10 академиков, из них только двое позднее вернулись в Россию. К началу 1920-х годов в академии осталось меньше половины её до-революционного состава.

Диалог РАН и власти в конечном счёте удалось наладить. Но это была уже не фрондирующая Императорская Академия наук. Учёные, имевшие опыт консультирования царского правительства во время войны, особенно легко шли на профессиональное сотрудничество с новой властью. В.Н. Ипатьев, например, уже в ноябре 1917 г. возглавил Комиссию новых производств при Отделе химической промышленности Высшего совета народного хозяйства (ВСНХ), а позднее вошёл в состав Госплана и Президиума ВСНХ.

После Версальского договора установилось особое сотрудничество с Германией как ещё одной страной-изгоем. Вместе с тем, привыкнув самостоятельно решать научные, научно-организационные и прикладные проблемы, РАН уже меньше зависела от международного признания. Это вело к перестройке структуры и форм отношений с национальными сообществами учёных других стран, к снижению доли публикаций в зарубежных журналах, поскольку престижность отечественной периодики продолжала расти.

\* \* \*

Первая мировая война явилась мощным стимулом становления новых способов взаимодействия учёных, власти, общества, промышленности. Деятельность учёных, направленная на мобилизацию интеллектуальных и материальных ресурсов, на разработку и производство вооружения, сыграла важную роль в укреплении связей академической науки с государством и армией, послужила основой интеграции науки и власти. Восприняв представления учёных о науке как основе ускоренной модернизации страны, большевики подчинили РАН и увеличили её численность прежде всего за счёт избрания учёных, готовых решать задачу индустриализации и перевооружения армии. Не случайно к концу Первой мировой войны в РАН всё большую роль стали играть представители естественных и точных наук. Опыт мобилизации науки и промышленности (лозунг «всё для фронта, всё для победы!») оказался востребованным через несколько десятилетий, послужив фундаментом эффективной деятельности Академии наук в годы Великой Отечественной войны.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Советско-германские научные связи времени Веймарской республики / Отв. ред. Колчинский Э.И. СПб.: Наука, 2001.
2. *Kojevnikov A.B.* The Great War, the Russian Civil War, and the Invention of Big Science // *Science in Context*. 2002. № 2.
3. *Дмитриев И.С.* Бензолное кольцо Российской империи. Создание коксобензолной промышленности на юге России в годы Первой мировой войны. СПб.: Нестор-История, 2005.
4. Наука, техника и общество России и Германии во время Первой мировой войны / Отв. ред. Колчинский Э.И., Байрау Д., Лайус Ю.А. СПб.: Нестор-История, 2007.
5. *Басаргина Е.Ю.* Императорская Академия наук на рубеже двух веков. Очерки истории. М.: Индрик, 2008.
6. *Бердяев Н.А., Булгаков С.Н., Гершензон М.О.* Вехи. Сборник статей о русской интеллигенции. М.: Тип. В.Л. Саблина, 1909.

7. Очерки и речи акад. В.И. Вернадского. М.: Наука, 1989.
8. *Иванов Е.* Российское “учёное сословие” в годы “Второй Отечественной войны” (очерк гражданской психологии и патриотической деятельности) // Вопросы истории естествознания и техники. 1999. № 2.
9. *Maurer T.* Der Krieg der Professoren. Russische Antworten auf den deutschen Aufruf “An der Kulturwelt” // Jahrbuch für Wirtschaftsgeschichte. 2004. № 1.
10. Протоколы заседаний Общего собрания (ОС) ИАН 1915 г. с приложением перечня заседаний и алфавитного указателя. Санкт-Петербургский филиал Архива РАН. Ф. 1. Оп. 1а-1915. Д. 262. Л. 39.
11. *Дмитриев А.Н.* От академического интернационализма к системе национально-государственной науки // Наука, техника и общество России и Германии во время Первой мировой войны / Отв. ред. Колчинский Э.И., Байрау Д., Лайус Ю.А. СПб.: Нестор-История, 2007.
12. Отчёт о деятельности Российской Академии наук по Отделениям физико-математических наук и исторических наук и филологии за 1917 год, составленный Непременным Секретарём академиком С.Ф. Ольденбургом и читанный в публичном заседании 29 декабря 1917 года. Петроград: Тип. РАН, 1917.
13. *Мительман М.И., Глебов Б.Д., Ульяновский А.Г.* История Путиловского завода: 1800–1917. М.: Соцэкгиз, 1961.
14. *Кафенгауз Л.Б.* Эволюция промышленного производства России. М.: Эпифания, 1994.
15. *Трофимова Е.В.* Создание и деятельность Химического комитета при Главном артиллерийском управлении в годы Первой мировой войны. М.: Компания спутник, 2002.
16. *Ипатьев В.Н.* Работа химической промышленности на оборону во время войны. Петроград: Наркомфин, 1920.
17. *Федотова А.А.* Российские ботанико-географы в годы “второй отечественной” // Наука, техника и общество во время Первой мировой войны / Отв. ред. Колчинский Э.И., Байрау Д., Лайус Ю.А. СПб.: Нестор-История, 2007.
18. *Кольцов А.В.* Создание и деятельность Комиссии по изучению естественных производительных сил России. 1915–1930 гг. СПб.: Наука, 1999.
19. Очерки и речи акад. В.И. Вернадского. Петроград: Тип. РАН, 1922.
20. Извлечения из протоколов заседаний Академии наук. Общее собрание. Экстраординарное IV заседание, 24 марта 1917 г. // Известия Академии наук. 1917. № 11.
21. Протоколы Общего собрания (ОС) Академии наук. 1917 г. Санкт-Петербургский филиал Архива РАН. Ф. 1. Оп. 1а-1917. Д. 164. Л. 112.
22. Санкт-Петербургский филиал Архива РАН. Ф. 2. Оп. 6. Д. 558. Л. 1–10б.
23. Протоколы Общего собрания (ОС) Академии наук. 1917 г. Санкт-Петербургский филиал Архива РАН. Ф. 1. Оп. 1а-1917. Д. 164. Л. 134 об.

DOI: 10.7868/S0869587315030020

## ТРЕТЬЯ КОНФЕРЕНЦИЯ СТРАН СНГ “ЗОЛЬ-ГЕЛЬ 2014”

8–12 сентября 2014 г. в г. Суздале (Владимирская обл.) прошла очередная, третья по счёту Конференция стран СНГ “Золь-гель синтез и исследование неорганических соединений, гибридных функциональных материалов и дисперсных систем” (“Золь-гель 2014”), основным организатором которой был Институт химии растворов (ИХР) им. Г.А. Крестова РАН (Иваново).

Золь-гель процессы, основанные на процессах самоорганизации и самосборки в коллоидных системах, представляют значительный интерес для получения разнообразных, подчас экзотических функциональных наноматериалов, покрытий и плёнок. Перспективные направления исследований в этой области сосредоточены на создании гибридных биологически активных материалов, катализаторов, сорбентов, фотоактивных материалов и др. Чрезвычайно перспективны и новые подходы к управлению тонкой структурой и наноразмерной архитектурой материалов с помощью золь-гель технологий.

Таким образом, тематика под кратким названием “Золь-гель” а priori весьма широка. Неслучайно, наряду с ИХР РАН, в организации конференции самое активное участие приняли Институт химии силикатов (ИХС) им. И.В. Гребенщикова РАН (Санкт-Петербург) и Ивановский государственный химико-технологический университет, Научный совет РАН по керамическим материалам, Российское химическое общество им. Д.И. Менделеева, а также Департамент химии и биотехнологии Шведского университета сельскохозяйственных наук, Королевское химическое общество (Великобритания) и журнал “RSC Advances”, международное “золь-гель” сообщество в целом. Определённую финансовую поддержку конференция получила от Российского фонда фундаментальных исследований и Федерального агентства научных организаций.

Изначально были выделены три базовые тематические секции: “Биоактивные, биосовместимые и гибридные золь-гель материалы”, “Функциональные золь-гель материалы” и “Золь-гель адсорбционные материалы”. Каждая из этих секций в той или иной степени отражала наиболее перспективные направления исследований в области золь-гель науки и технологии. В первой сек-

ции обсуждались такие проблемы, как контроль размера и формы в синтезе наночастиц; коллоидные материалы; гибридные органо-неорганические материалы; самоорганизация, супрамолекулярные и иерархические материалы и адсорбенты; биоматериалы, биогриды, биомиметические материалы и системы контролируемой доставки, а также новые применения золь-гель материалов. В рамках второй секции доминировали золь-гель материалы для электроники, оптики и фотоники, энергетики, сенсорики и освоения солнечной энергии и космоса. Наконец, в третьей секции приоритетными были золь-гель сорбенты и мезопористые структуры, золь-гель материалы для катализа и мембран, аэрогели и изолирующие материалы, а также специфика формирования и свойств тонких плёнок, покрытий и так называемых активных поверхностей.

При формировании программы конференции был использован ставший традиционным для научных мероприятий в области естественных наук (в частности, химии и физики) подход, когда весь массив заявленных докладов подразделяется на три категории: устные пленарные, устные секционные и стендовые. В общей сложности программа конференции включала 12 пленарных докладов, которые в полной мере отражали основные тенденции развития золь-гель науки в России и в мире (два из которых были сделаны авторами данной статьи), 41 устное секционное и 63 стендовых.

В форуме приняли участие более 300 учёных, представлявших Москву, Санкт-Петербург, Казань, Екатеринбург, Апатиты, Владивосток, Красноярск, Саратов, Пермь, Нижний Новгород, Уфу, Киев, Минск, Ташкент, Ереван, Кишинёв. Среди участников “Золь-гель 2014” – две ведущие фигуры Международного “золь-гель” сообщества – его президент профессор Жан-Мари Неделек и вице-президент профессор Флоренс Бабоннэ. Посетил мероприятие и председатель Оргкомитета очередной Международной конференции “Золь-гель 2015” (Киото, Япония) профессор Касуки Наканиши.

Отрадно отметить, что на конференции преобладала молодёжь. Это добрый знак и наглядное свидетельство того, что, по крайней мере, в обла-

сти науки с собирательным названием “золь-гель” есть кому принять эстафету научных изысканий. Кстати, в рамках конференции работала Школа молодых учёных “Золь-гель синтез функциональных наноматериалов”, где начинающие свой путь в науке исследователи могли, что называется, и себя показать, и на других посмотреть, и где было представлено в общей сложности 13 лекций, прочитанных признанными специалистами в данной области, 29 устных секционных и 36 стендовых докладов.

Не имея здесь возможности даже предельно кратко упомянуть каждый из представленных на конференции докладов, остановимся лишь на ключевых из них.

Первым прозвучал пленарный доклад председателя Оргкомитета академика **В.Я. Шевченко** (Санкт-Петербург) на тему “Что такое химическое вещество и как оно образуется?”, в котором были подняты философско-материаловедческие проблемы, связанные с формированием структуры вещества. Лейтмотив этого доклада в том, что иерархическое построение вещества является базовым принципом, независимо от того, будет ли в целом его структура периодической или аperiodической. Отмечалось, что область пространства, в котором химическое вещество формируется, составляет десятки и сотни нанометров; при этом тип геометрии пространства — факт несущественный, ибо в малом, по мнению докладчика, “все геометрии эквивалентны”. Правда, вопрос о том, как определить, является ли то или иное конкретное вещество веществом химическим, остался открытым.

Доклад члена-корреспондента РАН **В.Г. Севастьянова** (Москва) “Золь-гель синтез тугоплавких оксидов и карбидов как компонентов высокотемпературных композиционных материалов и покрытий” был посвящён созданию новых конструкционных материалов и покрытий, пригодных для эксплуатации в жёстких условиях. В нём были представлены разработанные под руководством докладчика методы получения оксидов с температурами плавления выше 1900–2500°C и сложных карбидов на основе карбидов тантала, гафния, циркония, титана, обладающих максимальными известными ныне температурами плавления (3000–4000°C).

Тональность конференции задал доклад **Ю.Л. Зуба** (Киев) “Золь-гель метод в синтезе гибридных органо-неорганических материалов с комплексообразующим поверхностным слоем”, в котором рассматривалась методология золь-гель синтеза гибридных материалов, содержащих в поверхностном слое комплексообразующие группы, и показана возможность создания новых материалов не только с моно-, но и многофункциональным поверхностным слоем.

Основная масса докладов была посвящена золь-гель синтезу с использованием либо гелей и золей на основе диоксида кремния  $\text{SiO}_2$ , либо иных кремнийсодержащих соединений (в частности, силоксанов, как в докладе нашего украинского коллеги), тогда как золь-гель системы на основе других соединений, если и упоминались вообще, то в гораздо меньшей степени, что несколько обеднило предмет обсуждения.

Методологические аспекты золь-гель синтеза были детально рассмотрены также в докладе нашего соотечественника **В.Г. Кесслера** (работающего ныне в Департаменте химии и биотехнологии Шведского университета сельскохозяйственных наук), посвящённом особенностям формирования малоразмерных и гибридных структур с помощью методов, используемых в химии растворов. Показано, что процессы синтеза наночастиц в растворах, как правило, приводят к формированию структурно неоднородных частиц, представляющих собой кристаллическое ядро и аморфную оболочку. Соотношение же этих двух типов структурной организации может меняться в зависимости от условий опыта, что предполагается использовать для получения наночастиц с требуемыми параметрами и создания гибридных структур. Основное внимание докладчик уделил формированию и взаимодействию так называемых биомолекул с поверхностью трёх важных классов потенциально биосовместимых наноматериалов: наночастиц металлов платиновой группы, магнитных оксидов железа и оксидов со структурой перовскита. Кроме того, Кесслер рассмотрел “растворные” приёмы инкапсулирования клеток в оксидные оболочки и создания систем доставки лекарственных препаратов.

К числу методологических можно отнести и доклад члена-корреспондента РАН **Ю.А. Щипунова** (Владивосток) “Бимодальные мезо/макропористые силикаты на основе SBA-15, формируемые методом фазового расслоения”, в котором были представлены альтернативные подходы к формированию бимодальных иерархически структурированных материалов, элементы синтеза в режиме фазового расслоения темплата, образованного поверхностно-активными веществами или блочными сополимерами. Регулирование иерархической структуры проводилось смесью двух прекурсоров, один из которых характеризуется хорошей совместимостью с триблоксополимером и способствует образованию гексагональной жидкокристаллической матрицы, позволяя получить мезопористые материалы с регулярной структурой, а второй обеспечивает фазовое расслоение. Отмечалось, что изменение соотношения концентраций двух прекурсоров в смеси сказывается на характере фазового расслоения и обуславливает формирование бимодальных материалов с различной иерархической структурой.

Значительная часть докладов была посвящена возможностям применения золь-гель технологий для решения разнообразных задач, так или иначе связанных с “науками о жизни”, по международной терминологии. В докладе **О.А. Шиловой** (Санкт-Петербург) «Золь-гель синтез и свойства биостойких оксидно-титанатных и оксидно-силикатных покрытий, содержащих “мягкие биоциды”» представлены результаты развитого докладчиком и его коллегами нового подхода к использованию золь-гель технологии для создания на памятниках и зданиях защитных покрытий от повреждений вследствие атмосферных и биологических воздействий, где вместо токсичных биоцидных добавок используются золь-гель композиции с “мягкими биоцидами” (фотосенсибилизирующие вещества, способные вырабатывать озон и другие активные формы кислорода под действием ультрафиолетового облучения), оказывающими минимальную нагрузку на окружающую среду. Для закрепления их на каменных поверхностях разработаны оксидно-силоксановые и оксидно-титанатные золь-гель композиции, из которых формируются не портящие эти поверхности покрытия. Представлены данные о составе и структуре получаемых покрытий, их биологической активности, в том числе результаты долгосрочных наблюдений в полевых условиях.

Значительное место проблемам в области наук о жизни было уделено в докладе **А.В. Агафонова** (Иваново) “Золь-гель синтез функциональных наноматериалов”, продемонстрировавшего возможности нового низкотемпературного метода получения функциональных наноматериалов с помощью золь-гель процесса. Докладчик привёл примеры “функционализации” материалов с целью придания им набора свойств, необходимых для практического применения, а именно, приёмы классической золь-гель технологии: влияние рН и соотношений прекурсор/растворитель на свойства формируемых наноматериалов; использование принципов супрамолекулярной самосборки и самоорганизации материалов на поверхностях молекулярных и нанощаблонов с целью получения мезопористых материалов; допирование золь-гель матриц наночастицами металлов и магнетиков. Рассмотрены возможные области применения функционализированных наночастиц, в частности, в качестве модификаторов для получения биоактивного самоочищающегося текстиля, перспективных магнетиков, материалов для спинтроники и фотокатализаторов, электропроводной оптически прозрачной керамики, наполнителей электрореологических жидкостей.

В известной степени идеи, изложенные в докладе **А.В. Агафонова**, нашли своё отражение в материалах доклада **Е.В. Парфенюк** (Иваново) “Золь-гель синтез пористых материалов диоксида кремния для разработки лекарственных препара-

тов нового поколения”. Подчёркивалась важность золь-гель синтеза для получения разнообразных материалов на основе пористого диоксида кремния. Этот метод даёт возможность достаточно легко варьировать размер частиц, их форму, структуру, пористость, физические и химические свойства поверхности и т.д. При этом диоксид кремния и его композиты с биоактивными веществами могут быть получены в “мягких” условиях, что особенно важно для синтеза материалов медицинского назначения, в частности, для создания новой формы лекарственного препарата “молсидомин” с пролонгированным контролируемым высвобождением биоактивного вещества.

В докладе **В.В. Козика** (Томск) “Перспективы применения СВЧ-воздействия в золь-гель технологии и синтезе наноматериалов” предложен принципиально новый метод жидкофазного синтеза широкого круга нанодисперсных функциональных материалов (в первую очередь оксидных), основанный на гидротермально-микроволновой обработке водных растворов солей металлов в присутствии гексаметилентетрамина. Сочетание очень высокой скорости нагрева, характерной для СВЧ-метода, с преимуществами метода гомогенного гидролиза обеспечивает достижение высокой гранулометрической однородности получаемых материалов при минимальной продолжительности синтеза (1–10 минут). Этот метод был успешно опробован для синтеза широкого круга наноматериалов на основе оксида цинка(II), оксида железа(III), оксида титана(IV), оксида церия(IV), а также слоистых гидроксосоединений 4f-элементов.

В докладе **С.А. Лермонтова** (Черноголовка) “Новые сверхкритические флюиды для получения оксидных аэрогелей” проанализировано влияние растворителя на свойства аэрогелей на основе  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ , метилтриэтоксисилана и аминопропилтриалкоксисилана. Исследован широкий круг новых растворителей для сверхкритической сушки, включая гексафторацетон, гексафторизопропанол, трифторэтанол, простые эфиры (диэтиловый и метилтретбутиловый), этилацетат, и показано, что состав поверхности и свойства оксидных аэрогелей весьма существенно зависят от используемого растворителя. В частности, при смене растворителя, применяемого для СК-сушки, удельная площадь поверхности аэрогелей может изменяться в 2–4 раза, а растворитель, используемый на стадии гелирования, сильно влияет на текстурные характеристики аэрогелей.

В завершавшем пленарную сессию докладе **О.В. Михайлова** (Казань) “Мягкий темплатный синтез макроциклических металлохелатов в гелевой матрице” детально проанализированы специфические аспекты “мягкого” (при комнатной температуре) темплатного синтеза ряда макроциклических металлохелатов 3d-элементов, про-

текающего только в гелевой матрице при контакте желатин-иммобилизованных гексацианоферратов(II)  $3d$ -элементов с водными растворами хелатообразующих азот-, кислород-, серосодержащих и моно- или дикарбонильных органических соединений, выполняющих роль своеобразных строительных блоков в процессе самосборки этих металлохелатов, а также последующих реакций получения из них металлооксидов, металлосульфидов или элементных металлов. Парадоксально, но этот доклад оказался единственным среди всех докладов конференции, где в качестве среды для реализации золь-гель технологий было применено то самое вещество, от названия которого происходит сам термин “золь-гель”, а именно желатин.

В целом анализ докладов конференции “Золь-гель 2014” показал, что в настоящее время приоритеты российских исследователей в области золь-гель технологии сосредоточены на следующих пяти направлениях:

- разработка новых высокоэффективных защитных покрытий и конструкционных материалов;
- синтез функциональных наноматериалов (магнетики, спинтроники, мультиферромагнетики, сегнетоэлектрики);
- получение новых оптически активных наноматериалов, фотокатализаторов, элементов солнечных батарей;
- разработка гибридных и биомиметических наноструктур в качестве перспективных систем доставки лекарственных препаратов и средств диагностики;
- разработка новых высокоэффективных и селективных адсорбентов и аэрогелей.

Многие из заслушанных на конференции докладов отражают результаты работ, выполненных при поддержке грантами РФФИ, РГНФ, Министерства образования и науки РФ. Что касается географии исследований и представленности различных научных и образовательных организаций, то налицо все свидетельства того, что сегодня работы в области золь-гель исследований ведутся практически на всей территории России и в странах СНГ. На наш взгляд, конференция способствовала как консолидации русскоязычных ис-

следователей, работающих на постсоветском пространстве, так и обмену знаниями и выяснению тонких приёмов управления структурой вещества с помощью золь-гель технологии.

Как уже упоминалось, в рамках конференции работала школа молодых учёных. При формировании научной программы школы Оргкомитет решил организовать её в виде лекционного курса, который должны были прочесть ведущие учёные в области науки о золь-гель превращениях и золь-гель материалах, а также конкурсной части, которая включала устные доклады молодых учёных. В качестве лекторов были приглашены Жан-Мари Неделек, Флоренс Бабоннэ, Касуки Наканиши, В.Г. Кесслер, Ю.В. Щипунов, О.А. Шилова; лекции прочитали также профессора А.В. Канаев, Ю.К. Гунько, Г.А. Сейсенбаева, Е.Г. Евтушенко. Тематика лекций затрагивала три аспекта: фундаментальные проблемы получения наноматериалов с помощью золь-гель технологии; золь-гель синтез функциональных наноматериалов и функционализация наночастиц; использование современных физико-химических методов для характеристики золь-гель процессов и золь-гель материалов. В рамках школы был проведён конкурс докладов молодых учёных, лучшие из которых удостоились различных призов.

На конференции удалось собрать специалистов самого разного профиля не только в области золь-гель науки и технологий, но и физикохимии неорганических и органических материалов вообще, в немалой степени благодаря инициатору мероприятия директору ИХР РАН профессору А.В. Захарову и директору ИХС РАН академику В.Я. Шевченко, всемерно эту инициативу поддержавшему. Хотелось бы надеяться, что следующая, четвёртая по счёту конференция “Золь-гель 2016”, которая должна будет состояться уже за пределами России – в Ереване, окажется столь же успешной.

*А.В. АГАФОНОВ,  
доктор химических наук,  
ava@isc-ras.ru*

*О.В. МИХАЙЛОВ,  
доктор химических наук  
olegmkhlv@gmail.com*

DOI: 10.7868/S0869587315030159

## ГЕОГРАФИЯ И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ РЕГИОНА КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Ежегодная совместная сессия Объединённого научного совета по фундаментальным географическим проблемам при Международной ассоциации академий наук (МААН) и Научного совета РАН по фундаментальным географическим проблемам прошла 15–20 сентября 2014 г. в Баку. Тема сессии – “Географические проблемы региона Каспийского моря и изучение путей достижения устойчивого развития территорий”. Важно, что она проходила накануне саммита глав государств Каспийского региона и стала одним из событий, позволивших определить актуальные эколого-географические проблемы и приоритеты развития региона, который включает Азербайджан, Иран, Россию, Казахстан и Туркмению.

МААН как международная неправительственная организация была создана в 1993 г. с целью объединения усилий академий наук для решения на условиях кооперации актуальных научных проблем, для сохранения и развития творческих связей между учёными. Входящие в состав МААН академии сохраняют независимость во всех аспектах своей деятельности, поэтому решения ассоциации носят исключительно рекомендательный характер. Высшим органом МААН является Объединённый научный совет, в состав которого входят президенты академий наук – членов ассоциации или делегируемые ими лица. На правах полноправного члена в МААН вошли академии наук стран СНГ и Вьетнама, а академии наук Словакии и Чехии – как наблюдатели. Президентом МААН единогласно был избран президент НАН Украины академик Б.Е. Патон. Штаб-квартира ассоциации находится в Киеве.

Объединённый научный совет по фундаментальным географическим проблемам при МААН (председатель совета – академик РАН В.М. Котляков, заместители председателя – академик НАН Украины Л.Г. Руденко, академик НАН Белоруссии В.Ф. Логинов) – один из немногих активно работающих в ассоциации советов. Он эффективно выполняет свои функции по координации географических исследований и поддержке инициатив по сотрудничеству в области географии. Ежегодно проводятся выездные сессии совета и издаётся сборник “Результаты географических исследований в странах СНГ”, в котором

представлены итоги научно-исследовательских работ за прошедший год в географических учреждениях стран Содружества. Таким образом, на практике реализуется одна из главных целей Объединённого научного совета – содействовать координации фундаментальных географических исследований в странах-участницах. Помимо основных научных результатов в сборнике представлена информация о наиболее важных публикациях, а также сведения о проведённых совещаниях и конференциях географов. В 2014 г. вышел в свет монографический сборник “Роль географии в изучении и предупреждении природно-антропогенных стихийных явлений на территории СНГ”, подготовленный по материалам докладов, с которыми выступили участники 17-й сессии Объединённого научного совета по фундаментальным географическим проблемам при МААН и Научного совета РАН по фундаментальным географическим проблемам, состоявшейся в Алма-Ате (Казахстан) в 2013 г.

В Объединённый научный совет на правах членов входят 36 учёных, представляющих географические учреждения Азербайджана, Армении, Белоруссии, Грузии, Казахстана, России, Таджикистана, Туркменистана, Украины (среди членов совета из России, кроме РАН, представлены учёные шести ведущих университетов страны).

Идея проведения совместных сессий Объединённого научного совета по фундаментальным географическим проблемам при МААН и Научного совета РАН по фундаментальным географическим проблемам возникла 20 лет назад и преследовала цель сохранения сложившихся в период СССР связей между географами национальных академий и развития сотрудничества. Ежегодные встречи проходили в разных городах стран СНГ, в том числе в Киеве, Минске, Таганроге, Звенигороде (Московская область), Мышкине (Ярославская область), Алуште и др. Сессия 2013 г. проводилась в Алма-Ате в год 20-летия МААН. Она была посвящена роли географии в изучении и предупреждении природных и природно-антропогенных стихийных явлений.

Среди главных задач, которые решаются на выездных сессиях, выделим: актуализацию гео-

графических исследований и объединение усилий географов для противостояния современным вызовам человечеству – глобальным изменениям климата, росту частоты природных катастроф, глобализации и т.д. Наиболее ярко все эти аспекты географических исследований были представлены на сессии в г. Мышкине в 2011 г., когда была сформулирована позиция географов содружества относительно современных вызовов и оценены соответствующие риски и угрозы.

Особенность нынешней, 18-й сессии Объединённого научного совета МААН в Баку состояла в том, что, помимо темы сессии – “Географические аспекты устойчивого развития региона”, для обсуждения выбран общий географический объект – регион Каспийского моря. Среди важных вопросов можно выделить устойчивое развитие и сохранение природы трансграничных территорий и акваторий, эколого-географические проблемы Каспийского моря и его прибрежных территорий, сотрудничество учёных-географов для достижения целей устойчивого развития Кавказского региона.

Сессию в Баку принимал Институт географии им. Г. Алиева Национальной академии наук Азербайджана (НАНА). Её программа включала двухдневную конференцию и двухдневную полевую экскурсию. Всего было проведено семь заседаний, в которых приняли участие 47 учёных Азербайджана, Белоруссии, Грузии, Казахстана и России. Кроме того, в первые два дня заседания совета посетили около 100 сотрудников географических учреждений Азербайджана. Было заслушано 22 доклада, посвящённых широкому кругу эколого-географических проблем Каспийского моря, географическим предпосылкам и векторам социально-экономического развития Кавказского региона, вопросам научного сотрудничества в области устойчивого развития трансграничных макрорегионов (например, Каспия, Дальнего Востока, Сибири, Алтая).

В докладе академика НАНА **Р.М. Мамедова** “Воздействие климатических изменений и антропогенной нагрузки на экосистему Каспийского моря” представлена история изучения Каспия, оценена современная экологическая ситуация и последствия изменений климата. Член-корреспондент РАН **С.А. Добролюбов** с соавторами представили материалы комплексного электронного атласа Каспийского моря, а также подвели итоги многолетних комплексных исследований этого региона, которые проводили географы МГУ им. М.В. Ломоносова. В атласе собраны карты истории исследований, гидрологии, метеорологии, геоморфологии, экологии, прибрежных и водных ландшафтов, социально-экономического развития. В докладе **Ф.А. Кадырова** и **А.А. Фейзуллаева** (Институт геологии НАНА) продемонстрирована геодинамическая модель нефтегазоносно-

сти Южно-Каспийской впадины, а **Э.К. Ализаде** с соавторами (Институт географии НАНА) выявили ландшафтно-экологические особенности геосистем западного побережья Каспийского моря и представили результаты ландшафтно-геохимического картографирования.

**Л.В. Десинов** с соавторами (Институт географии РАН) охарактеризовал возможности мониторинга с международных космических станций нефтяных загрязнений Прикаспийского региона, а академик **В.А. Румянцев** (Институт озероведения РАН) на обширных мировых материалах, включая данные о Каспийском море, показал остроту глобальной социально-экологической проблемы катастрофического размножения в акваториях сине-зелёных водорослей. В докладе **Н.И. Коронкевича** с соавторами (Институт географии РАН) “Факторы изменения волжского притока в Каспийское море” обобщены результаты многолетних гидрологических работ в бассейне Волги и показана межгодовая и многолетняя изменчивость её стока в Каспий. **Ф.А. Иманов** (Бакинский государственный университет) говорил о естественной и антропогенной трансформации годового стока реки Кура, а **А.В. Измайлова** (Институт озероведения РАН) на примере Прикаспийского региона описала роль больших и малых озёр в развитии территорий.

Яркий пример сотрудничества учёных СНГ продемонстрирован в докладе **А.И. Чистобаева** с соавторами (Научно-исследовательский институт пространственного планирования “Энко”, Россия) и **В. Сефиханлы** (Компания R.I.S.K., Республика Азербайджан), посвящённом вопросам пространственного планирования предгорных районов Азербайджана.

Несколько докладов было посвящено истории исследований и современным эколого-географическим проблемам Нижней Волги – доклады **А.А. Тишкова** и **Е.А. Белановской** (Институт географии РАН), **А.Н. Бармина** (Астраханский государственный университет) и **В.А. Снытко** (Институт истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН).

На специальном заседании обсуждались вопросы методологии и результаты исследований по устойчивому развитию стран и регионов. В докладе академика НАН Белоруссии **В.Ф. Логинова** с сотрудниками (Институт природопользования НАН Белоруссии) рассмотрены проблемы территориального развития Белоруссии; член-корреспондент РАН **А.А. Чибилёв** с соавторами (Институт степи УрО РАН) проанализировал ключевые проблемы устойчивого развития бассейна реки Урал как трансграничного региона; член-корреспондент РАН **Б.А. Воронов** (Институт водных и экологических проблем ДВО РАН) рассмотрел эти вопросы применительно к Дальнему Востоку, **Л.А. Безруков**, **Л.М. Корытный** и **В.М. Плюснин**

(Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН) – к Сибири, а **Ю.И. Винокуров** и **Б.А. Красноярова** (Институт водных и экологических проблем СО РАН) – к трансграничным территориям Алтая.

Особо следует выделить доклады **Р.Г. Грачёвой** и **Ю.П. Баденкова** (Институт географии РАН) о перспективах научного сотрудничества и **О.Б. Глезер** и **С.Г. Сафронова** (МГУ) о территориальной структуре населения и перспективах модернизационных процессов в Кавказском регионе.

Для участников сессии азербайджанские географы провели полевые экскурсии на северо-восточный склон Большого Кавказа и азербайджанское побережье Каспийского моря.

Среди результатов сессии представляется важным выделить следующие:

- подтверждена роль географии в изучении единства географического и культурного пространства стран, объединённых Советом МААН;
- установлена необходимость расширения спектра научного сотрудничества, в том числе проведения совместных географических исследований

на базе будущих межгосударственных соглашений (по Каспию, Кавказскому региону и др.);

- принято решение о том, что члены Объединённого научного совета МААН должны составить “географическое ядро” формирующейся научной сети Кавказа, объединяющей специалистов по устойчивому развитию.

Участники сессии приняли “Бакинскую декларацию”, в которой содержатся рекомендации по развитию сотрудничества географических учреждений стран СНГ и Грузии, отмечена эффективная работа азербайджанских коллег по проведению сессии.

*В.А. СНЫТКО,  
член-корреспондент РАН,  
Институт истории естествознания  
и техники им. С.И. Вавилова РАН  
vsnytko@yandex.ru*

*А.А. ТИШКОВ,  
доктор географических наук,  
Институт географии РАН  
tishkov@biodat.ru*

ОФИЦИАЛЬНЫЙ  
ОТДЕЛ

ПРЕЗИДИУМ РАН РЕШИЛ

(ноябрь 2014 г.)

• Утвердить по согласованию с Президиумом РАН (постановление Президиума РАН от 28 октября 2014 г. № 137) распределение обязанностей между членами Президиума РАН:

академик **Л.Д. Фаддеев** — академик-секретарь Отделения математических наук РАН; председатель Комиссии РАН по золотым медалям и премиям имени выдающихся учёных, присуждаемым Российской академией наук; руководит подготовкой предложений о приоритетных направлениях развития математических наук, а также о направлениях поисковых научных исследований; организует работу по созданию научных, экспертных, координационных советов, комитетов и комиссий по важнейшим направлениям развития науки и техники в области математических наук;

академик **И.А. Щербаков** — академик-секретарь Отделения физических наук РАН; руководит подготовкой предложений о приоритетных направлениях развития физических наук, а также о направлениях поисковых научных исследований; организует работу по созданию научных, экспертных, координационных советов, комитетов и комиссий по важнейшим направлениям развития науки и техники в области физических наук; представляет интересы РАН в научно-техническом совете Военно-промышленной комиссии при Правительстве РФ, являясь его членом; готовит предложения по развитию материальной и социальной базы фундаментальных наук, по повышению интеграции науки и образования; участвует в установленном порядке в разработке и экспертизе нормативных правовых актов в сфере научной и научно-технической деятельности; является членом президиума Высшей аттестационной комиссии при Министерстве образования и науки РФ; возглавляет Кадровую комиссию Президиума РАН;

академик **А.Н. Лагарьков** — академик-секретарь Отделения энергетики, машиностроения, механики и процессов управления РАН; представляет интересы РАН в Министерстве энергетики РФ; осуществляет взаимодействие РАН с ОАО “РЖД”, ОАО “РусГидро” и ОАО “Объединённая авиастроительная корпорация”, являясь членом Правительственной комиссии по транспорту; руководит подготовкой предложений о приоритетных направлениях развития фундаментальных наук в области энергетики, машиностро-

ения, механики и процессов управления, а также о направлениях поисковых научных исследований; организует работу по созданию научных, экспертных, координационных советов, комитетов и комиссий по важнейшим направлениям развития науки и техники в области энергетики, машиностроения, механики и процессов управления;

академик **А.Ю. Цивадзе** — академик-секретарь Отделения химии и наук о материалах РАН; руководит подготовкой предложений о приоритетных направлениях развития химии и наук о материалах, а также о направлениях поисковых научных исследований; организует работу по созданию научных, экспертных, координационных советов, комитетов и комиссий по важнейшим направлениям развития науки и техники в области химии и наук о материалах;

академик **А.Ю. Розанов** — академик-секретарь Отделения биологических наук РАН; руководит подготовкой предложений о приоритетных направлениях развития биологических наук, а также о направлениях поисковых научных исследований; организует работу по созданию научных, экспертных, координационных советов, комитетов и комиссий по важнейшим направлениям развития науки и техники в области биологических наук;

академик **Ю.В. Наточин** — исполняющий обязанности академика-секретаря Отделения физиологических наук РАН; руководит подготовкой предложений о приоритетных направлениях развития физиологии, а также о направлениях поисковых научных исследований; организует работу по созданию научных, экспертных, координационных советов, комитетов и комиссий по важнейшим направлениям развития науки и техники в области физиологических наук; председатель Национального комитета физиологов России; председатель Объединённого научного совета “Биология и медицина” при Президиуме Санкт-Петербургского научного центра РАН; председатель Секции литературы по химико-биологическим наукам Научно-издательского совета РАН;

академик **А.О. Глико** — академик-секретарь Отделения наук о Земле РАН; руководит подготовкой предложений о приоритетных направлениях развития наук о Земле, а также о направлениях поисковых научных исследований; органи-

зует работу по созданию научных, экспертных, координационных советов, комитетов и комиссий по важнейшим направлениям развития науки и техники в области наук о Земле;

академик **А.А. Кokoшин** — академик-секретарь Отделения общественных наук РАН; руководит подготовкой предложений о приоритетных направлениях развития общественных наук, а также о направлениях поисковых научных исследований; организует работу по созданию научных, экспертных, координационных советов, комитетов и комиссий по важнейшим направлениям развития общественных наук; член Экспертного совета председателя Военно-промышленной комиссии при Правительстве РФ; председатель Совета по научной и технической политике при Министерстве обороны РФ; заместитель председателя Совета по вопросам модернизации экономики и инновациям при председателе Совета Федерации ФС РФ; член Научного совета при Министерстве иностранных дел РФ;

академик **А.А. Дынкин** — академик-секретарь Отделения глобальных проблем и международных отношений РАН; руководит подготовкой предложений о приоритетных направлениях развития фундаментальных наук в области глобальных проблем и международных отношений, а также о направлениях поисковых научных исследований; организует работу по созданию научных, экспертных, координационных советов, комитетов и комиссий по важнейшим направлениям развития науки в области глобальных проблем и международных отношений; входит в состав президиума Совета при Президенте РФ по науке и образованию, Экономического совета при Президенте РФ, Комиссии при Президенте РФ по вопросам стратегии развития топливно-энергетического комплекса и экологической безопасности, Научно-экспертного совета при Председателе Совета Федерации ФС РФ, Научного совета при Совете безопасности РФ, Научного совета при министре иностранных дел РФ; председатель Российского Пагуошского комитета;

академик **В.А. Тишков** — академик-секретарь Отделения историко-филологических наук РАН; руководит подготовкой предложений о приоритетных направлениях развития историко-филологических наук, а также о направлениях поисковых научных исследований; организует работу по созданию научных, экспертных, координационных советов, комитетов и комиссий по важнейшим направлениям развития науки в области историко-филологических наук; член Совета при Президенте РФ по международным отношениям; член научных советов при Совете безопасности РФ и при министре иностранных дел РФ;

академик **Ю.Ф. Лачуга** — исполняющий обязанности академика-секретаря Отделения сельскохозяйственных наук РАН; руководит подго-

товкой предложений о приоритетных направлениях развития сельскохозяйственных наук, а также о направлениях поисковых научных исследований; организует работу по созданию научных, экспертных, координационных советов, комитетов и комиссий по важнейшим направлениям развития науки и техники в области сельскохозяйственных наук; член Комиссии по Уставу РАН; председатель экспертной группы Экспертной комиссии РАН по анализу и оценке научного содержания федеральных государственных образовательных стандартов и учебной литературы для начальной, средней и высшей школы; является членом научно-технических советов Министерства сельского хозяйства РФ и Министерства промышленности и торговли РФ;

академик **А.Ф. Андреев** курирует в РАН вопросы поддержки, развития и эффективного использования уникальных установок; участвует в координации физических исследований; осуществляет взаимодействие РАН с Российским фондом фундаментальных исследований; председатель Информационно-библиотечного совета РАН; возглавляет Совет по работе с иностранными членами РАН и учёными-соотечественниками, проживающими за рубежом;

академик **А.И. Арчаков** курирует международное сотрудничество по Отделению медицинских наук РАН; член Совета по грантам Президента РФ для государственной поддержки молодых российских учёных и по государственной поддержке ведущих научных школ РФ; входит в состав Научного совета Министерства здравоохранения РФ; член Координационного совета Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013—2020 годы;

академик **Л.И. Афтанас** — член президиума Экспертно-консультативного совета по вопросам социально-экономического развития регионов Сибирского федерального округа; председатель Объединённого учёного совета СО РАН по медицинским наукам; входит в состав оргкомитета Всемирного саммита здоровья (M8); член Координационного совета Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013—2020 годы;

академик **А.А. Баранов** входит в состав Межведомственной комиссии Совета безопасности РФ по безопасности в экономической и социальной сфере; руководит рабочей группой Координационного совета при Президенте РФ по реализации Национальной стратегии действий в интересах детей на 2012—2017 годы; член Координационного совета Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013—2020 годы;

академик **В.Б. Бетелин** — член Совета по присуждению премий Правительства РФ, Научно-

технического совета при Совете директоров ОАО “Роснано”, Экспертной комиссии Совета по грантам Президента РФ для государственной поддержки молодых российских учёных и по государственной поддержке ведущих научных школ РФ; входит в состав Экспертного совета при Правительстве РФ, Правительственной комиссии по использованию информационных технологий для улучшения качества жизни и условий ведения предпринимательской деятельности, Научно-технического совета Военно-промышленной комиссии при Правительстве РФ; член Консультативного научного совета некоммерческой организации Фонд развития Центра разработки и коммерциализации новых технологий Фонда “Сколково”;

академик **В.Г. Бондур** – заместитель академика-секретаря Отделения наук о Земле РАН – руководитель Секции океанологии, физики атмосферы и географии; координирует взаимодействие РАН с Роскосмосом, другими ведомствами и организациями Российской Федерации, а также зарубежных стран по вопросам, связанным с исследованиями изменений климата и исследованиями Земли из космоса; председатель Научного совета при Постоянном комитете Союзного государства;

академик **А.С. Бугаев** – вице-президент Российского научно-технического общества радиотехники, электроники и связи им. А.С. Попова, вице-президент Всероссийского общества “Знание”; представляет интересы РАН в Министерстве связи и массовых коммуникаций РФ, являясь членом Общественного совета этого министерства; член Научного совета при Совете безопасности РФ и Научно-технического совета ОАО “РЖД”;

академик **Ю.В. Гуляев** – заместитель академика-секретаря Отделения нанотехнологий и информационных технологий РАН – руководитель Секции вычислительных, локационных, телекоммуникационных систем и элементной базы; член Научного совета при Совете безопасности РФ; обеспечивает взаимодействие РАН с Российским союзом научных и инженерных общественных объединений и Российским научно-техническим обществом радиотехники, электроники и связи им. А.С. Попова; представляет интересы РАН в Министерстве связи и массовых коммуникаций РФ;

академик **М.И. Давыдов** курирует работу Комиссии РАН по медицинским учреждениям;

академик **Н.Л. Добрецов** – заместитель председателя Совета РАН по координации деятельности региональных отделений и региональных научных центров РАН;

академик **А.С. Донченко** – член Координационного совета по сельскохозяйственной политике, продовольствию и лёгкой промышленности

Сибири Межрегиональной ассоциации экономического взаимодействия субъектов РФ “Сибирское соглашение”; заместитель председателя Совета СО РАН; председатель Объединённого учёного совета СО РАН по сельскохозяйственным наукам; член бюро Совета РАН по координации деятельности региональных отделений и региональных научных центров РАН; представляет интересы РАН и СО РАН в Сибирском федеральном округе, Тюменской области, Республике Саха (Якутия) по научному обеспечению АПК; содействует укреплению научных связей и взаимодействию с субъектами научной, образовательной, инновационной и научно-технической деятельности на территории региона в области сельскохозяйственных наук; организует работу по осуществлению научно-методического руководства научными и высшими учебными заведениями аграрного профиля на территории региона и оценке эффективности их научной деятельности; главный редактор научного журнала “Сибирский вестник сельскохозяйственной науки”;

член-корреспондент РАН **Н.К. Долгушкин** – заместитель главного учёного секретаря Президиума РАН; осуществляет взаимодействие и координацию членов РАН по Отделению сельскохозяйственных наук РАН по участию в реализации программ фундаментальных научных исследований, в экспертизе научных и научно-технических результатов, полученных за счёт средств федерального бюджета, в оценке результатов деятельности научных организаций; член Совета при председателе Совета Федерации ФС РФ по вопросам агропромышленного комплекса и природопользования; председатель Совета Ассоциации производителей и потребителей масложировой продукции;

академик **Н.А. Зиновьева** – член Экспертного совета Российского научного фонда (секция “Сельскохозяйственные науки”); эксперт РФФИ и Министерства образования и науки РФ; координирует исследования в области биотехнологии сельскохозяйственных животных;

академик **А.Ю. Измайлов** – член Национального комитета РФ по инженерным вопросам в сельском хозяйстве; организует разработку предложений о приоритетных направлениях развития фундаментальных и поисковых научных исследований в области механизации, электрификации и автоматизации сельского хозяйства;

академик **Е.Н. Каблов** – президент Ассоциации государственных научных центров РФ; член Совета при Президенте РФ по науке и образованию; осуществляет взаимодействие с Военно-промышленной комиссией РФ по вопросам создания материалов нового поколения, спецхимии, а также по авиастроению, являясь членом Научно-технического совета Военно-промышленной комиссии РФ; входит в состав Попечи-

тельского совета Фонда перспективных исследований (как представитель Президента РФ); член Научного совета при Совете безопасности РФ; член Экспертного совета по законодательному обеспечению оборонно-промышленного комплекса и военно-технического сотрудничества при Совете Федерации ФС РФ;

академик **А.Б. Куделин** осуществляет взаимодействие РАН с Российским гуманитарным научным фондом;

академик **И.М. Куликов** — член Межведомственного совета по присуждению премий Правительства РФ в области науки и техники; организует разработку предложений о приоритетных направлениях развития фундаментальных и прикладных научных исследований в области садоводства и виноградарства, питомниководства; председатель Межведомственного координационного совета по садоводству и питомниководству; главный редактор теоретического и научно-практического журнала “Садоводство и виноградарство”;

академик **Н.П. Лавёров** курирует исследования и экспертную деятельность РАН по проблемам развития минерально-сырьевой базы ТЭК России; член Комиссии при Президенте РФ по вопросам стратегии развития топливно-энергетического комплекса и экологической безопасности; организует взаимодействие РАН с государственными корпорациями Росатом, Роснефть и др. по этим проблемам; председатель Межведомственной комиссии Совета безопасности РФ по экологической безопасности; председатель Совета по сотрудничеству в области фундаментальной науки государств — участников СНГ и председатель Координационного совета РАН по взаимодействию со странами СНГ; председатель Наблюдательного совета премии “Глобальная энергия”;

академик **А.Б. Лисицын** осуществляет разработку предложений по фундаментальным и поисковым исследованиям в области создания новых и совершенствования существующих технологий пищевых продуктов, хранения сельскохозяйственного сырья с применением новых методов обработки; осуществляет координацию научных учреждений, подведомственных ФАНО России, по проведению фундаментальных и поисковых исследований в области хранения и переработки сельскохозяйственной продукции;

академик **А.Г. Литвак** представляет интересы РАН в Приволжском федеральном округе; член бюро Научно-издательского совета РАН; член Совета РАН по координации деятельности региональных отделений и региональных научных центров РАН;

академик **А.А. Макаров** — член Рабочей группы по вопросам электроэнергетики Комиссии при Президенте РФ по вопросам стратегии развития

топливно-энергетического комплекса и экологической безопасности; член Рабочей группы Экономического совета при Президенте РФ по направлению “Отраслевая и инфраструктурная политика”; заместитель председателя Общественного совета при Министерстве энергетики РФ;

академик **В.Л. Макаров** — член Координационного совета РАН по прогнозированию;

академик **В.А. Матвеев** — директор международной межправительственной научно-исследовательской организации Объединённого института ядерных исследований; член Совета по грантам при Президенте РФ для государственной поддержки молодых российских учёных и по государственной поддержке ведущих научных школ РФ; член Экспертного совета Российского научного фонда; член Наблюдательного совета Национального исследовательского центра “Курчатовский институт”;

академик **В.П. Матвеев** — заместитель председателя УрО РАН; член бюро Российского национального комитета по теоретической и прикладной механике; председатель Президиума Пермского научного центра УрО РАН; председатель Экспертного совета по региональным конкурсам РФФИ;

академик **Г.Г. Матишов** курирует взаимодействие РАН с Морской коллегией при Правительстве РФ; представляет интересы РАН в Южном и Северо-Кавказском федеральных округах; член Совета по грантам при Президенте РФ для государственной поддержки молодых российских учёных и по государственной поддержке ведущих научных школ РФ;

академик **Г.А. Месяц** — председатель Совета директоров институтов РАН; председатель Комиссии Президиума РАН по формулированию перечня программ фундаментальных исследований Президиума РАН, контролирует выполнение этих программ; член Комиссии по экспортному контролю РФ и председатель Комиссии по экспортному контролю РАН; член Координационного совета Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013–2020 годы;

академик **А.И. Мирошников** — председатель Президиума Пушкинского научного центра РАН;

академик **Н.Ф. Мясоедов** — заместитель академика-секретаря Отделения биологических наук РАН — руководитель Секции физико-химической биологии; член правления Российского нейрорхимического общества;

академик **Р.И. Нигматулин** курирует работу по проблеме “Мировой океан”; председатель Научного совета РАН по комплексной проблеме “Гидрофизика”; председатель Экспертной комиссии по премиям РАН за лучшие работы по популяризации науки; член Комиссии по Уставу РАН; ру-

ководит Советом по гидрологии и Секцией по проблемам морского исследовательского флота ФАНО России;

академик **Г.В. Осипов** возглавляет некоммерческое партнёрство “Общество социальных наук”; участвует в работе по взаимодействию с ОАО “РЖД”; член Высшей аттестационной комиссии при Министерстве образования и науки РФ; член Научного совета при Совете безопасности РФ; входит в состав Научно-экспертного совета при председателе Совета Федерации ФС РФ и Экспертного совета при председателе Государственной думы ФС РФ;

академик **Д.С. Павлов** – заместитель академика-секретаря Отделения биологических наук РАН – руководитель Секции общей биологии; в качестве заместителя председателя Научного совета РАН по проблемам экологии и чрезвычайным ситуациям осуществляет взаимодействие РАН с органами государственной власти;

академик **М.А. Пальцев** является представителем РАН в Государственной корпорации “Банк развития и внешнеэкономической деятельности”; руководит Центром общественных связей РАН; координирует деятельность РАН в области общественных связей, взаимодействия со средствами массовой информации, популяризации научных знаний; член Межведомственного совета по присуждению премий Правительства РФ в области науки и техники; член Национального аккредитационного совета; национальный представитель в Европейской ассоциации предиктивной, превентивной и персонализированной медицины (ЕРМА); главный редактор научно-практического журнала “Молекулярная медицина”;

академик **В.Н. Пармон** является российским национальным представителем в Европейской федерации каталитических обществ (EFCATS) и в Международной ассоциации каталитических обществ (IACS);

член-корреспондент РАН **М.Б. Пиотровский** – директор ФГБУ культуры “Государственный Эрмитаж”; член президиума Совета при Президенте РФ по культуре и искусству; член Совета при Президенте РФ по науке и образованию; президент Союза музеев России; главный редактор серии книг “Христианский Восток”;

академик **М.А. Погосян** – президент ОАО “Объединённая авиастроительная корпорация”; входит в состав Совета при Президенте РФ по модернизации экономики и инновационному развитию России, Научно-технического совета Военно-промышленной комиссии при Правительстве РФ, Экспертного совета при Правительстве РФ; член Совета директоров ОАО “Роснано”;

академик **Е.М. Примаков** – член президиума Совета при Президенте РФ по науке и образованию; член Научно-экспертного совета при пред-

седателе Совета Федерации ФС РФ; президент дискуссионного “Меркурий-клуба”; председатель Совета директоров ОАО “РТИ” (оборонные решения); председатель Попечительского совета Российского совета по международным делам; почётный президент общероссийской общественной организации “Российское общество политологов”;

академик **В.А. Рубаков** – заместитель академика-секретаря Отделения физических наук РАН – руководитель Секции ядерной физики; заместитель председателя Комиссии РАН по борьбе с лженаукой и фальсификацией научных исследований;

академик **Р.З. Сагдеев** – первый заместитель председателя СО РАН; возглавляет Приборную комиссию Президиума РАН; курирует вопросы создания, поддержки и развития центров коллективного пользования;

академик **В.А. Садовничий** – ректор МГУ им. М.В. Ломоносова; член Совета при Президенте РФ по науке и образованию; курирует взаимодействие РАН с высшей школой, работу по организации и проведению экспертизы научно-образовательных программ и проектов;

академик **Г.А. Софронов** руководит разработкой предложений о приоритетных направлениях развития медицинской науки в Северо-Западном регионе РФ; член Координационного совета Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013–2020 годы;

академик **В.И. Стародубов** курирует взаимодействие РАН с Министерством здравоохранения РФ и Министерством труда и социальной защиты РФ; член Бюджетной комиссии ФАНО России; заместитель председателя Высшей аттестационной комиссии при Министерстве образования и науки РФ;

академик **В.А. Тутельян** – заместитель главного учёного секретаря Президиума РАН; осуществляет взаимодействие и координацию членов РАН по Отделению медицинских наук РАН по участию в реализации программ фундаментальных научных исследований, в экспертизе научных и научно-технических результатов, полученных за счёт средств федерального бюджета, в оценке результатов деятельности научных организаций; организует межведомственную и межпрограммную координацию научных исследований в области нутрициологии с Министерством здравоохранения РФ; главный специалист-диетолог Министерства здравоохранения РФ; член бюро Научно-издательского совета РАН;

академик **И.Г. Ушачев** – член Научного совета при Совете безопасности РФ; заместитель председателя Общественного совета при Министерстве сельского хозяйства РФ; член президиума Агропромышленного союза России; организует разработку предложений о приоритетных на-

правлениях развития фундаментальных и поисковых научных исследований в области аграрной экономики; координирует фундаментальные и поисковые научные исследования учреждений ФАНО России и экономических факультетов образовательных организаций Министерства сельского хозяйства РФ по важнейшим направлениям аграрной экономики;

академик **В.И. Фисинин** — член Общественной палаты РФ; член Межведомственного совета по присуждению премий Правительства РФ в области науки и техники; член Совета при председателе Совета Федерации ФС РФ по вопросам агропромышленного комплекса и природопользования; член Коллегии Министерства сельского хозяйства РФ; организует разработку предложений о приоритетных направлениях развития фундаментальных и поисковых научных исследований в области зоотехнии, птицеводства и ветеринарной медицины; координирует фундаментальные и поисковые научные исследования учреждений ФАНО России и факультетов сельскохозяйственных учебных заведений в области зоотехники и ветеринарной медицины;

академик **А.И. Ханчук** — первый заместитель председателя ДВО РАН; координирует взаимодействие с федеральными и региональными органами государственной власти по вопросам исследований Арктической зоны РФ;

академик **А.Р. Хохлов** — председатель Совета по науке Министерства образования и науки РФ;

академик **В.А. Черешнев**, являясь председателем Комитета Государственной думы ФС РФ по науке и наукоёмким технологиям, осуществляет взаимодействие РАН с Государственной думой ФС РФ по вопросам правового обеспечения деятельности РАН;

академик **Б.Н. Четверушкин** — председатель Российского национального комитета по индустиальной и прикладной математике;

академик **В.П. Чехонин** — член Рабочей группы по медико-биологическим проблемам Военно-промышленной комиссии при Правительстве РФ.

• Утвердить члена-корреспондента РАН **А.И. Иванчика** главным редактором журнала “Вестник древней истории” РАН с 28 октября 2014 г. сроком на пять лет.

## ЮБИЛЕИ

### АКАДЕМИКУ И.Г. АТАБЕКОВУ — 80 ЛЕТ



Иосиф Григорьевич АТАБЕКОВ — крупный учёный-биолог, специалист в области общей и молекулярной биологии, вирусов, молекулярной фитовирусологии и применения фитовирусов как инструментов нанотехнологии, автор и соавтор более 360 научных публикаций, в том числе 3 монографий. Им выполнены исследования

структуры вирусного генома и механизмов его выражения в заражённой клетке, механизмов, контролирующих устойчивость растений к вирусам, негенетических взаимодействий между вирусами, процессов самосборки вирусных структур *in vivo* и *in vitro*. Изучены прикладные аспекты фитовирусологии и иммунохимии. Проведены фундаментальные исследования в области межклеточного транспорта вирусного генетического материала, позволившие разработать технологию конструирования растений, устойчивых к вирусной инфекции, и получить трансгенные растения картофеля с групповой устойчивостью к нескольким вирусам. Разработаны высокочувствительные методы массовой диагностики вирусов и ви-

роидов, применяемых в системе безвирусного семеноводства Российской Федерации. Выявлены новые механизмы трансляционной активации вирусных РНК в составе вирионов с участием вирусного транспортного белка и при фосфорилировании белка оболочки вируса.

И.Г. Атабеков — заведующий Отделом биохимии вирусов растений НИИ физико-химической биологии им. А.Н. Белозерского; профессор, заведующий кафедрой вирусологии, председатель диссертационного совета по вирусологии и молекулярной биологии, член учёного совета МГУ и биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова; председатель Экспертной комиссии по биологии и сельскому хозяйству Совета по грантам при Президенте РФ для поддержки молодых учёных и ведущих научных школ РФ, член Совета директоров Финско-российской лаборатории по биотехнологии при Университете г. Турку (Финляндия), член редколлегий журналов “Молекулярная биология”, “Биохимия” и “Вопросы вирусологии”. Среди его учеников 11 докторов и 67 кандидатов наук.

И.Г. Атабеков — заслуженный работник высшей школы РФ, дважды лауреат Государственной премии РФ.

## АКАДЕМИКУ О.А. БОГАТИКОВУ – 80 ЛЕТ



Олег Алексеевич БОГАТИКОВ – крупный учёный в области петрографии, магматической геологии и гидродинамики, автор более 600 научных публикаций, в том числе 32 монографий. Им внесён значительный вклад в изучение петрографии основных и щелочных пород и их металлогении, коренных пород дна океана;

проведена петрографическая типизация главных видов океанических магматических пород; установлена взаимозависимость характера магматизма от геодинамики; предложена модель разрастания континентальной коры за счёт океанической в зоне перехода океан–континент; показана роль океанического осадочного материала в образовании андезитов.

Олег Алексеевич является руководителем научного направления “Эволюция магматизма в истории Земли”. Им разработаны представления о взаимодействии магматических пород с геодинамикой; создано учение об эволюции магматизма, метаморфизма и рудообразования в истории Земли; обосновано положение о первичной базитовой коре Земли; разработана концепция эволюции магматизма планет земной группы на ранних

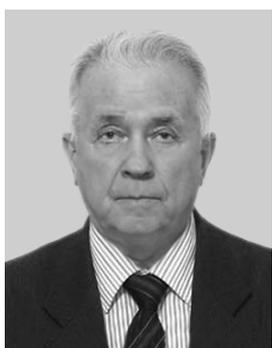
этапах их развития. В результате изотопных и геохронологических исследований впервые получены радиологические датировки основных древнейших пород.

Учёным внесён большой вклад в изучение лунных горных пород, эндогенных и экзогенных процессов на Луне. Он является соавтором открытия, касающегося расшифровки уникальных свойств лунного реголита.

О.А. Богатиков работал инструктором Отдела науки ЦК КПСС, был заместителем главного учёного секретаря Президиума АН СССР, членом Президиума РАН, академиком-секретарём Отделения наук о Земле РАН, заместителем председателя ВАК; в настоящее время он советник РАН, главный научный сотрудник Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН, председатель Межведомственного петрографического комитета РАН, главный редактор журнала “Петрология”, член редколлегии журналов “Доклады АН” и “Геохимия”. Среди его учеников более 10 докторов и около 20 кандидатов наук.

О.А. Богатиков – лауреат Государственной премии РФ, премии Правительства РФ, премии им. А.Е. Ферсмана АН СССР, совместной премии АН СССР и ЧССР, Демидовской премии, премии “Триумф”.

## АКАДЕМИКУ Г.А. ПОПОВУ – 80 ЛЕТ



Гарри Алексеевич ПОПОВ – крупный учёный в области прикладной механики, электрических ракетных двигателей и космических аппаратов с электроракетными двигателями, автор более 200 научных публикаций. С 1960 г. по настоящее время он занимается исследованиями и разработками электрических ракетных двигателей разных типов и их применением в космической технике.

На основе выполненных возглавляемым им научным коллективом исследований созданы стационарные и импульсные двигатели нового поколения с повышенным ресурсом. Стационарные плазменные двигатели устанавливаются и в течение многих лет успешно работают практически на всех современных российских геостационарных телекоммуникацион-

ных космических аппаратах и на ряде зарубежных подобных аппаратах. Созданные на базе импульсных плазменных двигателей инжекторы плазмы успешно функционировали около 14 лет на космической станции “Мир”.

Г.А. Попов – один из лидеров по исследованию и разработке космических аппаратов с маршевыми электрическими ракетными двигателями. Комплексные исследования, выполненные под его руководством, внесли большой вклад не только в создание двигателей нового поколения, но и в разработку новых космических систем – электроракетных транспортных модулей, использующих в качестве маршевых двигателей электрические ракетные двигатели для выведения космических аппаратов на высокоэнергетические орбиты, включая геостационарную орбиту. Новые схемы выведения с использованием электрических ракетных двигателей осваиваются отечественной промышленностью в качестве штатных.

Г.А. Попов — один из инициаторов создания в МАИ в 1987 г. с целью проведения фундаментальных и прикладных исследований в области новых систем и технологий космической техники Научно-исследовательского института прикладной механики и электродинамики и с первых дней его образования является его директором. Он профессор МАИ, член бюро Совета РАН по космосу и руководитель его экспертной комиссии “Фундаментальные проблемы осуществления космических полётов”, член НТС Федерального косми-

ческого агентства, член редколлегии журнала “Космические исследования”; в 1996—2000 гг. был вице-президентом Международной астронавтической федерации. Среди его учеников 3 доктора и 10 кандидатов наук.

Г.А. Попов — лауреат Государственной премии РФ, премии Совета Министров СССР, премии им. Ф.А. Цандера РАН, награждён орденом “Знак Почёта” и медалью ордена “За заслуги перед Отечеством” II степени.

#### АКАДЕМИКУ С.В. ШЕСТАКОВУ — 80 ЛЕТ



Сергей Васильевич ШЕСТАКОВ — крупный учёный-генетик, автор более 350 научных публикаций, в том числе 5 монографий и учебных пособий для вузов. Им внесён приоритетный вклад в решение проблем генетики микроорганизмов и растений, в развитие генной инженерии и биотехнологии, радиационной и

эволюционной генетики.

Сергей Васильевич разработал основы генетики, функциональной геномики и генной инженерии фототрофных бактерий; открыл у цианобактерий системы рекомбинации и репарации; разработал методы генетической трансформации, используемые ныне во многих лабораториях мира; создал новые генно-инженерные векторы для клонирования генов. Под его руководством построены генетические карты геномов ряда микроорганизмов; открыты и изучены ранее неизвестные гены фотосинтеза, азотного метаболизма, резистентности к стрессовым факторам; расшифрованы функции многих регуляторных генов; получены мутантные штаммы нового типа — продуценты молекулярного водорода, ионов аммония, убихинона Q10, ферментов, применяемых в биотехнологии.

Учёным раскрыта генетическая природа механизмов репарации двунитевых разрывов в ДНК и

предложена концепция пострадиационного восстановления компактных хромосом у прокариот. С позиций геномики обобщены сведения о ранних этапах биологической эволюции, развиты представления о ключевой роли горизонтального переноса генов в процессах эволюции.

С.В. Шестаков работал директором Института общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН, директором Международного биотехнологического центра, заведующим кафедрой генетики биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, был председателем Научного совета РАН по генетике и селекции. В настоящее время он член бюро Отделения биологических наук РАН, член президиума центрального совета Вавиловского общества генетиков и селекционеров, заслуженный профессор МГУ, почётный профессор Университета Уэльса, член Международной академии наук, председатель Комиссии Секции общей биологии РАН по присуждению премий РАН молодым учёным и студентам вузов, главный редактор журнала “Генетика”, член редсовета Большой российской энциклопедии, член редколлегий ряда научных журналов. Среди его учеников 4 доктора и более 40 кандидатов наук.

С.В. Шестаков — заслуженный деятель науки РФ, заслуженный работник высшей школы РФ, лауреат Государственной премии СССР, Ломоносовской премии 1-й степени МГУ им. М.В. Ломоносова, награждён золотой медалью им. Н.И. Вавилова РАН, медалью им. Пауля Эрлиха (Германия).

## ЧЛЕНУ-КОРРЕСПОНДЕНТУ РАН С.И. АНИСИМОВУ – 80 ЛЕТ



Сергей Иванович АНИСИМОВ – крупный учёный-физик, специалист в области физики сплошных сред и физики высоких плотностей энергии, создатель научной школы, автор более 280 научных публикаций, в том числе 2 монографий. В современную физику вошли результаты его классических работ по взаимодействию интенсивного излучения и потоков частиц с веществом, по физической гидродинамике и физике плазмы.

Важные результаты получены им при изучении взаимодействия мощного лазерного излучения с веществом (в том числе для задач инерционного термоядерного синтеза), исследовано явление неустойчивости при этом взаимодействии; выполнены пионерские работы по взаимодействию ультракоротких (пико- и фемтосекундных) лазерных импульсов с веществом. Разработана теория лазерной абляции. Исследованы структура и устойчивость ударных волн в неидеальных средах. Создана общая теория ударных волн разрежения. Разработана теория зажигания реакций инерционного термоядерного синтеза, найдены оптимальный состав топлива и критерий зажигания.

Выполнено численное моделирование Ленгмюровского коллапса – основного механизма генерации быстрых электронов в лазерной плазме.

Для работ Сергея Ивановича характерен чрезвычайно широкий спектр изучаемых проблем. Он разрабатывал системы защиты космических зондов от космической пыли в проекте “Вега” по исследованию кометы Галлея, занимался математическим моделированием экологических систем, исследовал дефекты структуры жидких кристаллов.

С.И. Анисимов работал в Физико-техническом институте им. А.Ф. Иоффе РАН, в Институте физики НАН Беларуси, был заведующим теоретическим отделом Объединённого института высоких температур РАН; в настоящее время он главный научный сотрудник Института теоретической физики им. Л.Д. Ландау РАН (работает в этом институте с момента его создания), профессор Московского физико-технического института. Среди его учеников 7 докторов и более 30 кандидатов наук.

С.И. Анисимов – лауреат Государственной премии СССР, премии им. А.Г. Столетова РАН, ряда международных премий, в том числе первый лауреат международной премии им. Л.Д. Ландау и Л. Спитцера, награждён орденами и медалями.

## ЧЛЕНУ-КОРРЕСПОНДЕНТУ РАН В.Е. БАЛАКИНУ – 70 ЛЕТ



Владимир Егорович БАЛАКИН – крупный учёный-физик, специалист в области физики элементарных частиц и физики ускорителей, автор более 100 научных публикаций. Он один из разработчиков методов встречных пучков и экспериментов на первых установках со встречными электрон-электронными и электрон-позитронными

пучками. В этих экспериментах была проверена квантовая электродинамика в ряде процессов, проведены исследования векторных мезонов в электрон-позитронной аннигиляции, впервые измерено сечение рождения адронов вдали от резонансов. Учёным предложен метод подавления неустойчивости пучка в линейном ускорителе, что позволило успешно ввести в работу первый линейный коллайдер в США “BNS-damping”. Научные идеи и технические решения, найденные Владимиром Егоровичем при разработке метода встречных линейных пучков, являются основой для разработки международного проекта линейного коллайдера.

В.Е. Балакин экспериментальным путём обнаружил новый процесс – рождение электрон-позитронных пар в фотон-фотонных столкновениях. Это привело к появлению нового направления исследований в физике высоких энергий – изучение адронной физики в фотон-фотонных процессах. Учёным введены новые понятия в физике ускорителей – “стохастический разогрев пучка при ускорении”, “адаптивная юстировка элементов ускорителя”, “фокусировка пучка методом бегущего фокуса”, “автофазировка пучка в фазовом пространстве” и др.

Последние годы работы В.Е. Балакина посвящены созданию нового поколения оборудования для лучевой терапии онкологических заболеваний с использованием протонного пучка. Разработанная учёным установка, будучи освоенной медициной, существенно поднимет эффективность лечения онкологических заболеваний.

В.Е. Балакин – заместитель директора Физического института им. П.Н. Лебедева РАН и директор его Физико-технического центра, генеральный директор ЗАО “ПРОТОМ”.

В.Е. Балакин – лауреат премии Ленинского комсомола, награждён орденом Дружбы народов.

## ЧЛЕНУ-КОРРЕСПОНДЕНТУ РАН А.В. ДМИТРИЕВУ – 80 ЛЕТ



Анатолий Васильевич ДМИТРИЕВ – известный учёный в области социополитических исследований, социологии миграции и социологии политики, автор более 300 научных публикаций, в том числе 20 монографий и 6 учебников и учебных пособий для вузов. Он один из основателей

русской конфликтологической науки. Им разработаны теоретические и практические аспекты проявления конфликтов в России и странах СНГ, а также проблемы миграции с позиций конфликтологии. Он методически обосновал необходимость использования в экономическом планировании социальных показателей. Особое внимание учёный обратил на специфику проявления конфликтов в России и странах СНГ, где они протекают довольно остро и где в их профилактике и регулировании особенно велика роль права. Общая авторская концепция в отношении социального конфликта состоит в понимании конфликта как явления, имманентного обществу и амбивалентного, то есть конфликт имеет как негативные, так и позитивные стороны. Кроме того, по мнению А.В. Дмитриева, со-

циальный конфликт может регулироваться, а не должен просто запрещаться или поощряться.

Под руководством Анатолия Васильевича объектом комплексного социального исследования Института социально-экономических проблем АН СССР впервые стали территориальные общности (район, город), что привело к созданию в 1975–1980 гг. планов экономического и социального развития территорий.

А.В. Дмитриев работал одним из руководителей Института комплексных исследований при Ленинградском университете, заместителем директора по научной работе Института социально-экономических проблем АН СССР, был заместителем академика-секретаря Отделения философии, социологии, психологии и права РАН и Отделения общественных наук РАН, руководителем Центра конфликтологии Отделения общественных наук РАН; в настоящее время он почётный президент Российской ассоциации политических наук, член Экспертного совета по социологии, политологии, конфликтологии и праву РФФИ и РГНФ, ведёт активную преподавательскую работу в ведущих вузах страны. Среди его учеников около 10 докторов и более 30 кандидатов наук.

А.В. Дмитриев – лауреат премии им. М.М. Ковалевского РАН.

## ЧЛЕНУ-КОРРЕСПОНДЕНТУ РАН Г.И. ДОЛГИХ – 60 ЛЕТ



Григорий Иванович ДОЛГИХ – известный учёный в области физики, акустики и сейсмологии океана, автор и соавтор более 280 научных публикаций, в том числе 2 монографий. Им заложены теоретические и экспериментальные основы применения лазерно-интерференционных методов для исследования океана;

разработаны и внедрены в океанологические исследования уникальные лазерные деформографы различных вариантов; созданы лазерный нанобарограф и лазерный измеритель вариаций давления гидросферы, что позволяет проводить исследования физических процессов геосфер на нануровне.

Григорий Иванович выполнил цикл исследований по нелинейной сейсмоакустике переходных зон, в результате чего получена важная информация о возникновении и развитии нелинейных явлений и процессов на границах раздела смежных геосфер и обнаружено новое явление вынужденного самоизлучения, играющего большую роль в развитии энергоёмких процессов в литосфере. Данные исследования позволили впервые экспериментально установить существование обратного барометрического эффекта на границе раздела сред и оценить воздействие приливов, морских волн и сейшевых колебаний на микродеформацию земной коры.

Исследование учёным пространственно-временных характеристик поверхностных и внутренних морских волн, их взаимосвязи с общим сей-

смоакустическим фоном позволило сформулировать представление о физике взаимодействия волновых полей океана с литосферой, оценить вклад этого взаимодействия в сейсмичность Земли, предложить новый бесконтактный способ изучения волновых полей океана. Для глобального мониторинга океана большое значение имеют экспериментальные исследования Г.И. Долгих закономерностей генерации и динамики морских волно-

вых процессов инфразвукового диапазона, их трансформации в сейсмоакустические колебания земной коры на границе гидросфера—литосфера.

Г.И. Долгих — заместитель директора Тихоокеанского океанологического института им. В.И. Ильичёва ДВО РАН, заместитель директора Школы естественных наук Дальневосточного федерального университета, заместитель председателя ДВО РАН. Среди его учеников 10 кандидатов наук.

#### ЧЛЕНУ-КОРРЕСПОНДЕНТУ РАН И.Т. КАСАВИНУ — 60 ЛЕТ



Илья Теодорович КАСАВИН — известный учёный-философ, специалист в области теории познания, социологии знания, философии науки, истории философии, науки и культуры, современной немецкой и американской философии, автор более 350 научных публикаций, в том числе 10 монографий и 1 учебного пособия для вузов. Им пред-

ложен новый вариант социальной теории познания с существенным расширением предмета эпистемологии, что позволяет анализировать не только научное знание, но и всё когнитивное многообразие сознания, деятельности и общения; обоснован специфический характер социальной эпистемологии по сравнению с классической теорией познания; сформулирована концепция креативной онтологии знания как дополнения социальной теории познания; исследована природа научных революций и традиций в науке и разработана их новая типология.

Илья Теодорович является инициатором издания трудов греческих, римских, американских, британских и немецких философов и учёных от античности до наших дней — Псевдоаристотеля, Птолемея, Парацельса, Р. Бэкона, И. Кеплера, Р. Бойля, Л. Окена, К. Эрстеда, Г. Фехнера, Дж. Хьюэлла, А.Н. Уайтхеда, К. Хьюбнера, Г. Фолмера и других.

И.Т. Касавин — заведующий сектором социальной эпистемологии Института философии РАН, ведёт учебные курсы по социальной эпистемологии в ряде московских университетов (эти курсы способствовали институционализации этого нового направления в России), главный редактор созданного им ежеквартального журнала Института философии РАН “Эпистемология и философия науки”, член редколлегий ряда российских и международных периодических изданий в области философии. Среди его учеников 2 доктора и 4 кандидата наук.

И.Т. Касавин — лауреат премии им. Г.В. Плеханова РАН, за цикл работ по методологии науки награждён медалью для молодых учёных РАН.

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



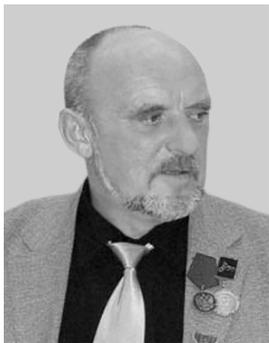
Владимир Фёдорович ЛУКИЧЁВ — крупный учёный в области физики слабой сверхпроводимости и технологических процессов микро- и наноэлектроники, возглавляет работы по разработкам технологий нано- и микроэлектромеханических устройств для авиационных навигационных систем, автор более 150 научных публикаций. Им по-

лучены приоритетные результаты в области теории слабой сверхпроводимости; найдены граничные условия (условия Куприянова—Лукичёва) для квазиклассических неравновесных функций Грина, обобщение которых позволяет рассчитывать параметры неоднородных структур на основе вы-

сокотемпературных сверхпроводников, джоуле-соновских переходов с прослойкой из ферромагнетиков и многозонных сверхпроводников; выполнены теоретические исследования перспективных глубоко субмикронных технологических процессов; разработана многокомпонентная модель и исследованы предельные возможности реактивного ионного травления кремниевых микро- и наноструктур; оптимизированы параметры технологического процесса глубокого анизотропного травления кремния с аспектными отношениями более 100.

В.Ф. Лукичёв — заместитель директора Физико-технологического института РАН, заведующий кафедрой полупроводниковых приборов МГТУ МИРЭА, ответственный секретарь журнала “Микроэлектроника”. Среди его учеников 1 доктор и 2 кандидата наук.

## ЧЛЕНУ-КОРРЕСПОНДЕНТУ РАН Е.В. СКЛЯРОВУ – 60 ЛЕТ



Евгений Викторович СКЛЯРОВ – крупный учёный в области петрологии, автор и соавтор более 400 научных публикаций, в том числе 6 монографий и 3 учебных пособий для вузов. Им выполнены фундаментальные исследования по геологии и петрологии высокотемпературных метаморфических комплексов, геологии

и петрологии офиолитов, взаимосвязи метаморфических процессов и тектоники, использованию петрологических индикаторов в реконструкциях тектонической эволюции складчатых поясов.

Учёным установлены закономерности состава и строения высокотемпературных поясов Центральной Азии, закономерности распространения офиолитов Южной Сибири и Северной Монголии; выявлены и изучены два глаукофансланцевых пояса в Центральной Азии и Северной Монголии, комплексы метаморфических ядер – своеобразных геологических структур, имеющих важное значение для реконструкции геодинамической эволюции Центрально-Азиатского складчатого пояса. Изучение офиолитов Юго-Восточного Саяна

позволило обосновать специфический “бонинитовый” тип рифейских офиолитов. Открыты уникальные геологические объекты – синколлизонные минглинг-дайки и коровые карбонатиты. При участии учёного открыты 9 новых минералов, в том числе 4 из породообразующих групп.

Евгений Викторович внёс значительный вклад в сферу геолого-съёмочных работ в Восточной Сибири и в составление геодинамических карт Северо-Восточной Азии.

Е.В. Скляров работал директором Института земной коры СО РАН, в настоящее время он главный научный сотрудник лаборатории палеогеодинамики института, член Президиума Иркутского научного центра СО РАН, член Объединённого учёного совета по наукам о Земле СО РАН, Межведомственного тектонического комитета РАН, Научного совета РАН по проблемам геологии докембрия, главный редактор журнала “Геодинамика и тектонофизика”, член редколлегии журналов “Геотектоника” РАН, “Геология и геофизика” и “География и природные ресурсы” СО РАН. Среди его учеников 4 доктора и 5 кандидатов наук.

Е.В. Скляров награждён медалью ордена “За заслуги перед Отечеством” II степени, медалями Дружбы (Монголия) и “800 лет создания Монгольского государства”.

## ЧЛЕНУ-КОРРЕСПОНДЕНТУ РАН Д.В. ТРЕЩЕВУ – 50 ЛЕТ



Дмитрий Валерьевич ТРЕЩЕВ – известный учёный в области теории динамических систем и классической механики, автор 75 научных публикаций, в том числе 2 монографий. Им совместно с академиком В.В. Козловым найдены все интегрируемые системы в классе гамильтоновых систем с торическим пространством

положений и потенциалом в виде тригонометрического полинома.

Учёным установлено существование инвариантных торов, появляющихся в результате распада при возмущении резонансных торов интегрируемых гамильтоновых систем; предложен метод непрерывного усреднения, позволяющий эффективно исследовать экспоненциально малые эффекты в системах с быстрыми и медленными переменными; даны верхние и нижние оценки для ширины стохастического слоя в гамильтоновых системах с двумя степенями свободы; установлена типичность явле-

ния диффузии Арнольда в априори неустойчивых гамильтоновых системах, близких к интегрируемым; получены неулучшаемые оценки для максимальной скорости диффузионных траекторий.

Дмитрий Валерьевич совместно с С.В. Болотным получил ряд обобщений формулы Хилла, устанавливающей связь между геометрическими и динамическими свойствами периодических траекторий гамильтоновых систем. Показано, что при взаимодействии конечномерной гамильтоновой системы с линейной бесконечномерной возникает эффективная диссипация, часто ведущая к простой финальной динамике.

Д.В. Трещев – заместитель директора Математического института им. В.А. Стеклова РАН, заведующий кафедрой теоретической механики и механотроники механико-математического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, член редколлегии ряда отечественных и зарубежных научных журналов. Среди его учеников 7 кандидатов наук.

Д.В. Трещев – лауреат Государственной премии РФ для молодых учёных, премии им. А.М. Ляпунова РАН.

## ЧЛЕНУ-КОРРЕСПОНДЕНТУ РАН В.А. ЦВЕТКОВУ – 50 ЛЕТ



Валерий Анатольевич ЦВЕТКОВ – известный учёный в области экономики и управления народным хозяйством, автор более 200 научных публикаций. Им внесён значительный вклад в теорию и методологию формирования рыночной экономики нашей страны, в изучение динамики и структуры народного хозяйства, механизмов формирования и общих закономерностей поведения корпоративных структур, их влияния на национальную экономику и динамику основных макроэкономических показателей в условиях становления рыночной экономики, в исследование результативности производственно-территориальной интеграции как основы повышения экономической безопасности территорий.

низмов формирования и общих закономерностей поведения корпоративных структур, их влияния на национальную экономику и динамику основных макроэкономических показателей в условиях становления рыночной экономики, в исследование результативности производственно-территориальной интеграции как основы повышения экономической безопасности территорий.

В.А. Цветков – исполняющий обязанности директора Института проблем рынка РАН, член Научного совета РАН по комплексным проблемам евразийской экономической интеграции, модернизации, конкурентоспособности и устойчивому развитию, Экспертного совета по антимонопольной, ценовой и тарифной политике Комитета Госдумы по экономической политике, инновационному развитию и предпринимательству, главный редактор журналов “Экономический вестник Секции экономики Отделения общественных наук РАН” и “Финансы и кредит”, председатель редакционного совета журнала “Управленческие науки”, член редколлегий ряда научных журналов. Среди его учеников более 10 докторов и кандидатов наук.

В.А. Цветков – лауреат премии Фонда содействия отечественной науке за 2002–2006 гг. (грант по программе “Лучшие экономисты РАН”).

|                          |                               |                               |                                            |
|--------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------|
| Сдано в набор 18.12.2014 | Подписано к печати 03.01.2015 | Дата выхода в свет 00.00.2015 | Формат 60 × 88 <sup>1</sup> / <sub>8</sub> |
| Офсетная печать          | Усл. печ. л. 12.0             | Усл. кр.-отт. 36.0 тыс.       | Уч.-изд. л. 12.0                           |
|                          | Тираж 2625 экз.               | Зак. 934                      | Бум. л. 6.0                                |
|                          |                               | Цена свободная                |                                            |

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

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