



# ВЕСТНИК РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

*научный и общественно-политический журнал*

ТОМ 83 № 9 2013 Сентябрь

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,  
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),  
Д.В. Рундквист, Ф.Г. Рутберг, А.С. Спиринов, В.С. Стёпин,  
Л.Д. Фаддеев, Е.П. Челышев, А.О. Чубарьян,  
Н.П. Шмелёв, 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 83, номер 9, 2013

---

---

## С кафедры Президиума РАН

*С.А. Недоспасов*

Врождённый иммунитет и его значение для биологии и медицины 771

Особенности иммунологии как науки и её развитие в России.

*Обсуждение научного сообщения* 780

---

## Организация исследовательской деятельности

*А.Г. Мержанов*

Модель академического института нового поколения 784

---

## Из рабочей тетради исследователя

*А.Э. Конторович, О.М. Ермилов, А.Н. Лапердин*

Геотехнология разработки месторождений нефти и газа 788

---

## Обзорение

*Г.М. Чернявский*

Космическая деятельность в России: проблемы и перспективы 799

*В.В. Лебедев*

Готовность России к защите Земли от астероидной опасности 807

---

## Этюды об учёных

*В.П. Андросов*

Востоковед на страже Академии наук. *К 150-летию со дня рождения академика С.Ф. Ольденбурга* 815

*А.А. Тишков*

Последний из могикан. *К 150-летию со дня рождения академика В.А. Обручева* 820

---

## История академических учреждений

*Ю.В. Наточин*

Физиология и медицина в Российской академии наук. *К 50-летию организации Отделения физиологии АН СССР* 828

---

## Былое

*Митрополит Климент (Капалин)*

Защита государственных интересов и распространение православия на Тихоокеанском севере 839

---

## Размышления над новой книгой

*А.Г. Гамбурцев*

Причинно-следственные связи между процессами в природе и обществе 844

---

## В мире книг

Рецензируется: “В.И. Вернадский и комиссия по истории знаний” 850

---

## Официальный отдел

Президиум РАН решил. – Юбилеи. – Награды и премии 853

Премии Российской академии наук и Национальной академии наук Беларуси 2012 года 862

Большие золотые медали имени М.В. Ломоносова Российской академии наук 2012 года 863

---

---

# CONTENTS

---

---

## Vol. 83, No. 9, 2013

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

---

---

### On the Rostrum of the RAS Presidium

*S.A. Nedospasov*

- Congenital Immunity: its Importance for Biology and Medicine 771  
Immunology as a Science and its Development in Russia. *Paper Discussion* 780
- 

### Organization of Research

*A.G. Merzhanov*

- New Generation Model of Academic Institute 784
- 

### From the Researcher's Notebook

*A.E. Kontorovich, O.M. Ermilov, A.N. Laperdin*

- Geotechnology of Oil and Gas Fields Development 788
- 

### Review

*G.M. Chernyavsky*

- Space Activity in Russia: Problems and Prospects 799

*V.V. Lebedev*

- Russia Availability to Protect the Earth from Asteroid Danger 807
- 

### Profile

*V.P. Androsov*

- Orientalist on Guard of the Academy of Sciences. *On the 150<sup>th</sup> Anniversary of the Birth of Academician S.F. Oldenburg* 815

*A.A. Tishkov*

- The Last of the Mohicans. *On the 150<sup>th</sup> Anniversary of the Birth of Academician V.A. Obruchev* 820
- 

### History of Academic Institutions

*Ju.V. Natochin*

- Physiology and Medicine in the Russian Academy of Sciences. *On the 50<sup>th</sup> Anniversary of the Organization Department of Physiology of the USSR Academy of Sciences* 828
- 

### Bygone Times

*Metropolitan Clement (Kapalin)*

- Protection of State Interests and Dissemination of Orthodoxy in the North Pacific 839
- 

### Reflections on a New Book

*A.G. Gamburtsev*

- The Processes in Nature and Society: Causal Links 844
- 

### In the Book World

- Reviewed: "V.I. Vernadsky and the Commission on the History of Knowledge" 850
- 

### Official Section

- Decisions of the RAS Presidium. Anniversaries. Awards and Prizes 853

- The 2012 Prizes of the Russian Academy of Sciences and the National Academy of Sciences of Belarus 862

- The 2012 Lomonosov's Great Gold Medals of the Russian Academy of Sciences 863
- 
-

DOI: 10.7868/S0869587313090132

За последние полвека достигнуты впечатляющие успехи в области профилактики и лечения многих опаснейших заболеваний. Однако механизмы, с помощью которых реализуется способность живого организма бороться с инфекциями и другими факторами, нарушающими его нормальное функционирование, долгое время оставались не прояснёнными. Новейшие исследования в области иммунологии дают надежду на создание в недалёком будущем общей теории иммунитета, которая поможет и практическим приложениям. Об этом на одном из заседаний Президиума РАН рассказал член-корреспондент РАН С.А. Недоспасов, текст сообщения которого с материалами последовавшего обсуждения публикуется ниже.

## ВРОЖДЁННЫЙ ИММУНИТЕТ И ЕГО ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ БИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЫ

С.А. Недоспасов

Более 100 лет назад И.И. Мечников указал на значение врождённого иммунитета, который он связывал с защитным действием фагоцитов. П. Эрлих и его школа — основные оппоненты Мечникова — главную защитную роль отводили антителам и другим гуморальным, неклеточным факторам. Развитие биологической и медицинской науки в XX в. пошло по такому пути, что в центре внимания постепенно оказались механизмы именно адаптивного (приобретённого) иммунитета. К этой ветви принадлежит большинство В-лимфоцитов, продуцирующих антитела, а открытие Т-лимфоцитов и их роли в механизмах иммунной защиты окончательно склонило чашу весов в сторону преимущественного значения, а значит, и изучения адаптивного иммунитета. В действительности, приобретённый иммунитет имеется только у очень небольшой доли всех живых организмов (1.5–2%), но поскольку к этой группе принадлежит человек, то адаптивные защитные механизмы стали главным предметом интереса как иммунологов, так и биологов.



НЕДОСПАСОВ Сергей Артурович — член-корреспондент РАН, заведующий лабораторией молекулярной иммунологии Института молекулярной биологии им. В.А. Энгельгардта РАН, заведующий отделом молекулярной иммунологии Института физико-химической биологии им. А.Н. Белозерского и заведующий кафедрой иммунологии биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова.

Революционное переосмысление места врождённого иммунитета в системе защиты живых организмов произошло в конце XX в. главным образом благодаря работам американского иммунолога Чарльза Джейнуэя и его последователей, среди которых самую яркую роль сыграл и играет наш соотечественник Руслан Меджитов.

Согласно теории Джейнуэя [1], между врождённым и приобретённым иммунитетом имеется ряд фундаментальных различий, первое и центральное из которых связано с разными стратегиями распознавания. Второе важнейшее отличие состоит в том, что реакция врождённого иммунитета развивается незамедлительно, в то время как для полноценного адаптивного ответа требуются дни и недели. Третья особенность: врождённый иммунитет принципиально не может обладать памятью. Напротив, клональный принцип, реализуемый при отборе лимфоцитов, являющихся частью адаптивного иммунитета, позволяет использовать наиболее удачные клоны “про запас”, на будущее, создавая таким образом иммунологическую память. Вместе с тем в соответствии с одним из краеугольных положений теории Джейнуэя первичное узнавание патогена осуществляется посредством механизмов врождённого иммунитета, и идущие от этих механизмов сигналы представляют собой необходимый этап в развитии адаптивного иммунного ответа.

**Стратегии иммунологического распознавания.** Сегодня мы знаем по порядку величины число генов у высших позвоночных —  $10^5$ . Из предположения, что сенсоры и рецепторы патогенов закодированы в геноме, возникает очевидная пробле-

**Таблица 1.** Принципы иммунологического распознавания

Врождённый иммунитет	Адаптивный иммунитет
“Микробное чужое” “Отсутствие своего”	“Чужое в контексте своего” Антиген-рецептор В-лимфоцитов

ма специфического распознавания миллионов окружающих нас потенциальных патогенов.

В рамках систем врождённого и адаптивного иммунитета млекопитающих проблема распознавания решается принципиально разными способами. Врождённое иммунное распознавание, которым обладают как животные, так и растения, полностью основано на неклональных рецепторах (сенсорах). Из-за ограниченности размера генома и общего числа генов количество таких рецепторов и генов относительно невелико — в интервале от 10 до 100. Поэтому рецепторы, участвующие во врождённом иммунном распознавании, отбирались в эволюции так, чтобы оканчиваться специфическими к микробным мишеням (“паттернам”, по определению Джейнуэя), являющимися инвариантными и консервативными для целого класса микробов. Наиболее естественными мишенями для распознавания являются компоненты клеточных стенок патогенов — именно они сходны или даже идентичны у целых классов микроорганизмов. Например, инвариантный компонент клеточной стенки грамотрицательных бактерий — это часть липополисахарида (ЛПС). Различных форм ЛПС, характерных для разных бактерий, существует много, и отдельные штаммы одного и того же вида могут различаться в деталях химической структуры ЛПС, но та часть структуры, которая распознаётся иммунными рецепторами и называется Lipid A, практически инвариантна для всех грамотрицательных бактерий. Соответственно, продукт одного гена, один рецептор, действующий вместе с дополнительным адаптерным белком, способен распознать химическое “микробное чужое”, характерное для всех грамотрицательных бактерий.

Отличительной чертой системы адаптивного иммунитета являются соматические формы генерирования разнообразия клональных иммунных рецепторов с помощью специальных механизмов рекомбинации или геной конверсии. По сути, уникальный рецептор случайно собирается из кусочков генов, позволяя существенно сэкономить на генетическом материале: требуемое разнообразие “набирается” как с помощью простой комбинарики при сборке окончательного продукта, так и с помощью дополнительных молекулярных механизмов. Благодаря этому генетический локус, содержащий порядка сотни генов, способен закодировать миллионы вариантов. Меха-

низм, обеспечивающий это разнообразие, реализуется только в иммунной системе и контролирует развитие адаптивного иммунного ответа у высших позвоночных. Каждый рецептор, включая и те, которые не могут быть использованы и будут отброшены (таковых большинство), имеет случайную специфичность. Нужные для организма рецепторы могут быть отобраны как в онтогенезе, так и в ходе иммунного ответа. Тем самым обеспечивается механизм, обуславливающий распознавание Т-лимфоцитами вирусной инфекции по принципу “чужое в контексте своего”. В более строгих научных терминах, это узнавание Т-клеточными рецепторами вирусного пептида в комплексе с собственными молекулами организма — молекулами главного комплекса гистосовместимости.

Другая ветвь адаптивного иммунитета — В-лимфоциты — распознают не пептид, а целый антиген (не обязательно белковой природы) с помощью клеточных рецепторов, которые также образуются по случайному принципу и в дальнейшем “отбираются на пригодность”.

Наконец, ещё одним принципом иммунологического распознавания является критерий “отсутствие своего”: защитная реакция проявляется по умолчанию против всех клеток, которые по некоторым молекулярным маркерам на поверхности отличаются от собственных нормальных клеток. Подобный механизм реализуется при распознавании заражённой или опухолевой клетки лимфоидными клетками врождённого иммунитета (NK-клетками — natural killer cells) и в тех случаях, когда миелоидным клеткам врождённого иммунитета распознавать и уничтожать клетки патогенов, но не свои собственные клетки, помогает система комплемента. В таблице 1 приведены четыре разных принципа иммунологического узнавания, два из которых характерны для врождённого иммунитета и два — для адаптивного.

**Врождённый иммунитет: молекулярные механизмы распознавания.** За последние 15 лет было открыто несколько семейств рецепторов (сенсоров), распознающих молекулярные паттерны патогенов, находящиеся как на клеточной мембране, так и внутри клетки. Обычно патоген или его компоненты распознаются несколькими рецепторами, принадлежащими к разным классам, что повышает надёжность защиты, обеспечиваемой врождённым иммунитетом.

В конце 1980-х годов в лаборатории выдающегося немецкого биолога и эмбриолога К. Нюсляйн-Фольхард при изучении механизмов эмбриогенеза у дрозофилы были открыты Toll-рецепторы [2]. Внеклеточный домен Toll-рецептора содержит около 30 повторов с фиксированным расстоянием между консервативными лейцинами. Их называют лейцин-богатыми участками или повторами (leucine-rich regions, LRR), и они

**Таблица 2.** Главные лиганды основных Toll-подобных рецепторов человека

Рецептор	Лиганд	Сигнальные адаптеры	Локализация
TLR 1/TLR 2	Триацелированные липопептиды	MyD88	Клеточная мембрана
TLR 2/TLR 6	Гликолипиды Диацилированные липопептиды Липобелки Липотейхоевые кислоты zymosan (Beta-glucan)	MyD88	Клеточная мембрана
TLR 3	Двуспиральная РНК	TRIF	Мембрана эндосом
TLR 4	Липополисахарид Другие лиганды	MyD88 TRIF	Клеточная мембрана Мембрана эндосом
TLR 7	Одноцепочечная РНК	MyD88	Мембрана эндосом
TLR 8	Одноцепочечная РНК	MyD88	Мембрана эндосом
TLR 9	Неметилированная CpG-богатая ДНК	MyD88	Мембрана эндосом

встречаются во многих белках, связанных с иммунным ответом у разных организмов (в том числе у растений). Так, основным механизмом врождённого иммунного ответа на патогены у мух являются антимикробные пептиды (дефензины), которые повреждают клеточные стенки бактерий или грибов и убивают их. Оказалось, что гены, кодирующие эти пептиды, находятся под контролем сигналов с Toll-рецептора. Ключевой эксперимент был поставлен Б. Лёметром в Страсбурге в лаборатории Ж. Хоффмана, удостоенного за эти исследования Нобелевской премии по физиологии или медицине 2011 г. [3]. Как удалось установить, мухи с мутациями в гене Toll быстро умирали в случае заражения грибковыми инфекциями именно из-за того, что антигрибковые пептиды, которые в норме быстро индуцируются в ответ на инфекцию, у них не синтезировались. При этом реакция на некоторые бактериальные патогены у таких мух была совершенно нормальной, и это свидетельствовало в пользу предположения, согласно которому мутация нарушила только одну из ветвей врождённого иммунного ответа.

Спустя короткое время рецепторы, похожие на Toll, были обнаружены и проклонированы и у млекопитающих – у человека и мыши [4, 5]. Они получили название “Toll-подобные рецепторы” (Toll-like receptors, TLR). Позднее выяснилось, что у млекопитающих насчитывается 10–12 таких рецепторов (табл. 2), причём количество функциональных рецепторов различается у разных видов [6].

Для передачи внутриклеточного сигнала Toll-подобные рецепторы образуют либо гомо-, либо гетеродимеры (см. табл. 2) и индуцируют сигнальный путь, приводящий к активации транскрипционного фактора NFκB и включению генов некоторых цитокинов (белки, обеспечивающие согласованное взаимодействие различных

клеток иммунной системы), а также так называемых ко-стимуляторных молекул для активации адаптивного иммунитета [6, 7]. Главную роль в передаче внутриклеточного сигнала играет белковый домен, гомологичный домену Toll и рецептору интерлейкина-1 (IL-1), который получил название TIR-домена (от Toll/IL1-Receptor). Этот домен содержит белковый модуль, позволяющий пристыковаться к нему особым адапторным молекулам, специфичным именно для этого класса рецепторов. Главный адаптор, участвующий в передаче сигнала у большинства TLR, называется MyD88. TLR3 (а в некоторых случаях и TLR4) использует другой внутриклеточный сигнальный адаптор – TRIF (см. табл. 2). Именно через TRIF запускается экспрессия противовирусных интерферонов I типа.

Димер TLR4 распознаёт липополисахарид, компонент бактериальной стенки грамотрицательных инфекций. Распознавание ЛПС, несомненно, имеет отношение к защитным функциям: мыши с мутантным или нокаутированным (инактивированным) геном TLR4 очень чувствительны к некоторым грамотрицательным инфекциям.

Димер TLR5 распознаёт высококонсервативный компонент молекулярного мотора бактерий – флагеллин.

TLR2 интересен тем, что он может образовывать функциональные гетеродимеры рецепторов (либо с TLR1, либо с TLR6), причём такие гетеродимеры узнают разные лиганды. Например, комбинация TLR1/2 распознаёт особый тип липопептидов, который синтезируется только у бактерий, а комбинация TLR2/6 – узнаёт липотейхоевые кислоты (другой общий компонент стенок грамположительных бактерий), ещё один тип липопептидов, имеющихся у микобактерий, и, кроме того, зимозан, являющийся компонентом клеточной

стенки некоторых грибковых патогенов. Таким образом, TLR2/6 распознаёт грамположительные бактерии, микобактерии и грибы, TLR4 – граммотрицательные бактерии, TLR1/2 – все бактерии. Важно, что все распознаваемые лиганды представляют собой продукты генов или метаболических путей, которых нет у высших организмов.

Следующая подгруппа Toll-подобных рецепторов включает TLR3, TLR7, TLR8 и TLR9, которые ориентированы на обнаружение вирусов (см. табл. 2). Очевидно, что у небольших вирусов не может быть уникальных метаболических путей, так как вирусы синтезируются в клетках хозяина с помощью биосинтетического аппарата хозяйской клетки. Для распознавания вирусов используется несколько систем рецепторов, и из Toll-подобных рецепторов TLR3, TLR7, TLR8 и TLR9 распознают вирусные нуклеиновые кислоты. Это весьма нетривиальный выбор распознавания “чужого” (так как нуклеиновые кислоты есть в любой клетке хозяина), и специфичность к нуклеиновой кислоте потенциального патогена достигается, во-первых, специфической локализацией лиганда в особых органеллах клетки (эндосомах или фагосомах) и, во-вторых, некоторыми различиями в структуре нуклеиновых кислот вируса и хозяина. Димер TLR3 распознаёт двуцепочечную РНК, которая образуется в процессе репликационного цикла большинства вирусов, а TLR7 и TLR8 – одноцепочечную РНК, поэтому они участвуют в распознавании только тех вирусов, у которых геном представлен одноцепочечной РНК, например вируса гриппа.

Структурные исследования пока позволили прояснить молекулярные детали лиганд-рецепторных взаимодействий только для нескольких TLR: димеры TLR3, TLR4, TLR5 и TLR2/6. Лейцин-богатые повторы во внеклеточных частях рецепторов образуют характерные подковообразные структуры. Интересно, что конфигурации взаимодействующих лигандов (или комплексов лигандов с адаптерными молекулами) совершенно разные. По-видимому, лейцин-богатые повторы образуют только каркас структуры Toll-подобных рецепторов, а полипептидные петли между индивидуальными повторами обеспечивают возможность высокоаффинного взаимодействия с химическими структурами столь различной природы, как нуклеиновые кислоты, липосахариды или липопептиды.

Вскоре после открытия роли Toll-подобных рецепторов были охарактеризованы несколько иных семейств внутриклеточных рецепторов врождённой иммунной защиты. Одно из них – NOD-подобные рецепторы (NLR), получившие своё название по имени первых молекул этого нового класса NOD1 и NOD2. Всего таких молекул и генов уже известно более 20. Некоторые из этих цитоплазматических рецепторов активируются

структурными фрагментами патогенов, в частности, после разрушения последних внутри заражённой клетки. Так, NOD1 узнаёт пептидогликан граммотрицательных бактерий, а NOD2 – мурамилдипептид, фрагмент другого пептидогликана, входящего в состав стенок как граммотрицательных, так и грамположительных бактерий. Пептидогликаны – уникальные для бактерий химические структуры, они образуют прочный каркас их внешней стенки.

Последствия передачи внутриклеточного сигнала от NOD-подобных рецепторов напоминают таковые для TLR – активируются сигнальные киназы, а затем несколько семейств транскрипционных факторов, включая NFκB. Активация других рецепторов этого семейства приводит к сборке и активации так называемых инфламасом (от inflammation – воспаление). Инфламасомы представляют собой многокомпонентные цитоплазматические белковые комплексы с молекулярной массой до  $10^6$  Da, активирующие “провоспалительные” каспазы 1 или 5 (CASP1 и CASP5), в результате чего образуются важные провоспалительные цитокины ИЛ-1β и ИЛ-18.

Существует ещё несколько классов рецепторов врождённого иммунитета (RIG-подобные рецепторы, рецепторы НК-клеток, лектиновые рецепторы и некоторые другие), которые в настоящей статье детально обсуждаться не будут.

**Эффекторные механизмы врождённого иммунитета.** Защита от бактериальных и грибковых патогенов у всех позвоночных осуществляется посредством фагоцитоза. Фагоциты, представленные макрофагами и нейтрофилами (последние при жизни И.И. Мечникова называли “микрофагами”), имеют несколько систем антибактериальной защиты. Они фагоцитируют (захватывают) патогены, а затем разрушают их в своих лизосомах, используя содержимое гранул (которые являются отличительной чертой многих клеток врождённого иммунитета). Арсенал бактерицидных факторов у фагоцитов значителен. К ним относятся ферменты, прямо разрушающие бактериальную клетку – лизоцим, различные протеазы, а также бактерицидные пептиды, такие как дефензины. Дополнительными мощными факторами бактерицидности являются активные формы кислорода и оксид азота.

Большое значение для реализации эффекторных механизмов врождённого иммунитета имеют и уже упоминавшиеся цитокины – белковые молекулы, осуществляющие коммуникацию между клетками иммунной системы. Цитокины являются составной частью молекулярных механизмов как врождённого, так и адаптивного иммунитета. Их действие может быть дистальным и системным, аутокринным или местным, в том числе распространяясь исключительно на те клетки, которые находятся в непосредственном контакте с

клеткой-продуцентом цитокина. Одни цитокины секретируются, другие закорены на мембране клетки-продуцента и только при определённых условиях могут быть высвобождены.

Наиболее важными для системы врождённого иммунитета являются цитокины семейств интерферонов I типа, интерлейкинов-1,6,12,17 и 18, а также фактора некроза опухолей. Надо отметить, что, хотя цитокины относят к гуморальным факторам врождённого иммунитета, обсуждать их в отрыве от функций клеток-продуцентов бессмысленно. Данное обстоятельство служит ещё одним доказательством условности и ограниченности деления иммунных механизмов на клеточные и гуморальные.

Интерфероны I типа (ИФН- $\alpha$  и ИФН- $\beta$ ), продуцируемые многими видами клеток, в первую очередь плазматоидными дендритными клетками, используются для защиты от вирусных инфекций. Эффекторный механизм действия этих интерферонов на вирусы состоит, во-первых, в блокировке трансляции, что должно предотвратить экспрессию вирусных белков, и, во-вторых, в деградации вирусной РНК за счёт активации специальной РНКазы — RNase L. Блокировка трансляции осуществляется благодаря фосфорилированию факторов инициации трансляции специальной белок-киназой PKR. Противовирусное действие интерферонов I типа также может привести к запрограммированной гибели заражённой клетки.

Для защиты от паразитарных инфекций, в том числе от многоклеточных паразитов (таких как гельминты), эозинофилы, базофилы и тучные клетки используют механизм внеклеточного цитолиза, в частности, выбрасывая гранулы, которые подобно гранулам фагоцитов содержат несколько активных белков, повреждающих клетки макропаразитов.

Помимо цитокинов следует выделить ещё один гуморальный эффекторный фактор врождённого иммунитета — систему комплемента, которая может сама эффективно повреждать или разрушать бактериальные патогены. Компоненты комплемента также способствуют опсонизации (обволакиванию) патогенов и их более эффективному фагоцитозу и уничтожению. В наиболее простом варианте фагоцит использует свои рецепторы, которые напрямую распознают бактерию, и фагоцитирует её. Вторая форма фагоцитоза основана на опсонизации патогена: у макрофагов и нейтрофилов есть рецепторы, способные распознавать белки (опсонины), производимые организмом-хозяином, а уже эти белки специфично связываются с патогеном. Один из самых известных опсонин — C3-компонент комплемента, одна функция которого заключается в опсонизации, а вторая — в запуске каскада для лизиса бактериальных клеток.

Регуляция врождённого иммунитета и воспалительной реакции осуществляется и другими видами молекул, но в этой статье они обсуждаться не будут.

**Взаимодействие между врождённым и адаптивным иммунитетом.** Система приобретённого (адаптивного) иммунитета основана на случайных рецепторах практически неограниченного разнообразия. При этом она не может сама по себе определить происхождение распознаваемого “сигнала”: исходит ли он от бактериального или вирусного патогена, от собственной ли клетки организма или от безвредного антигена, попавшего в кишечник с пищей.

Основополагающая идея Ч. Джейнуэя [1] состояла в том, что, распознав “микробное чужое” с помощью паттерн-распознающих сенсоров и рецепторов, система врождённого иммунитета не только незамедлительно включает защитные механизмы, но и посылает инструктивные сигналы системе адаптивного иммунитета, результаты действия которой, в свою очередь, смогут проявиться только через несколько дней или даже недель. При иммунизациях и вакцинациях компоненты вакцин, позволяющие добиться эффективного иммунного ответа, — так называемые адьюванты — “обманывают” иммунную систему, посылая ей ложный сигнал о заражении патогенами.

Механизмы антимикробного действия клеток, включённых в систему врождённой защиты, например нейтрофилов, таковы, что повреждения могут получить не только инфицированные, но и соседние, нормальные клетки. Тем самым иммунный ответ может выйти за рамки одной “плохой” клетки и превратиться в воспалительную реакцию, распространяющуюся на многие клетки. В этом состоит один из недостатков системы защиты врождённого иммунитета. Другим недостатком является отсутствие иммунологической памяти: при повторной инфекции иммунный ответ развивается “с нуля”. Напротив, система адаптивного иммунитета способна, во-первых, элиминировать заражённые или повреждённые клетки с высокой избирательностью, во-вторых, образовывать клетки иммунологической памяти, что упрощает борьбу с повторными инфекциями.

Главными клетками, которые связывают врождённый иммунитет с адаптивным в ходе иммунного ответа, являются миелоидные дендритные клетки, открытые Р. Штайнманом и З. Коном в 1973 г. [8] (за это Штайнман посмертно был удостоен Нобелевской премии 2011 г.). Дендритные клетки захватывают патоген на периферии (например, в барьерных тканях), активируются, а затем мигрируют в лимфатический узел, где, во-первых, предъявляют кусочки переваренного патогена Т-лимфоцитам и, во-вторых, передают им дополнительный сигнал, который в иммунологии

называется ко-стимуляцией. Этот сигнал сообщает Т-лимфоциту, что распознанный им главный сигнал произошёл именно из патогена — ведь самого патогена в лимфатическом узле нет и Т-лимфоцит напрямую с ним не встречался. После этого Т-клетки активируются, клонально размножаются и двигаются в противоположном направлении — в очаг заражения для элиминирования заражённых клеток. Движения всех клеток по кровяному руслу, с лимфой или в тканях регулируются градиентами хемотактических цитокинов, часть из которых относят к регуляторам врождённого иммунитета.

**Некоторые отечественные исследования механизмов врождённого иммунитета.** Изучение молекулярных механизмов врождённого иммунитета в СССР началось в середине 1980-х годов с молекулярно-генетических исследований цитокинов (интерферонов, интерлейкинов и фактора некроза опухолей (ФНО)). Так, в Институте молекулярной биологии АН СССР, в лаборатории Г.П. Георгиева в 1985–1986 гг. были впервые молекулярно клонированы генетические локусы человека и мыши, содержащие гены фактора некроза опухолей и его ближайшего “родственника” лимфотоксина (впоследствии оказалось, что генов лимфотоксина два — альфа и бета, а всего ФНО-подобных белков в организме около 20). Эти работы проводились в сотрудничестве с коллегами из Института биоорганической химии АН СССР, в первую очередь с безвременно ушедшими из жизни В.Г. Коробко и В.Н. Добрыниным. Результатами совместных исследований стали несколько коллективных публикаций [9, 10], соавторами которых выступили Г.П. Георгиев и Ю.А. Овчинников (последний вместе с Р.В. Петровым сыграл огромную роль в разворачивании иммунологических исследований в Академии наук). Нельзя не отметить поддержку наших первых немного наивных исследований иммунологом Г.И. Абелевым и известным онкологом М.Р. Личиницером.

В середине 1980-х годов роль фактора некроза опухолей в регуляции иммунитета и воспаления не была известна, ему приписывалась совершенно иная физиологическая функция, связанная с защитой от опухолевых клеток. ФНО был открыт в лаборатории американского иммунолога Л. Олда благодаря его противоопухолевым эффектам, но чудодейственного лекарства против рака из него, к сожалению, не получилось. Л. Олд знал о наших генетических работах из публикаций [10–12] и в дальнейшем всячески помогал нашей лаборатории.

В последующие годы было установлено, что ФНО является, наряду с интерлейкином-1 и интерлейкином-6, одним из трёх главных провоспалительных цитокинов, причём его синтез запускается буквально через минуты после активации

многих рецепторов врождённого иммунитета (в частности, рецепторами семейства TLR и с помощью транскрипционного фактора NF $\kappa$ B [13, 14]). Важнейший член семейства ФНО — лиганд рецептора Fas (или CD95) — запускает процесс программируемой клеточной гибели и является одним из центральных регуляторов гомеостаза клеток иммунной системы [15].

В середине 90-х годов прошлого века в лаборатории К. Раевского (иностранного члена РАН) в Кёльне была разработана современная технология внесения модификаций в геном мыши [16], которая оказалась исключительно востребована именно в рамках исследований в области иммунологии. К тому времени технология генетических нокаутов уже стала одним из основных инструментов при изучении функций генов. Используя её, наша лаборатория создала несколько панелей уникальных мышей, некоторые из них и по сей день используются во многих лабораториях мира.

Во-первых, мы создали нокаутных мышей по всем трём генам локуса ФНО/ЛТ, то есть фактора некроза опухолей, лимфотоксина-альфа и лимфотоксина-бета. Поскольку считалось, что у этих генов и их продуктов могут быть сходные функции, которые не проявлялись бы в мышцах с одиночными нокаутами, мы произвели попарные инактивации, а также инактивацию всех трёх генов данного локуса [17, 18]. Эти эксперименты позволили окончательно разграничить функции ФНО и лимфотоксинов. Оказалось, что часть их функций не относится к реакциям врождённого иммунитета, а связана с гомеостазом иммунной системы.

Во-вторых, мы создали панели мышей, где каждый из трёх генов локуса ФНО/ЛТ был инактивирован в отдельном, заранее выбранном типе клеток иммунной системы (это позволяет создать новый вариант технологии, разработанной К. Раевским и его учениками [16]). В результате удалось связать каждую из отдельных функций многофункциональных цитокинов (как защитных, так и “патологических”) с клетками-продуцентами [19, 20].

В-третьих, для работ по экспериментальной антицитокиновой терапии аутоиммунных заболеваний мы создали несколько вариантов гуманизированных мышей, то есть таких, у которых функциональный ген ФНО (и/или лимфотоксина) мыши заменён на ген ФНО человека [21]. Некоторые лекарства, широко используемые в клинической терапии, не блокируют ФНО мыши, но блокируют ФНО человека в таких мышцах. Гуманизированные мыши корректно воспроизводят как “полезные” (защитные, гомеостатические), так и “вредные” функции ФНО человека в организме

мышы. Благодаря этому открываются широкие перспективы для экспериментальной терапии аутоиммунных заболеваний. Известно, что одним из серьёзных побочных эффектов антицитокиновой терапии является активация “спящих” инфекций, в частности туберкулёза. Это отчасти объясняется тем фактом, что одной из главных физиологических функций ФНО в системе врождённого иммунитета является контроль так называемых гранулём [22, 23] — своеобразных капсул вокруг кластеров заражённых клеток, которые в норме должны защищать нас всю жизнь.

**Значение исследований врождённого иммунитета для медицины.** Фундаментальное значение недавних открытий в области изучения врождённого иммунитета представляется почти очевидным. Удалось не только объяснить многие явления, ранее остававшиеся не до конца понятными, но, по сути, заложить основы общей теории иммунитета, которые, в свою очередь, опираются на эволюционные представления и почти наверняка выдержат проверку временем.

Однако у обсуждаемых достижений есть и очень важная медицинская составляющая. Не секрет, что вакцин против многих бактериальных и вирусных инфекций не существует. Малярия, туберкулёз и СПИД входят в список болезней, против которых превентивные вакцины пока бессильны, да и эффективной иммунотерапии не разработано. Что касается существующих методов и протоколов типичных иммунизаций, то они создавались в отсутствии точных молекулярных знаний. Механизмы работы адъювантов даже в случаях успешных вакцин оставались непонятными до самого недавнего времени. Современное учение о врождённом иммунитете поможет понять, как надо и как не надо делать вакцины.

Улучшение образования в области современной иммунологии и онкоиммунологии должно избавить наши аптеки от десятков совершенно бесполезных лекарств, в рекламе которых используется приставка “иммуно”, а механизмы действия либо не установлены, либо противоречат современным знаниям в области молекулярной иммунологии.

Наконец, важно понимать, что иммунный и воспалительный ответ может развиваться и на вещества, которые не существовали в природе (например, на всякие наноматериалы) — обстоятельство, не являющееся очевидным для многих узких специалистов. Интересным представляется и вопрос об иммунных реакциях на компоненты микроорганизмов, которые в течение миллионов лет оставались в вечной мерзлоте и избежали контактов с эволюционировавшими за это время иммунными системами современных растений, животных и человека.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Janeway C.A.* Approaching the asymptote? Evolution and revolution in immunology // Cold Spring Harb. Symp. Quant. Biol. 1989. V. 54. Part 1. P. 1–13.
2. *St Johnston D., Nüsslein-Volhard C.* The origin of pattern and polarity in the *Drosophila* embryo // Cell. 1992. V. 68. P. 201–219.
3. *Lemaitre B., Nicolas E., Michaut L., Reichhart J.M., Hoffmann J.A.* The dorsoventral regulatory gene cassette *spätzle/Toll/cactus* controls the potent antifungal response in *Drosophila* adults // Cell. 1996. V. 86. P. 973–983.
4. *Medzhitov R., Preston-Hurlburt P., Janeway C.A.* A human homologue of the *Drosophila* Toll protein signals activation of adaptive immunity // Nature. 1997. V. 388. P. 394–397.
5. *Poltorak A., He X., Smirnova I. et al.* Defective LPS signaling in C3H/HeJ and C57BL/10ScCr mice: mutations in *Tlr4* gene // Science. 1998. V. 282. P. 2085–2088.
6. *Takeda K., Kaisho T., Akira S.* Toll-like receptors // Annu. Rev. Immunol. 2003. V. 21. P. 335–376.
7. *Недоспасов С.А.* Врождённый иммунитет и его механизмы. М.: Научный мир, 2012.
8. *Steinman R.M., Cohn Z.A.* Identification of a novel cell type in peripheral lymphoid organs of mice. I. Morphology, quantitation, tissue distribution // J. Exp. Med. 1973. V. 137. P. 1142–1162.
9. *Недоспасов С.А., Шахов А.Н., Турецкая Р.Л. и др.* Молекулярное клонирование генов, кодирующих факторы некроза опухолей человека: тандемное расположение альфа и бета генов в коротком сегменте (6 тыс. пар нуклеотидов) генома человека // Докл. Акад. наук СССР. 1985. Т. 285. С. 1487–1490.
10. *Nedospasov S.A., Shakhov A.N., Turetskaya R.L. et al.* Tandem arrangement of the genes coding for tumor necrosis factor (TNF- $\alpha$ ) and lymphotoxin (TNF- $\beta$ ) in human genome // Cold Spring Harb. Symp. Quant. Biol. 1986. V. 51. P. 611–625.
11. *Nedospasov S.A., Hirt B., Shakhov A.N. et al.* The genes coding for tumor necrosis factor (TNF- $\alpha$ ) and lymphotoxin (TNF- $\beta$ ) are tandemly arranged on the chromosome 17 of the mouse // Nucleic Acids Res. 1986. V. 14. P. 7713–7725.
12. *Muller U., Jongeneel C.V., Nedospasov S.A. et al.* Tumor necrosis factor and lymphotoxin genes map close to H-2D in the mouse major histocompatibility complex // Nature. 1987. V. 325. P. 265–267.
13. *Shakhov A.N., Collart M., Vassalli P. et al.*  $\kappa$ B-type enhancers are involved in LPS-mediated transcriptional activation of the tumor necrosis factor  $\alpha$  gene in primary macrophages // J. Exp. Med. 1990. V. 171. P. 35–48.
14. *Kuprash D.V., Udalova I.A., Turetskaya R.L. et al.* Similarity and differences between human and murine TNF promoters in their response to LPS // J. Immunol. 1999. V. 162. P. 4045–4052.
15. *Nagata S.* Fas ligand-induced apoptosis // Annual Rev. Genet. 1999. V. 33. P. 29–55.

16. Gu H., Marth J.D., Orban P.C. et al. Deletion of a DNA polymerase beta gene segment in T cells using cell type-specific gene targeting // *Science*. 1994. V. 265. P. 103–106.
17. Nedospasov S.A., Grivennikov S.I., Kuprash D.V. Physiological role of TNF and TNFR superfamilies, as assessed by genetic knockouts // *Cytokine Knockouts*. 2nd edition / Ed. By G. Fantuzzi. Totawa, New Jersey: Humana Press, 2003.
18. Kuprash D.V., Alimzhanov M.B., Tumanov A.V. et al. Redundancy in TNF and LT signaling in vivo: mice with inactivation of the entire TNF/LT locus versus single knockout mice // *Mol. Cell Biol.* 2002. V. 22. P. 8626–8634.
19. Grivennikov S.I., Tumanov A.V., Liepinsh D.J. et al. Distinct and non-redundant in vivo functions of TNF produced by T cells and macrophages/ neutrophils: protective and deleterious effects // *Immunity*. 2005. V. 22. P. 93–104.
20. Tumanov A.V., Kruglov A.A., Grivennikov S.I. et al. Cellular source and molecular form of TNF specify its distinct functions in the development and maintenance of secondary lymphoid tissues // *Blood*. 2010. V. 116. P. 3456–3464.
21. Kruglov A.A., Kuchmiy A., Grivennikov S.I. et al. Physiological functions of Tumor Necrosis Factor and the consequences of its pathologic overexpression or blockade: mouse models // *Cytokine Growth Factors Rev.* 2008. V. 19. P. 231–244.
22. Kindler V., Sappino A.P., Grau G.E. et al. The inducing role of tumor necrosis factor in the development of bactericidal granulomas during BCG infection // *Cell*. 1989. V. 56. P. 731–740.
23. Jacobs M., Togbe D., Fremont C. et al. Tumor necrosis factor is critical to control tuberculosis infection // *Microbes Infect.* 2007. V. 9. P. 624–628.

*После выступления С.А. Недоспасов ответил на вопросы.*

**Академик Ю.С. Осипов:** У меня возник один, возможно наивный, вопрос: организм гуманизированной мыши стабилен или нет?

**С.А. Недоспасов:** Здесь нет однозначного ответа. При замене всей иммунной системы можно путём определённых манипуляций полностью лишить мышей их собственной иммунной системы, а затем, пересадив клетки человеческого костного мозга, получить гуманизированных мышей. Такие мыши представляют собой модельные организмы, созданные специально для проведения какого-то конкретного эксперимента, и они не являются стабильными. Напротив, в случаях применения генетических манипуляций, если удаётся вставить человеческий ген в надлежащее место генома, можно не только гуманизировать организм мыши, но и сделать его стабильным. В настоящее время такие опыты проводятся в ряде лабораторий и имеют положительные результаты: получены мыши, большая часть генома которых подверглась многократным операциям замещения некоторых важных мышинных генов на человеческие. Благодаря подобному методу мы

формируем генетически устойчивые организмы. Опыты такого рода очень сложны и материально затратны, но польза от них огромна. Использование мышей, гуманизированных с применением генетического нокаута, открывает возможность осуществлять удивительные эксперименты, позволяющие моделировать не только заболевания, но и различные варианты их лечения. Кроме этого, такие исследования ценны своим значением для развития экспериментальной науки.

**Ю.С. Осипов:** Свойства, привнесённые извне, наследуются?

**С.А. Недоспасов:** Очень хороший вопрос. Те геномы, которыми обладают люди или мыши, живущие в естественной среде, — продукт многих тысяч лет эволюции. Мыши с модифицированным геномом позволяют учёным решать те или иные краткосрочные задачи, но у нас нет оснований утверждать, что имеющаяся мутация будет стабильной и мыши, если выпустить их в живую природу, смогут включиться во внутри- и межвидовую конкуренцию. Они живут в специальных условиях, воспроизводимых в лаборатории, поэтому проблема их выживаемости в естественной среде принципиально не ставится. Однако вопрос, безусловно, закономерен — проникая в сформировавшийся в ходе эволюции геном и манипулируя с конкретными генами, мы, сами того не желая, можем нарушить нечто крайне важное для стабильного воспроизводства какого-то отдельного свойства или организма в целом.

**Академик В.А. Черешнев:** Вы упомянули об адьювантах как о мощной неспецифической стимуляции иммунного ответа. Почему же не использовать адьюванты при создании вакцин против вирусных инфекций, в частности, против ВИЧ-инфекции?

**С.А. Недоспасов:** Неоднократно приезжавший в Россию с лекциями Р. Цинкернагель (тоже иностранный член РАН), ставший в 1996 г. нобелевским лауреатом по физиологии или медицине за исследования по распознаванию иммунной системой заражённых вирусом клеток, считает, что если вакцина получена не на основе живого организма (а с использованием пептида, белка и т.д.), то она никогда не будет достаточно эффективной. Отсюда и его пессимистический взгляд на ведущиеся работы по созданию вакцины против ВИЧ-инфекции и других заболеваний. Идея Цинкернагеля заключается в следующем: когда инфекционный агент поражает иммунную систему, в которой не сразу возникает защитный ответ, и размножается в ней, у иммунной системы всё-таки остаётся шанс на полноценную реакцию — по крайней мере, так происходит в живой природе, где организмы не иммунизируют с помощью адьювантов. Именно этим принципом он предлагает руководствоваться при создании вакцин. Тем не менее во многих случаях, если вакцина создаётся с использованием каких-то компонентов вируса, адьюванты, безусловно, нужны.

**В.А. Черешнев:** У меня ещё один вопрос. Если появляется первая опухолевая клетка, на каком этапе активизируется врождённый иммунитет и на каком этапе его действия активизируются медиаторы, цитокины, которые должны инициировать апоптоз, какова здесь динамика?

**С.А. Недоспасов:** Согласно идеям П. Эрлиха, высказанным столетие назад, поскольку мы не умираем от рака в самом раннем возрасте, это, вероятно, означает, что иммунная система всё-таки защищает нас от раковых клеток. Однако данная концепция иммунного надзора до сих пор остаётся противоречивой, обнаруживаются и факты, подкрепляющие её в каких-то конкретных аспектах, и факты, противоречащие ей.

Сегодняшние наши представления о развитии раковой клетки связаны своим появлением совершенствованию технологий полногеномного анализа. Эти методы позволяют, взяв любую опухолевую клетку, отсеквенировать геном (то есть определить всю последовательность в 3 млрд. нуклеотидов в ДНК) и оценить количество мутаций в опухоли. Как оказалось, речь идёт о десятках и даже сотнях мутаций, в то время как ранее предполагалось, что опухоль возникает вследствие одной мутации и, чтобы вылечить заболевание, надо лишь заблокировать активированный такой мутацией онкоген. В то же время реальная ситуация даёт больше шансов для формирования адекватного иммунного ответа. Мутации приводят к возникновению клеток, сильно отличных от здоровых, которые, в соответствии с теорией распознавания, будут с хорошей вероятностью идентифицироваться как “чужое”. Существует важный компонент врождённого противоопухолевого иммунитета — уже упомянутые НК-клетки, естественные киллеры. В большинстве опухолевых клеток нарушается экспрессия на поверхности некоторых важных маркерных белков. Естественные киллеры, обнаруживая клетку, у которой на поверхности отсутствует подобный молекулярный пароль, убивают её “по умолчанию”.

**В.А. Черешнев:** И последний вопрос: как связан иммунный ответ с воспалением?

**С.А. Недоспасов:** Очень тесно связан. Скажу так: “хорошее” воспаление — это часть иммунного ответа. Но почему гены, управляющие иммунным ответом, и гены, контролирующие воспаление, формировались в ходе эволюции вместе, невозможно объяснить на основе тех знаний, которыми мы сегодня располагаем.

Академик **А.Р. Хохлов:** Иммунная система возникла в результате долгой молекулярной эволюции. Но мне кажется очевидным, что в неживых физико-химических системах, начиная с некоторого уровня сложности, должны наблюдаться какие-то аналогичные явления, по крайней мере, какие-то простейшие молекулярные структуры и процессы, которые можно объяснить, исходя из представлений о функционировании иммуните-

та. В данном направлении кто-нибудь в мире работает?

**С.А. Недоспасов:** Разумеется, после того как учёные “разобрали” значительную часть иммунной системы на составляющие и охарактеризовали каждую из них, возник вопрос о том, можно ли, искусственно собрав некоторые из этих составляющих, получить функционирующую иммунную систему. Вопрос вполне закономерен: мы пришли к некоторому пониманию структуры и механизмов взаимодействия входящих в неё элементов и теперь хотим, попытавшись сконструировать на основе своих представлений искусственный аналог, проверить, является ли это понимание правильным. Исследования такого рода ведутся. Сейчас развивается научное направление синтетической биологии, которое — на примере искусственных микроорганизмов — должно показать, какие физиологические свойства можно воссоздать, а какие нельзя.

Академик **Ю.А. Израэль:** Вполне понятно, что когда мы говорим об иммунитете, мы говорим о живых организмах. Но если понимать иммунитет как систему, функционирование которой обеспечивает защиту или перестройку некоторого тела, то подобные процессы происходят и с неживыми объектами. Можно привести очень много примеров в подтверждение этой идеи. У морской скалы, подвергающейся постоянному воздействию воды, сначала нет никакого “иммунитета”. Но по мере нарастания биологической плёнки возникает приобретённый “иммунитет”, и скала становится более прочной по отношению к воздействию. Возможно, это формальное сходство, но, согласитесь, оно, несомненно, имеется. А потому возникает вопрос: можно ли действовать с неживыми объектами, опираясь на знания о функционировании иммунитета живых организмов?

**С.А. Недоспасов:** Вопрос для меня сложный, но я постараюсь ответить. Большая область биоинженерии занимается поиском существующих как в живой, так и в неживой природе веществ или компонентов, обладающих защитными свойствами. Сейчас результаты в этой области напоминают достижения китайской медицины: мы не знаем, каким образом работает то, что давно и успешно используется. Отсюда и сложность поисков. Иммунитетом это не называется, исходя из концептуальных соображений. Можно говорить об использовании некоторых упрощённых аспектов функционирования иммунной системы, использовании, основанном на объяснении принципов действия одного или нескольких её компонентов. Применяя такие знания в практических целях, можно создавать искусственные, несуществующие в природе системы, отбирая и собирая надлежащим образом самые разные вещества, которые будут выполнять то или иное защитное действие.

## ОСОБЕННОСТИ ИММУНОЛОГИИ КАК НАУКИ И ЕЁ РАЗВИТИЕ В РОССИИ

### ОБСУЖДЕНИЕ НАУЧНОГО СООБЩЕНИЯ

Открывая дискуссию академик **В.А. Черешнев** отметил, что интерес к врождённому иммунитету в последние годы только возрастает. Две системы — адаптивного иммунитета и врождённого — существуют только у сложноорганизованных животных, и если адаптивный обнаруживается лишь у 1.5% позвоночных, то врождённый присущ всем живым организмам, включая растения. Он возник полтора миллиарда лет назад, тогда как история адаптивного иммунитета насчитывает 500 млн. лет. Формирование новой формы иммунной защиты, по всей видимости, было обусловлено мощным увеличением числа микроорганизмов и вирусов в период кембрийского эволюционного взрыва. Первые клетки, составляющие систему адаптивного иммунитета, то есть первые лимфоциты, появились у челюстных рыб, и происходило это следующим образом: ретровирусы внедрились в половые клетки этих рыб и трансформировали их, в результате чего развилась лимфоцитарная система. И вот сегодня, заметил В.А. Черешнев, эволюция вирусов вновь делает существующую иммунную систему уязвимой. На протяжении XX в. зоонозная ВИЧ-инфекция, поразившая два рода обезьян — шимпанзе и мангобей, трансформировалась в антропоноз. Если все вирусы внедряются в основном в эпителиальные клетки любого тракта — дыхательного, мочеполового, пищеварительного, то вирус иммунодефицита внедряется в CD4 Т-лимфоциты, то есть непосредственно в систему адаптивного иммунитета, и разрушает её. О каких вакцинах может идти речь, если поражено именно то звено, что должно продуцировать иммунный ответ? Поэтому столь пристальное внимание привлекает система врождённого иммунитета, и на неё возлагаются надежды в борьбе с такой опасной вирусной инфекцией, какой является ВИЧ-инфекция.

В.А. Черешнев подчеркнул важность исследований, проводимых уже 20 лет в Йельском университете, начатых Ч. Джейнуэем и продолженных его учеником Р. Меджитовым, которого в настоящее время считают одним из главных претендентов на Нобелевскую премию. Значение проведённых исследований и развитой на этом основании теории трудно переоценить, пояснил В.А. Черешнев, — это настоящая революция в изучении врождённого иммунитета. Теперь известно, что клетки врождённого иммунитета обладают рецепторами, благодаря которым распознают “паттерны” патогенов, и, реагируя на них, активируют гены воспаления — универсальной

защитной реакции организма. Более того, не только экзо-, но и эндогенные факторы вызывают ответ со стороны врождённого иммунитета. В качестве подобных факторов могут выступать не только опухолевые образования, но и различные травмы, нарушения в работе органов, такие как инфаркт, или их трансформация, например, при подагре. Любые изменения в клетке провоцируют отклик системы врождённого иммунитета, и это одна из причин развития аутоиммунных заболеваний. Во всех описанных процессах, добавил В.А. Черешнев, важнейшую роль играют цитокины, позволяя клеткам иммунной системы коммуницировать. Известно уже порядка 360 различных белков, относящихся к этой группе, и учёные продолжают обнаруживать новые. Например, были открыты “тормозные”, то есть подавляющие продукцию провоспалительных, цитокины — интерлейкин-10 и трансформирующий фактор роста бета.

Поразительно, заметил В.А. Черешнев, что фундаментальное значение врождённого иммунитета было фактически предсказано И.И. Мечниковым более столетия назад. Мечников упорно, вплоть до потери зрения вследствие неустанных наблюдений за клеточной активностью, изучал явление фагоцитоза и сумел предсказать связь этого процесса с воспалением. В лекциях “О сравнительной патологии воспаления”, опубликованных в 1890 г., Мечников объявил, что сущность воспаления является фагоцитоз, а все остальные явления представляют собой лишь вспомогательные средства, позволяющие облегчить его протекание.

По мнению В.А. Черешнева, крайне важно, что С.А. Недоспасов и его коллеги продолжают разрабатывать идеи великого русского учёного. Вместе с тем необходимо помнить: иммунология в нашей стране развивается не только в Институте молекулярной биологии им. В.А. Энгельгардта РАН. Например, в МГУ им. М.В. Ломоносова уже четвёртый год действует открытая при поддержке В.А. Садовниченко кафедра иммунологии. Там готовят новые научные кадры и пропагандируются новейшие знания в рассматриваемой области. В заключение В.А. Черешнев пожелал, чтобы девизом кафедры и иммунологических исследований в целом стали слова Мечникова, произнесённые им в 1894 г. на Международном конгрессе врачей в Будапеште. Отвечая на реплику знаменитого немецкого микробиолога Ю.Р. Петри, сравнившего фагоцитарную теорию с восточной

сказкой, Мечников заметил, что учёные должны не фагоцитировать, не пожирать друг друга, а помогать и кооперироваться подобно тому, как это делают фагоциты и антитела.

Академик **А.А. Макаров** сказал несколько слов о научном пути С.А. Недоспасова, который в начале 1990-х годов не просто уехал в США, но сумел создать там лабораторию, а позднее вернулся в Россию с солидным багажом знаний, что и продемонстрировал в своём докладе. А.А. Макаров сообщил, что С.А. Недоспасов – лауреат немецкой премии Гумбольдта и премии РАН им. И.И. Мечникова – являет собой замечательный пример учёного, занимающегося наукой мирового уровня в российских реалиях и доказывающего тем самым, что мировая наука может продуктивно развиваться и в нашей стране. Кроме того, А.А. Макаров отметил просветительскую деятельность С.А. Недоспасова, организовавшего в 2000 г. образовательную программу “Онкоиммунология” и нашедшего для неё стабильное финансирование из зарубежных источников, позволившее на регулярной основе приглашать в Россию выдающихся учёных в области не только иммунологии, но и молекулярной биологии. Благодаря этому и состоявшиеся учёные, и студенты получили уникальную возможность прослушать лекции многих нобелевских лауреатов, исследователей, формирующих лицо иммунологии XXI в.

Академик **В.Т. Иванов** подчеркнул высокий научный уровень заслушанного доклада, в котором была показана не только ситуация с изучением врождённого иммунитета в мире, но и вклад российских учёных в эти исследования, представлены ключевые положения новейших теорий врождённого иммунитета и их апробация путём экспериментов с генетически модифицированными мышами. Однако В.Т. Иванов посетовал, что в сообщении не нашлось места для структурных аспектов, то есть описания механизма взаимодействия компонентов врождённого иммунитета на молекулярном уровне. Методом, позволяющим наиболее глубоко изучить эти механизмы, является рентгеноструктурный анализ компонентов, комплексов и участников самых разных этапов функционирования иммунной системы. В России сталкивается с серьёзными проблемами развитие рентгеноструктурного анализа биологических структур, как и развитие структурной биологии в целом, и отсутствие соответствующей проблематики в докладе, предположил В.Т. Иванов, вероятно, связано с этими неблагоприятными условиями.

В.Т. Иванов высказал свои соображения по поводу причин сложившегося положения. Внедрение рентгеноструктурного анализа требует больших финансовых вложений, пояснил он, и у отдельных институтов не хватает средств на оборудование лабораторий необходимой аппара-

турой. Нехватка средств, в свою очередь, вызвана тем, что финансирование научного процесса в настоящее время полностью обеспечивается за счёт грантовой системы. Гранты распределяются между отдельными лабораториями, каждая из которых развивает то или иное локальное направление исследований. Однако источников финансирования крупных и высоко затратных проектов, обеспечивающих фундамент целой научной области, а не отдельного её фрагмента, у нас нет. Чтобы создать научно-техническую инфраструктуру, предназначенную для широкого коллективного пользования, необходимо базовое финансирование. Это не означает, что грантовая система неэффективна и от неё следует отказаться. Она имеет свои положительные стороны, но не может удовлетворить все потребности научной деятельности. Поэтому, заключил В.Т. Иванов, следовало бы всерьёз заняться вопросом включения элементов базового финансирования в существующую систему материального обеспечения научного процесса.

По мнению академика **Р.В. Петрова**, основное достоинство заслушанного доклада – панорамность представленной в нём картины развития исследований врождённого иммунитета, благодаря чему возникает множество очень разных вопросов. Например, в чём одновременно прелесть и сложность иммунологии? В кажущейся безграничности исследований, идущих как по горизонтали, путём вовлечения всё большего числа явлений в перечень представляющих научный интерес, так и по вертикали – в глубь изучаемых процессов.

С одной стороны, пояснил Р.В. Петров, существует проблема корректного определения предмета изучения. Используя понятие “иммунитет”, мы, как правило, подразумеваем слово “защита”, однако это очень широкое определение. Если задаться вопросом, является ли панцирь черепахи защитой, то в случае положительного ответа панцирь надо рассматривать как составляющую иммунитета! Руководствуясь подобной логикой, можно прийти к выводу, что и нож в кармане тоже является частью иммунитета. С другой стороны, по мере развития иммунологии происходит приращение новых и явно не избыточных терминов: к базовому понятию “иммунитет” прибавляются “адаптивный иммунитет”, “иммунное распознавание”, “врождённый иммунитет”, “приобретённый иммунитет”. Каждый термин указывает на определённую отрасль иммунологии и на определённую составляющую иммунной системы, которая по функциональному многообразию сравнима, может быть, только с мозгом. К этому нельзя не добавить, что и память обнаруживается только у высшей нервной деятельности (мозга) и иммунной системы. Следовательно, заключил Р.В. Петров, возникает новая проблема: поскольку функ-

ций много, какую из них следует считать главной? Можно утверждать, что таковой является функция распознавания — распознавания органического мира, и в этом смысле иммунитет предстаёт одним из органов чувств. Этот орган постоянно сканирует внешний по отношению к организму мир, фиксируя не цвет, звук или вкус, а органику, биологическое присутствие в нашем организме, и запоминает полученную информацию.

Р.В. Петров также подчеркнул, что изучение иммунитета находится на стыке различных дисциплин: специалисты из других областей часто выходят на иммунологическую проблематику, а иммунологи в свою очередь вторгаются в область химии, общей биологии и т.д. Так возникают новые направления: иммунохимия, иммунобиология и др. Помимо этих общих направлений, по которым идёт изучение иммунной системы, существуют более локальные и в то же время требующие привлечения всех имеющихся в иммунологии и смежных дисциплинах знаний проблемы, такие как исследование аутоиммунных болезней или взаимоотношений мать—плод.

В продолжение рассуждений Р.В. Петрова академик **М.А. Островский** обратил внимание присутствующих на то, что несколько в стороне от внимания докладчика осталась одна из дисциплин, к которой иммунология имеет непосредственное отношение — физиология. Вместе с тем, в современной физиологии интегративная физиология, физиология иммунной системы — одно из центральных, интереснейших и актуальнейших направлений. На всех международных физиологических конгрессах, съездах физиологов и других мероприятиях оно занимает достойное место по количеству представляемых докладов и проводимых обсуждений. И это неудивительно, ведь речь идёт о функциях здорового организма, а значит, в рамках физиологии иммунная система выступает в качестве одного из основных органов, в том числе органов чувств, представляя собой седьмой такой орган.

М.А. Островский также обратил внимание на необходимость следить за интересами студенчества. Молодёжь, пояснил он, всегда тонко чувствует, где формируется самое интересное и потенциально богатое на открытия направление научного поиска. Если посмотреть на иммунологию с этой точки зрения, то нельзя не отметить, что кафедра иммунологии на биологическом факультете МГУ им. М.В. Ломоносова является одной из самых популярных кафедр, с самым большим конкурсом при поступлении.

Завершая обсуждение, академик **Ю.С. Осипов** задал С.А. Недоспасову вопрос, связанный с упомянутой Р.В. Петровым функцией сканирования и распознавания, присущей иммунной системе. Задачи распознавания крайне интересуют математиков, объяснил Ю.С. Осипов и попросил

уточнить, проводятся ли исследования в сфере математического моделирования и математических методов распознавания, непосредственно нацеленные на выяснение механизмов работы иммунной системы.

**С.А. Недоспасов** подтвердил, что иммунная система действительно непрерывно сканирует как внешние воздействия, так и внутренние изменения благодаря механизмам молекулярного узнавания. Что касается участия специалистов в области математического моделирования в иммунологических исследованиях, то оно имеет место. Иммунология, пояснил С.А. Недоспасов, привлекла очень большое число учёных из других дисциплин, причём не только микробиологов и химиков, но и, например, физиков. Это обусловлено интегративным характером таких проблем, как распознавание “своего” и “чужого” или регуляция иммунного ответа. Изучение последнего особенно требует участия математиков, поскольку необходимо просчитывать многочисленные обратные связи.

В России, признал С.А. Недоспасов, такие исследования не столь масштабны, как в других странах, тем не менее они развиваются. Например, моделированием различных аспектов иммунного ответа в отношении вирусных инфекций на протяжении многих лет занимается Г.А. Бочаров, сотрудник Института вычислительной математики РАН и ученик Г.И. Марчука. Учитывая, что иммунология из описательной превратилась в точную науку, это направление исследований необходимо активизировать.

**Ю.С. Осипов** уточнил, что работы, проводимые в Институте вычислительной математики РАН учениками Г.И. Марчука, относятся к задачам построения простых моделей для иммунной системы, однако это не совсем то направление, которое он имел в виду, задавая свой вопрос. Его интересовали задачи следующего вида: допустим неизвестно, из чего состоит сообщество распознаваемых объектов, но известно, какие классы выделять для распознавания этого сообщества; тогда, зная классы, можно попытаться восстановить структуру распознающих образований. Такие расчёты довольно трудны, и даже компьютерное моделирование не может осуществить их в полном объёме, но сама проблема не становится из-за этого менее интересной или перспективной, подчеркнул Ю.С. Осипов и подытожил, что, по его впечатлению, биология развивается довольно интенсивно, в то время как математическая биология — значительно медленнее.

Ю.С. Осипов также прокомментировал замечание В.Т. Иванова по поводу способов финансирования фундаментальной науки, согласившись, что если отдельные лаборатории, отделы или подразделения какого-то института финансируются выделенным образом, имеют крупные гранты и,

следовательно, перед ними открываются большие возможности, это прекрасно. Однако с точки зрения постановки широких проблем на уровне целого института и, тем более, группы институтов такой механизм оказывается неудовлетворительным. Осознание этого противоречия привело к широкой дискуссии, развернувшейся в настоящее время по вопросу выработки оптимальной схемы финансирования науки. Спор ведётся между представителями двух крайних точек зрения. В соответствии с первой, надо финансировать совокупность отдельных лабораторий, в соответствии со второй – нужно поддерживать среду, в которой работают учёные, поскольку наука не делается только великими людьми, гениями. Гений, если он не оказывается в соответствующей среде, за редким исключением, не способен на крупные открытия и впечатляющие прорывы.

Указанный спор не сводится только к финансовой стороне дела, отметил Ю.С. Осипов, но имеет более глубокий научно-организационный смысл. Многие учёные придерживаются компромиссного варианта, выступая за совмещение базового финансирования с приоритетной поддержкой отдельных “точек роста”. Вместе с тем

нужно понимать: возможна ситуация, когда в перспективный проект будут вложены большие средства, а он впоследствии не даст никаких результатов. Это неизбежно, и потери можно нейтрализовать только в том случае, если наряду с большими проектами будет развиваться научная среда в целом. В качестве примера Ю.С. Осипов привёл поддержку программы фундаментальных исследований Президиума РАН “Молекулярная и клеточная биология”. По этой программе работают сильные коллективы, но целесообразно ли ставить вопрос об особой их поддержке в ущерб другим областям научного знания? Нет, поскольку такая стратегия основана на поверхностном понимании самой сути фундаментальной науки. Каким бы актуальным, перспективным и продуктивным не было бы рассматриваемое направление научных исследований, это не отменяет необходимости с не меньшим вниманием относиться к работам коллективов других учёных – математиков, физиков, химиков, гуманитариев.

*Материалы обсуждения подготовила к печати кандидат философских наук С.В. ПИРОЖКОВА*

## ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

DOI: 10.7868/S0869587313090090

Учёными страны широко обсуждается проблема реформирования науки, структур РАН в целом и её институтов, а также связанные с этим вопросы организации подготовки кадров и проведения научных исследований. Автор статьи рассматривает возможные пути оптимизации структуры института для решения насущных задач науки. По его мнению, в академии должны быть представлены все три научных направления – фундаментальное, инновационное и прикладное, а само реформирование Академии наук и отдельных институтов должно проходить с учётом их особенностей и специфики.

### МОДЕЛЬ АКАДЕМИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

А.Г. Мержанов

В последнее время всё громче звучат голоса, критикующие систему организации подготовки кадров и научных исследований в России. Досталось даже нашей гордости – знаменитым научным школам. Начались распри между различными органами управления наукой. Несмотря на успешное использование нефтяной трубы, приносящей России большой доход, в науку поступает недостаточно бюджетных средств. Широкий фронт работ не обеспечен, что мешает завершать крупные научные разработки. Становится ясным, что политика руководства страны диктует неизбежность самообеспечения научных разработок. Как говорится, спасение утопающих – дело рук самих утопающих.

А что наука? Как она защищает себя? Недостаточно активно. Создаётся ошибочное впечатление, что она не стремится самореформироваться. Однако учёные начали понимать, что для успеха их деятельности необходимо найти эффективные способы использования частного капитала. Сейчас это самый реальный путь расширить масштаб и глубину исследований. Важно найти правильные подходы, организовать их обсуждение среди учёных, а не среди чиновников от науки. Акаде-

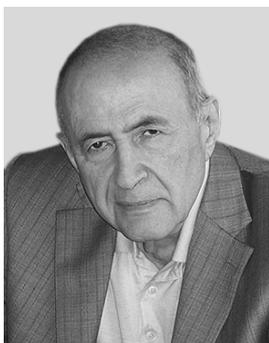
мия наук должна выполнять более широкие функции по развитию науки в России. Думаю, что это будет способствовать и сокращению бюрократического аппарата. Но для этого необходимо реформировать не только структуру академических институтов, но и всей академии.

Откликнувшись на призыв принять участие в обсуждении данной проблемы, хочу изложить свою точку зрения.

Прежде всего обсудим вопрос о характере проблемы, подчеркнув, что постановки научных задач и их решение бывают фундаментальными, инновационными и прикладными.

Фундаментальные исследования отвечают на вопрос *что?* Что мы получим, если произведём определённые действия? Фундаментальные исследования могут давать как положительные, так и отрицательные результаты, которые в любом случае значимы для дальнейшей научной работы. Но чрезмерное увлечение фундаментальными исследованиями в условиях острого дефицита средств может быть излишним. В качестве примера можно привести такую аналогию. Представим себе вертикальный разрез Земли, где пласты – это знания. Чем глубже залегает пласт, тем весомее знания и тем труднее их добыть. В пластах работают рудокопы, которые откапывают знания и передают их на поверхность. Если рудокопы забрались так глубоко, что не могут поднять на поверхность добытые знания, то пользы от их работы нет. Поэтому при дефиците средств очень важно сразу же правильно поставить задачу, что делается не всегда.

Инновационные работы отвечают на вопрос, *как сделать?* Полезность этих исследований уже показана в фундаментальных работах. Вопрос заключается в том, как сделать продукт более дешёвым и не дефицитным? В научной литературе существует много разных определений инновации.



МЕРЖАНОВ Александр Григорьевич – академик, научный руководитель Института структурной макрокинетики и проблем материаловедения РАН.

Вот пример из Википедии: “Инновация — это внедрённое новшество, обеспечивающее качественный рост эффективности процессов или продукции, востребованное рынком”. Таким образом, необходима последовательность: идея — инвестиции — разработка — процесс внедрения — получение качественного улучшения.

Как известно, одна и та же задача часто имеет множество решений. Учёные должны выбрать наиболее эффективное решение. Исследовательских же работ, в которых проводилось бы сравнение конечных результатов, полученных различными способами, очень мало.

Отбор идёт по следующим показателям: востребованность продукта; стоимость и доступность сырья; качество продукта; объём потребления.

Выбор оптимальных условий для получения того или иного продукта — одна из главных задач. В России много заготовок для инновационных разработок, использование которых может дать полезные результаты.

В прикладных исследованиях определяется, *где и когда* следует организовать разработку, чтобы быстрее получить результат. Создание специализированного оборудования, изучение эксплуатационных характеристик продукта — это примеры прикладных исследований. Раньше в стране была сильная прикладная наука, разделы которой локализовались в различных министерствах, но перестройка и последующее реформирование хозяйственной деятельности почти полностью развалили организацию прикладных исследований, и теперь её надо создавать заново. Таким образом, восстановление прикладного потенциала является важной задачей организации научных исследований в России.

Рассмотрим общую проблему на примере отдельного института — Института структурной макрокинетики и проблем материаловедения РАН (ИСМАН), который, на мой взгляд, наиболее подготовлен к реформированию. Автор настоящей статьи был директором этого института в течение 17 лет и хорошо знает все нюансы его работы.

История института необычна. Он был создан в конце 80-х годов прошлого столетия. В то время создание новых научных институтов было официально запрещено, но в данном случае сделали исключение. Именно в то время президент Академии наук Гурий Иванович Марчук и председатель Совета министров СССР Николай Иванович Рыжков проводили государственный эксперимент по функционированию межотраслевых научно-технических комплексов (МНТК), которые представляли собой связанные друг с другом институты, конструкторские бюро и заводы. Задача сформированных 16 МНТК заключалась в создании опытно-промышленных технологий.

Один из комплексов (МНТК “Термосинтез”) был организован с целью внедрения нашей разработки, направленной на развитие и использование результатов в области твердопламенного горения. В таком процессе из различных веществ, способных реагировать с выделением тепла, образуются полностью или преимущественно твёрдые продукты, которые почти все представляют собой ценные с практической точки зрения материалы. Процесс, получивший название “самораспространяющийся высокотемпературный синтез” (СВС), фактически являлся простым способом их получения. Твердопламенное горение впоследствии было признано крупным научным открытием и важным достижением российской науки.

Для участников эксперимента были созданы идеальные условия работы. В МНТК сложился дружный коллектив, умеющий добиваться цели. Мы всё успевали: создавали новые технологии, проводили опытные наработки разных продуктов, писали статьи, выступали с докладами на конференциях. Я уверен, что если бы не распад СССР, наш МНТК по-прежнему занимал бы лидирующие позиции.

Удачно сложилось для МНТК “Термосинтез” и международное сотрудничество. За границей высоко оценили СВС-технология, стали её использовать и признавали нас лидерами этого направления. Но, к сожалению, новая власть не захотела поддерживать МНТК и отказалась от такой формы развития науки и техники.

Когда был создан ИСМАН, возник вопрос, к какому ведомству он должен относиться. На него претендовал Минцветмет СССР. Я же считал, что институт должен входить в состав Академии наук и предложил перевести в министерство весь комплекс, кроме института. Предложение было принято. Эту ситуацию в шутку стали называть подарком Мерджанова академии, хотя я до сих пор не могу понять, понравился мой подарок или нет.

Создание нашего института и МНТК явилось важным признаком заинтересованности в инновациях и их освоении. Я считаю, что линия, которую развивал МНТК, должна быть продолжена в новых условиях хозяйствования.

Вернёмся к вопросу о реформировании организации науки в стране. Думаю, что все три направления развития науки (фундаментальное, инновационное, прикладное) должны быть представлены в Академии наук, которая обязана широко подходить к выбору направлений исследования. Если раньше академия занималась только фундаментальными исследованиями, то теперь этого недостаточно, так как на экономику страны они прямого влияния не оказывают.

В структуре института нового типа предлагается создать шесть отделений, полностью представляющих три указанных направления разработок:

- отделение фундаментальных исследований;
- отделение инновационных разработок;
- отделение опытных и опытно-промышленных технологий;
- центр подготовки кадров;
- отдел международного сотрудничества;
- отделение содействия работам.

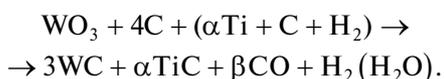
Фундаментальные направления развиваются в академическом институте сегодняшнего дня. В ИСМАНе, например, это структурная макрокинетика (СМК), в рамках которой рассматриваются прямые и обратные нелинейные связи между скоростями химических реакций фазовых и структурных превращений и тепломассообменом. Именно в этом институте было сделано научное открытие твёрдого пламени, а его сотрудники дали ему теоретическое и экспериментально-диагностическое обоснование. Не каждый институт может похвастаться тем, что в основу его деятельности положено научное открытие.

В ИСМАНе успешно занимаются и некоторыми смежными фундаментальными проблемами, например, химией горения газов, газодинамикой и химией ударных волн.

Не будем останавливаться на других научных направлениях института, приведём лишь один пример. Речь пойдёт о химии горения водорода и углеводородов. Успех этих исследований состоит в том, что с помощью подбора комбинаций ингибиторов и промоторов научились управлять различными режимами протекания реакций. Начаты инновационные работы в этом направлении, связанные с обеспечением пожаровзрывобезопасности в угольных шахтах.

Известно, что хорошие результаты можно получить только тогда, когда в работе участвуют все члены коллектива, объединённые решением общей задачи. Считаю, что для дальнейшего развития ИСМАНа важно находить такие крупные проблемы, которые позволяли бы всех сделать единомышленниками.

В качестве примера приведу технологию получения карбида вольфрама. Основная реакция горения может иметь вид:



Для создания такой технологии необходимо выполнить следующие работы:

- подготовить исходную шихту (смешение, гранулирование);
- провести термодинамический анализ;
- разработать математическую модель технологического процесса;

- изучить механизм горения и фазоструктурообразования карбида;
- отработать оптимальный режим синтеза;
- разработать метод выделения целевого продукта;
- определить условия безопасности при работе с водородом;
- изучить свойства полученного продукта;
- разработать технологию и технологическую документацию;
- подготовить технико-экономическое обоснование эффективности;
- провести маркетинговые исследования.

Простое перечисление работ свидетельствует о необходимости объединения усилий всего коллектива института. Отмечу также возможность создания серии оборудования (реакторов, в которых предусмотрено устройство для дополнительного нагрева и зажигания — СВС-аттриторы, СВС-газостаты, СВС-экструдеры и др.).

Сейчас в ИСМАНе активно обсуждаются варианты инновационного использования разработок института, намечается интересная программа исследований. Она должна быть реализована при участии внебюджетных подразделений и финансироваться за счёт средств партнёров и инвесторов. Это интересный путь расширения деятельности академии и института.

Перечислю некоторые важные задачи, которые решаются в настоящее время в ИСМАНе совместно с другими организациями:

- синтез некоторых элементоорганических соединений и металлов;
- производство ферротитана и титана из ильменита;
- создание эффективных ударопрочных СВС-материалов и изделий.

В качестве перспективных работ можно назвать:

- создание монокристалльных изделий;
- проектирование и изготовление специализированного СВС-оборудования;
- использование в технологии СВС сверхскоростных центрифуг.

Учёные ИСМАНа обладают большим опытом сотрудничества с другими организациями. Руководители подразделений должны и впредь активно искать партнёров для выполнения запланированных работ.

Отделение инновационных разработок можно представить состоящим из следующих подразделений:

- отдел инновационной идеологии и методологии;
- отдел высокоэффективных технологий;
- отдел прикладных исследований;
- отдел изучения эксплуатационных свойств;

- отдел содействия инновациям;
- отдел документального оформления разработок;
- отдел маркетинга, рекламной деятельности.

Конечно, для развития таких работ нужны хорошо подготовленные кадры, которых в настоящее время нет. Поэтому вопрос подготовки кадров стоит очень остро. Для этого, как мне видится, необходимо создать новую специальность “структурная макрокинетика”, а также разработать курсы тематических лекций.

Подготовка кадров, соответствующих новым требованиям, уже начата в ИСМАНе, НИТУ “МИСиС”, Тамбовском ГТУ и Томском научном центре СО РАН. Научно-учебный центр СВС–МИСиС–ИСМАН был создан, когда функционировал МНТК “Термосинтез”, который необходимо реанимировать.

Отделение международного сотрудничества может представлять собой инновационную ассоциацию, предназначенную для оказания помощи в развитии работ в области структурной макрокинетики. В настоящее время ведутся переговоры с Мировой академией керамики по сотрудничеству в этой сфере.

Конечно, функционирование такой большой организации, как институт нового поколения, требует чёткого взаимодействия всех служб, обеспечивающих её деятельность. Для этого нужны организационный опыт и воля руководства Ака-

демии наук. Однако не надо пугаться, ведь все масштабные задачи трудны в исполнении.

В заключение подчеркну ещё раз, что в условиях острого дефицита средств необходимо проводить строгий отбор наиболее эффективных направлений фундаментальных, прикладных и инновационных исследований, а также поисковые работы в разумных пределах, не надеясь на чудо.

Результаты проводимых нами исследований могут влиять на экономику страны – это блестяще продемонстрировали наши коллеги в Китае. Они научились с использованием метода СВС делать большие трубы с износостойким внутренним покрытием и сваривать их в длинные трубопроводы для перекачки абразивных материалов, которые успешно используются в многотоннажном производстве. Известно, кроме того, что многие страны пользуются СВС-технологиями, не афишируя этого.

Создание такой системы хозяйствования, как академический институт нового поколения, должно опираться на инвестиции со стороны частного капитала и некоторых крупных финансируемых государством программ. Считаю, что целесообразно провести научно-организационный эксперимент в одном из институтов Академии наук. Таким институтом может стать ИСМАН, потому что его сотрудники в своё время уже работали в МНТК.

## ИЗ РАБОЧЕЙ ТЕТРАДИ ИССЛЕДОВАТЕЛЯ

DOI: 10.7868/S0869587313090041

В современных условиях не только поиск, но и разработка месторождений полезных ископаемых предполагает серьёзное научное обеспечение. В публикуемой статье раскрывается специфика геотехнологии как самостоятельного нового научного направления, объясняются причины возникновения проблемных ситуаций в области газодобычи, предлагаются пути их разрешения.

### ГЕОТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА

А.Э. Конторович, О.М. Ермилов, А.Н. Лапердин

Жидкие и газообразные углеводороды отличаются от других полезных ископаемых подвижностью в процессе добычи. Технологические операции по освоению месторождений (бурение скважин, добыча, интенсификация притока, транспорт сырья, его подготовка и т.д.) так или иначе связаны с управлением процессами, протекающими в пласте. Поэтому разработку следует рассматривать как функционирование сложной геолого-технологической системы, а комплекс решаемых задач – как геотехнологию добычи [1, с. 30, 31], под которой понимается управляемое воздействие на пласт с целью максимального извлечения углеводородного сырья. Рассмотрим эту проблему на примере газовых месторождений (рис. 1).

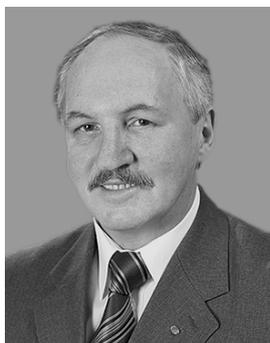
Геотехнология обладает всеми необходимыми признаками, позволяющими рассматривать её как современное направление нефтегазовой науки:

- наличие *своего объекта или общего объекта* с другими науками; в данном случае это залежь, технические средства, управление (в комплексе);
- наличие *своего предмета*, то есть той стороны объекта, которая изучается данной наукой: рассмотрение взаимодействия залежи, технических средств и управления на всех иерархических уровнях от добывающего предприятия (ДП) и ниже с использованием знаний смежных наук, та-

ких как подземная гидродинамика флюидов, трубная гидравлика, геология, физика пласта, отраслевая экономика, психология управления;

- наличие *цели* – это разработка научных основ планирования и управления функционированием ДП как сложной геолого-технико-технологическо-экономической системой и определение оптимальной траектории её развития;
- наличие специфических *задач*: описание предметной структуры ДП, всей совокупности производственных процессов, создание методов проектирования, анализа и управления.

Можно утверждать, что в настоящее время в геотехнологии сложилась проблемная ситуация. Первым её признаком следует считать отрыв научно-исследовательских разработок от практики добычи полезных ископаемых. Все проектные документы (технологические схемы и проекты разработки) выполняются научно-исследовательскими и проектными институтами. Но институты не отвечают за выполнение плана по добыче углеводородного сырья (УВС), за разработку месторождений. В результате решение постоянно встающих перед практиками оперативных задач управления часто осуществляется на интуитивном уровне, без серьёзного теоретического обоснования. Суммарная значимость таких задач со-



КОНТОРОВИЧ Алексей Эмильевич – академик, председатель Кемеровского научного центра РАН и Научного совета РАН по геологии и разработке нефтегазовых месторождений. ЕРМИЛОВ Олег Михайлович – член-корреспондент РАН, заместитель генерального директора по науке ООО “Газпром добыча Надым”, директор Ямало-Ненецкого филиала Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН. ЛАПЕРДИН Алексей Николаевич – доктор геолого-минералогических наук, советник генерального директора ООО “ТюменНИИГипрогаз”, заведующий лабораторией Ямало-Ненецкого филиала Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН.



**Рис. 1.** Системная стратегия управления разработкой газовых месторождений

УКПГ – установка комплексной подготовки газа, ДКС – дожимная компрессорная станция, ГVK – газодляной контакт

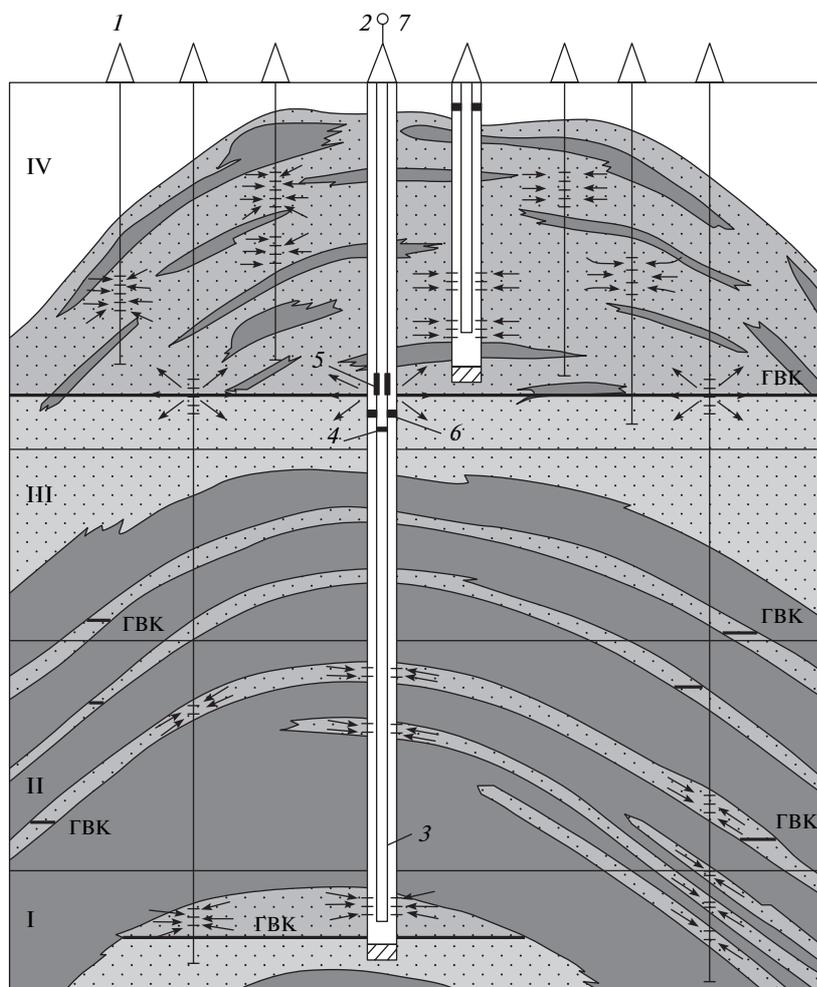
поставима со стратегическими задачами, реализуемыми через проекты разработки, и обусловлена их большим количеством и разнообразием. Нередко развитие теории разработки углеводородного сырья и практики его добычи идёт разными путями.

В традиционном понимании весь комплекс решений, заложенных в проектные документы и реализованных затем на практике, отождествляется в известной степени с понятием “управление разработкой месторождения”. В проектах в неявной форме преобладают аспекты подземной гидродинамики и трубной гидравлики, в то же время отсутствуют проработки, касающиеся возможных сбоев в системе добычи, последовательности действий при их выявлении и устранении в режиме, близком к оптимальному. Квалифицированное решение указанных задач требует пересмотра существующего подхода к проектированию.

Воздействия на процесс разработки месторождений углеводородов можно разделить на “дистанционные” и “контактные”. Второй признак проблемной ситуации – несогласованность таких воздействий. Дистанционное управление нацелено на решение стратегических задач и реализуется через проекты, подготовленные в основном научно-исследовательскими организациями. Контактное управление процессом добычи осуществляется инженерно-техническими работниками добывающих предприятий при решении оперативных задач. Дистанционное управление, с одной сто-

роны, оправдано, поскольку его механизм отражает интересы отрасли и страны в целом. С другой стороны, именно приоритет дистанционного управления приводит к ряду существенных негативных последствий: снижению нефтеотдачи пластов вследствие форсированных отборов; выпадению значительного объёма конденсата в пласте, имеющем высокий газоконденсатный фактор, но эксплуатируемом на истощение; избирательному обводнению залежей в связи с форсированной их разработкой и т.п. Необходимо объединить положительные стороны дистанционного и контактного управления через поиск рациональных методов и технологий контактного управления в рамках экономически оправданных для отрасли и страны стратегических решений, реализуемых через дистанционный подход.

Третий признак проблемной ситуации связан с тем, что все проекты в определённой степени выполняются по укрупнённым нормативам. Последующие проектные документы, несмотря на конкретизацию задач, зачастую не отражают реального состояния объекта, так как сам объект с течением времени всё более дифференцируется. Вместе с тем практики, начиная от оператора по исследованию скважин и кончая главным геологом, работают с конкретной скважиной с самого начала разработки месторождения. Соединить интересы авторов стратегических решений, осуществляющих проектирование по укрупнённым



Условные обозначения:

- |            |   |   |  |
|------------|---|---|--|
| —          | — ГВК   | 1 | — скважина эксплуатационная            |
| ▒          | — Песчанник   | 2 | — скважина эксплуатационная — перепуск |
| ■          | — Глины   | 3 | — НКТ (насосно-компрессорная труба)    |
| ▒          | — Вода  | 4 | — клапан-регулятор                     |
| ⊕          | — Интервалы перфорации  | 5 | — циркуляционный клапан                |
| →          | — Потоки газа   | 6 | — пакер                                |
| I, II, III | — Определённые для перепуска, не рентабельные при прямой разработке залежи газа и газового конденсата | 7 | — устройство замерное                  |
| IV         | — Основная разрабатываемая залежь   |   |  |

Рис. 2. Технология разработки многопластовых газовых и газоконденсатных месторождений

параметрам, и практиков, работающих в условиях постоянно дополняемой геолого-промысловой информации, — задача, имеющая большое теоретическое и экономическое значение.

В целом в рамках нефтегазовой науки на протяжении последних десятилетий ведутся исследования, направленные на совершенствование систем разработки месторождений углеводородов (УВ). Изучаются физика и динамика процессов,

происходящих в геологических объектах, трубопроводах и различных технических промысловых системах. Однако нередко они описываются отдельно друг от друга: границы между ними проводятся в соответствии с их пространственной и временной последовательностью, но вне их неразрывной технологической связи. Структурная и параметрическая оптимизация систем и процессов на различных иерархических уровнях изу-



Рис. 3. Схема регулирования на уровне газодобывающих предприятий

чается недостаточно и не имеет строгого теоретического обоснования [2–5]. При таком подходе приоритет при выборе направлений исследований зачастую отдаётся, с одной стороны, проблемам глобального развития, с другой – задачам диспетчерского управления функционированием отдельных технических устройств и процессов. Нет чёткого конструктивного и теоретического обоснования технологического процесса разработки месторождений УВ как сложной системы с конкретной структурой (рис. 2).

Решение указанных задач предполагает смену принципов описания, проектирования и управления технологией разработки, переход к детальному учёту пространственной и временной неоднородности систем и процессов. Это может быть реализовано только с использованием системного подхода, который позволит: разделить проблему на части (иерархические уровни); связать залежь, технические средства (скважины, шлейфы, системы подготовки и т.п.) и методы управления на каждом иерархическом уровне; выявить, обозначить и найти способы решения задач на каждом иерархическом уровне (рис. 3, 4).

Рассмотрим некоторые геотехнологические аспекты разработки месторождений применительно к сеноманским газовым залежам севера Западной Сибири.

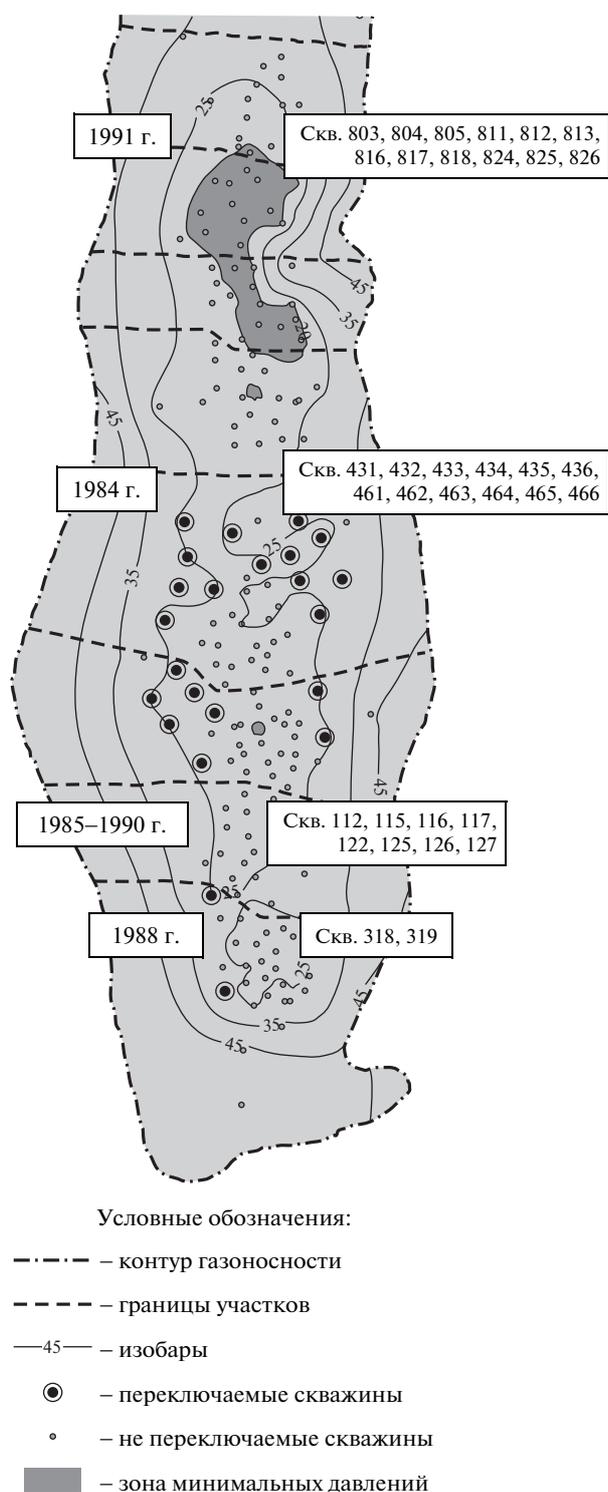
Наиболее полно проблемы разработки месторождений рассматриваются в работах Р.И. Вяхирева [6], А.И. Гриценко [7, 8] и С.Н. Закирова [9].

С начала реализации проекта геологическими службами добывающих предприятий и научно-исследовательскими организациями анализируются получаемая геолого-промысловая информация и показатели разработки. В число задач первичного анализа разработки входят:

- обработка и анализ результатов геофизических, гидродинамических и специальных исследований скважин и пластов (под специальными исследованиями понимается термометрия и дебитометрия (расходомерия) скважин, изучение продукции скважин, в частности, наблюдение за содержанием ионов хлора, и т.д.);
- сопоставление фактических и проектных показателей разработки;
- анализ результатов работ по интенсификации добычи углеводородного сырья;
- оперативная корректировка отдельных проектных решений.

Текущий контроль за разработкой месторождения осуществляется по данным измерения дебитов, температур, забойных и пластовых давлений по скважинам, построения карт изобар, измерения давления в системе пьезометрических скважин. Для контроля за продвижением воды проводят геофизические исследования скважин, наблюдения за минерализацией воды в продукции скважин, ионами хлора и калия в добываемой с газом воде.

Анализ данных контроля за разработкой месторождения позволяет установить режим зале-



**Рис. 4.** Управляемое воздействие на процесс разработки месторождения: динамика переключения скважин (месторождение Медвежье)

жи, характер продвижения воды в пределах отдельных пластов, степень дренирования по площади газоносности и толщине (таб.). Один из основных факторов, приводящих к отклонениям

между фактическими и проектными показателями, — степень достоверности определения начальных запасов в пласте. Поэтому в задачи первичного анализа входит регулярное уточнение запасов газа на основе данных истории разработки. Существенное значение имеют работы по интенсификации притока газа к забоям скважин, способствующие увеличению конечного коэффициента газоотдачи [8, 10]. Накопление и обобщение большого объема геолого-промысловой информации о месторождении и процессах, проходящих в пласте при его разработке, позволяют эффективно корректировать отдельные положения проекта.

Важнейшим условием успешного решения геотехнологических задач является оценка и учёт геологической неоднородности. При системно-структурном анализе геологическая неоднородность рассматривается на различных иерархических уровнях, например, в соответствии с иерархической структурой терригенных пластов, предложенной Л.Ф. Дементьевым [11]:

I — уровень элементарного объема породы с оценкой минерального состава скелета и количества цементирующего вещества;

II — уровень геологических тел, сложенных единым литологическим типом пород, в данном случае (на рассматриваемых нефтяных месторождениях) уровень песчаных пропластков;

III — уровень геологических тел, составляющих систему гидродинамически связанных пропластков;

IV — уровень геологических тел, представляющих систему гидродинамически не связанных пластов, каждый из которых в общем случае является системой гидродинамически связанных пропластков.

На первом иерархическом уровне в лабораторных условиях определяют коллекторские свойства, минералогический состав породы-коллектора и глинистость цемента.

На втором уровне по геофизическим данным определяют коллекторские свойства и массовую глинистость. Практически интерпретация всех геофизических методов привязывается к конкретному песчаному пропластку. Эти параметры достаточно надёжно определяются по геофизическим данным для каждого пласта по всем пробуренным скважинам. Поэтому представляется весьма перспективным построение карт распределения средневзвешенных по толщине значений эффективных пористостей. Так как эффективная пористость линейно связана с логарифмом проницаемости, такая карта может с большой степенью достоверности характеризовать геологическую неоднородность, что позволяет более качественно проводить контроль отработки залежи.

Третий иерархический уровень — уровень гидродинамически связанного пласта — во многих

Характеристика решений по обустройству месторождений

Месторождения	Год пуска в эксплуатацию	Количество участков (УКП)	Номинальная производительность УКП, млрд. м <sup>3</sup> /год	Площадь зоны помещения		Количество скважин на участке, шт.	Количество скважин в кусте	Диаметр НКТ, мм	Проектный дебит, тыс. м <sup>3</sup> /сут.
				всего участка, км <sup>2</sup>	% от площади участка				
Мелвезье	1972	9	5–7	669.7/65	33.6	27–81	2–4	102–168	1000
Уренгойское	1978	16	15–27.5	1724/114	23.5	24–144	2–7	102–168	1000
Вынгауровское	1979	1	15	118.8	23	116	2	114	500
Ямбургское	1986	8	20–25	1118/140	22.8	96–204	3–8	114; 168	1500
Юбилейное	1993	2	21	150.5	34.9	8–93	2–5	168	1010
Комсомольское	1993	3	32	180.7	20.5	30–92	2–7	114; 168	282–765
Западно-Таркосалинское	1996	1	15	91.7	25.6	88	3–5	114	476
Ямсовейское	1997	2	21	176.8	31.3	6–104	3–5	114; 168	659
Заполярье	2001	3	32.5–35	312.3/104	27.2	104–122	4–7	114; 168	868
Губкинское	2002	2	15	135.8	33	21–74	3	114	566
Вынгайинское	2003	1	20	85	26.5	33	2–3	114	447
Етыпуровское	2004	1	–	49	24	87	4–5	114	507

случаях соответствует эксплуатационному объекту. Эффективность применения параметров геологической неоднородности, определяемых на этом уровне, оценивают в тесной связи с показателями разработки.

На четвёртом уровне рассматривается взаимодействие самостоятельных объектов разработки в процессе добычи углеводородного сырья.

Как правило, комплексные показатели неоднородности следует определять в тех же геологических границах, что и сопоставимые с ними показатели разработки. Этого правила необходимо придерживаться при оценке всех параметров геологической неоднородности, используемых в сравнении с показателями разработки.

С позиций системного подхода, процесс промыслово-геологического изучения залежи включает многовариантную систему последовательных операций по сбору, обработке, хранению и анализу разнородной литологической, стратиграфической, минералого-геохимической, промыслово-геологической, геофизической и другой информации, с помощью которой осуществляется построение моделей и формирование на их основе прогнозных заключений, начиная со стадии подсчёта запасов и кончая управлением разработкой месторождения [12, 13]. Эффективность конечных результатов зависит в первую очередь от количества и качества информации, полученной в нужном месте и в нужное время. В отличие от сферы материального производства построение моделей в области промысловой геологии и геологический прогноз являются только информационным процессом [11, 12].

Моделирование и прогноз разработки на традиционной основе представляют собой крайне сложную задачу. Это объясняется тем, что преобладающее использование математических методов для решения важных, но частных задач накопления и обработки промыслово-геологической и технологической информации вступает в противоречие с системным характером процесса, анализа, контроля и управления разработкой месторождения. Выделение частных, а не системных (универсальных) задач и моделей отражает сложившийся на протяжении многих лет традиционный подход в рассматриваемой области.

Построение моделей и решение задач на современном уровне, как правило, требует наличия автоматизированной системы, которая включает подсистему информационно-математического обеспечения (базу данных) и программный комплекс специальных задач промысловой геологии. Идея системного подхода реализуется здесь в первую очередь как объединение операций по сбору, обработке и хранению данных; получению и обработке информации с фиксированным классом задач. На выходе должны формироваться модели, отвечающие любому из уровней иерархии

геологического строения конкретной залежи: горная порода с определёнными фильтрационно-ёмкостными свойствами — пропласток того или иного класса (типа) коллектора по его качеству — продуктивная пачка — залежь и имеющие различную мерность (ноль-, одно-, двух- и трёхмерные) модели. Для этой цели используются информационные модели геологического разреза единичной скважины и продуктивной толщи (залежи) [14].

Важнейшей задачей геотехнологии является изучение и оценка технологических режимов работы добывающих скважин. Как показал опыт разработки Медвежьего, Уренгойского и других газовых и газоконденсатных месторождений, определяющими при назначении технологических режимов по отдельным скважинам, кустам скважин, промыслов являются следующие факторы: устойчивость газоносных пластов к разрушению; проявление упруговодонапорного режима; обеспечение безгидратного режима работы скважин и выкидных линий внутрипромысловой системы сбора газа [15–17].

Одним из основных критериев при назначении технологического режима работы скважин является величина депрессии на пласт, которая не должна превышать максимально допустимую и в то же время обеспечивать высокие дебиты. При этом следует соблюдать условие целостности сохранения пород призабойной зоны.

Цель геофизических исследований в скважинах в процессе разработки месторождений — получение достоверной информации о состоянии запасов, на основании которой может быть оценена эффективность разработки и внесены необходимые уточнения в её проект [7–18]. В настоящее время существующим комплексом промыслово-геофизических методов исследований скважин решаются следующие основные задачи: изучение процесса вытеснения газа водой; изучение эксплуатационных характеристик пласта; оценка технического состояния скважин.

Решение первой задачи основано на проведении исследований в неперфорированных наблюдательных скважинах с целью установления положения газовой контактной поверхности (ГВК), определения текущей газонасыщенности пластов по разрезу, оценка остаточной газонасыщенности пластов в обводнённом объёме залежи (рис. 5). Кроме того, используются результаты исследований новых эксплуатационных скважин, пробуренных на месторождении в процессе его разработки со вскрытием текущего ГВК.

Анализ эксплуатационных характеристик перфорированных пластов в добывающих скважинах позволяет изучать во времени отработку газовой залежи по разрезу и площади, а результаты использовать при планировании и в ходе разработки залежи. Эта задача не может быть надёжно решена без данных о техническом состоянии сква-

жин. В связи с этим комплекс промыслово-геофизических работ в скважинах эксплуатационного фонда предусматривает, как правило, возможность решения этих двух задач в одном цикле исследования.

Изучение эксплуатационных характеристик пласта методами промысловой геофизики начинается на стадии бурения скважин. Промыслово-геофизический комплекс исследований, проводимый непосредственно по окончании бурения и после спуска эксплуатационной колонны, включает электрические, акустические, нейтронные и другие методы и позволяет решать следующие основные задачи:

- осуществлять литологическое расчленение разреза и выделение коллекторов;
- уточнять геологическое строение месторождения;
- проводить оценку характера насыщения и промышленную оценку газонасыщенности коллектора;
- выявлять фильтрационно-ёмкостные характеристики продуктивных пластов;
- определять положение начального и текущего газоводяного контакта;
- оценивать техническое состояние ствола скважин и качество цементирования эксплуатационных колонн.

Практически все перечисленные задачи прямо или косвенно характеризуют эксплуатационные свойства пластов и газовой залежи в целом: фильтрационно-ёмкостные свойства, выделение потенциальных коллекторов в разрезах отдельных скважин и распределение их в продуктивном объёме месторождения, уточнение геологического строения, гидродинамическую связь между отдельными пластами-коллекторами и т.п.

Промыслово-геофизические исследования в действующих скважинах выполняются с целью определения профиля притока газа в скважину, выделения газоотдающих интервалов и дифференцированной оценки их продуктивности, определения текущих пластовых давлений, выявления межпластовых перетоков в скважине, изучения технического состояния скважин (наличие песчано-глинистой пробки на забое, глубина подвески насосно-компрессорных труб и т.д.). Комплекс исследований включает нейтронный гамма-каротаж, гамма-каротаж, локацию муфт, дебитометрию (расходомерию), барометрию, термометрию и другие методы. По результатам исследований эксплуатационных характеристик пласта определяется степень охвата залежи процессом вытеснения газа водой, коэффициент продуктивности отдельных пластов, качество их вскрытия. На основании этих данных планируются мероприятия по повышению эффективности разработки залежи.

Определение отдающих интервалов состоит в установлении в перфорированной части разреза пропластков, отдающих газ в эксплуатационную

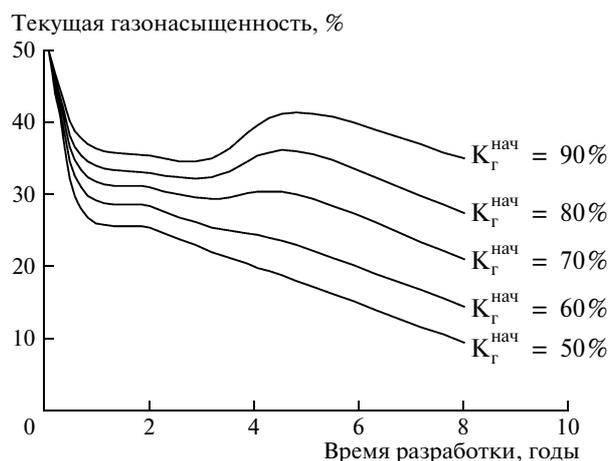


Рис. 5. Изменение газонасыщенности обводнённых пород разного петрофизического состава во времени

скважину. Сравнение отдающих и эффективных толщин позволяет оценить эксплуатационную характеристику коллекторов различного типа и их сочетаний в неоднородном разрезе, степень совершенства вскрытия пластов и состояние при-скважинной зоны.

Установление профилей притока по пластам осуществляется с целью оценки распределения добываемого газа по вскрытой толщине, а сравнение повторных профилей притока даёт возможность получать информацию об изменении состояния при-скважинной зоны, интервалов притока, о распределении давления по пластам и характере добываемого флюида (приток воды или газа с водой из интервалов, ранее отдавших газ и т.д.). По данным о профиле притока совместно с количественной оценкой дебитов по пластам можно судить о совершенстве вскрытия и освоения эффективной толщины на количественном уровне. Для этого необходимо иметь количественные сведения о фильтрационных свойствах дифференцированно по пластам – потенциальный профиль притока по разрезу. Однако потенциальный профиль притока может быть построен лишь в благоприятных условиях, когда промыслово-геофизические данные позволяют количественно оценить проницаемость пласта с необходимой точностью и детальностью.

Важнейшей характеристикой разрабатываемой залежи является текущее пластовое давление. Все основные особенности разработки газовой залежи в той или иной мере оказывают влияние на величину пластового давления как в целом по залежи, так и во времени, а пластовое давление, в свою очередь, влияет на дебиты скважин. Степень освоения залежи обусловлена градиентом давления. В связи с этим требуется проведение детальных исследований по контролю за изменением пластовых давлений. По результатам периодических измерений давления по площади

залежи ежеквартально строятся карты изобар, служащие одним из основных инструментов для анализа.

Наблюдения за изменением забойного давления при рабочих дебитах скважин позволяют выявить резервы добычи газа, которые могут быть повышены за счёт увеличения депрессии на пласт. В то же время эти данные необходимы для предотвращения снижения забойного давления до величины, меньшей установленного проектом разработки предела в условиях возможного разрушения прискважинной части пласта, приводящего к выносу песка в ствол скважины.

Надёжная эксплуатация газонасыщенных пластов требует, чтобы в скважине они были отделены от других пластов, особенно водоносных. Если это условие не выполняется и в скважину или пласт поступает вода, то отбор газа из газоносного пласта затрудняется или становится невозможным. В общем случае поступление воды в скважину может происходить не на той глубине, где залегает отдающий пласт. Вода попадает в скважину или пласт по затрубному пространству в результате нарушения герметичности цементного кольца. Поступающую воду необходимо изолировать, то есть провести ремонтные работы. Одна из задач оценки технического состояния скважины методами промысловой геофизики в том и состоит, чтобы установить место поступления подошвенной воды в скважину и местоположение интервала, откуда эта вода поступает, то есть определить источник перетока.

Кроме перечисленных, в число задач, решаемых при контроле технического состояния скважин, входят: определение положения текущего забоя (наличие песчано-глинистой пробки), уровня жидкости в стволе скважины, глубины установки пакера и клапана-отсекателя, глубины подвески башмака насосно-компрессорной трубы, уточнение интервалов перфорации.

Газогидродинамические методы исследования газовых и газоконденсатных скважин основаны на зависимости процессов перераспределения давления флюида в пласте от коллекторских свойств пласта и состава продукции скважин [19]. Отличие этих методов состоит в том, что они позволяют получать интегрированные параметры, осреднённые по всей дренируемой зоне скважины, и параметры призабойной зоны, в то время как геофизические и лабораторные методы позволяют изучать лишь призабойную зону либо конкретные точки разреза скважины.

Все применяемые в промысловой практике методы гидродинамических исследований делятся на две основные группы:

- методы, основанные на измерениях дебитов и давлений при установившихся режимах фильтрации жидкостей и газов в пластах;
- методы, основанные на наблюдениях за изменением дебитов и давлений во времени при не установившихся режимах.

Основной задачей гидродинамических исследований является установление продуктивной характеристики скважин и параметров пласта. Под продуктивной характеристикой скважины понимается совокупность следующих сведений:

- зависимость дебита газа от разности квадратов пластового и забойного давлений, характеризующая условие притока газа к забою скважины;
  - значения коэффициентов фильтрационного сопротивления, зависящие от условий вскрытия пласта и других факторов, которые используются для определения средних параметров призабойной зоны пласта, прогноза изменения дебита и давления во времени;
  - зависимость дебита и температуры от депрессии на пласт;
  - зависимость дебита и устьевого температуры от давления на устье скважины;
  - рабочие и максимально допустимые дебиты скважин (и соответствующие им забойные давления) с точки зрения предохранения призабойной зоны пласта от разрушения и проникновения в неё конусов (языков) воды, скопления примесей на забое, образования гидратов, коррозии оборудования и т.д;
  - свободный и абсолютно свободный дебиты скважины;
  - условия выноса жидкости (воды и конденсата), твёрдых частиц породы и степень очищения или засорения призабойной зоны скважины при различных депрессиях на пласт;
  - зависимость изменения во времени дебита газа, температуры и давления после открытия скважины, служащая для определения периода стабилизации и параметров пласта;
  - зависимость изменения во времени давления и температуры на забое и устье после вскрытия скважины, используемая для определения периода нарастания пластового (статического) давления;
  - проницаемость призабойной и дренируемой зон скважины;
  - удельная ёмкость дренируемой зоны скважины (произведение эффективной толщины на пористость и газонасыщенность);
  - осреднённые по дренируемой зоне скважины параметры проводимости и пьезопроводности;
  - степень неоднородности пласта (наличие зон резко ухудшенной проводимости, тектонические и стратиграфические экраны и др.).
- Для получения подобной информации используются результаты испытания скважин на стационарных режимах фильтрации и экспериментальные данные, полученные при исследовании скважин на нестационарных режимах. Следует отметить, что нестационарные методы исследования скважин в основном разрабатывались на примере месторождений, где процессы перераспределения давления и дебита протекают дли-

тельное время, что позволило использовать для исследований обычные образцовые манометры.

Результаты изучения скважин газодинамическими методами используются для построения индикаторных кривых с целью определения рабочих дебитов с учётом изменения текущих значений пластовых давлений в зонах дренирования, оценки значений коэффициентов фильтрационного сопротивления и проницаемости призабойной и дренажной зон скважины, прогнозирования рабочих и максимально допустимых дебитов скважин и соответствующих им забойных давлений с целью предохранения от разрушения и обводнения призабойной зоны пласта.

Следует иметь в виду, что существует ряд ограничений, которые не позволяют получить на основе промыслово-геофизических и газодинамических методов необходимую информацию в полном объёме, что в основном связано с конструкциями исследуемых скважин. Промыслово-геофизические методы максимально эффективны, если интервалы перфорации не перекрыты лифтовыми трубами. В противном случае не удаётся выделить все интервалы притока газа в скважину. Забойное давление и суммарный дебит определяются независимо от конструкции скважины. Газодинамические методы эффективны в скважинах, которые не оборудованы пакером. В этом случае достаточно надёжно определяются фильтрационные коэффициенты, по которым рассчитываются такие параметры, как эффективная пористость, газонасыщенность, дренируемая толщина, проницаемость и т.п. В скважинах, оборудованных пакером, могут быть определены лишь коэффициенты, по которым расчёт перечисленных выше параметров может иметь значительные погрешности. Основным недостатком газодинамических исследований — получение интегральных характеристик газоотдающих интервалов. Если в скважине несколько интервалов, выделить их не представляется возможным. В связи с указанными недостатками при анализе работы эксплуатационных скважин и отработки залежи в целом необходимо использовать промыслово-геофизические и газодинамические методы в комплексе.

В проектных документах по разработке газовых месторождений результаты промыслово-геофизических и газодинамических методов обычно рассматриваются отдельно, не увязываются между собой. К настоящему времени разработана методика, позволяющая путём решения системы уравнений по значениям фильтрационных коэффициентов определять общую толщину отдающих пластов, осреднённые интервальные характеристики — эффективную пористость, проницаемость и предельно допустимые дебиты скважин. Используя результаты промыслово-геофизических исследований, специальные методики интерпретации их результатов, можно определить



Рис. 6. Системный анализ разработки нефтегазовых залежей на основе программных комплексов трёхмерного моделирования

конкретные пласты и интервалы, которые отдают газ в ствол скважины. Применение такого подхода возможно там, где интервалы перфорации не перекрыты лифтовыми трубами.

Другое направление проводимых в настоящее время научно-исследовательских работ схематично можно представить следующим образом. Исходя из заданных значений эффективной пористости, проницаемости, эффективной мощности, по известным формулам рассчитываются теоретические величины фильтрационных коэффициентов. На этой основе определяются дебиты различных типов пород для фиксированных величин  $\Delta P^2 = P_{\text{пк}}^2 - P_3^2$ , приведённые к 1 м. Таким образом, получается удельный теоретический дебит в зависимости от коллекторских свойств пород, то есть при условии вскрытия пластов скважиной, совершенной как по характеру, так и по степени вскрытия. Затем по фактическим исследованиям скважин промыслово-геофизическими и газодинамическими методами определяются фактические удельные дебиты различных типов пород для фиксированных величин  $P_3^2$ , аналогичных теоретически рассчитанным. Между теоретическими и фактическими значениями удельных дебитов может быть установлена статистическая связь, что даёт возможность прогнозировать дебиты скважин, а по фактическим дебитам и депрессиям — оценивать толщины газоотдающих интервалов.

Можно утверждать, что в связи с широким развитием новых методов добычи углеводородного сырья, резко возросшим объёмом информации, совершенствованием способов контроля разработки залежей и методов управления разработкой возникла настоятельная необходимость в систематизации накопленного материала. Решение этой проблемы предполагает объединение опера-

ций по геологическому изучению залежей, проектированию разработки, управлению процессами, происходящими в сложной геолого-технологической системе во времени, в самостоятельную ветвь науки — *геотехнологию разработки месторождений* (рис. 6).

\* \* \*

Геотехнология как ветвь современной нефтегазовой науки обладает всеми необходимыми признаками нового направления научных исследований. Задачи, которые решаются в рамках этого направления, предполагают объединение методов исследования, включая лабораторные и промысловые эксперименты, компьютерное моделирование, анализ, сбор и обобщение имеющихся геолого-технологических данных, в рамках системного подхода, с целью выявления закономерностей развития сложных геолого-технических систем. В рамках этой научной области изучается физика процессов, происходящих в залежах, скважинах, наземных системах сбора и подготовки продукции. Зачастую эти процессы анализируются вне зависимости друг от друга. Структурная и параметрическая оптимизация систем и процессов на различных уровнях организации — от микро- до макроуровня — не имеет строгого теоретического обоснования. Нередко приоритет отдаётся проблемам стратегического уровня, например, обоснованию объёмов добычи, а задачи управления сводятся к диспетчеризации отдельных элементов добычи углеводородного сырья, вне их неразрывной связи, что ведёт к возникновению проблемной ситуации.

Результаты разведки месторождений не согласуются с требованиями, предъявляемыми к проектированию разработки, проектные решения по обустройству не учитывают реальные геолого-промысловые особенности объектов, практика добычи выявляет несоответствия режимов работы промышленного оборудования и т.д. В таких условиях только системный анализ взаимосвязей объектов и процессов добычи углеводородного сырья в динамике их развития может разрешить проблемную ситуацию, чему и призвана служить геотехнология как современное направление нефтегазовой науки.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Ермилов О.М.* Геотехнология разработки месторождений — новая ветвь наук нефтегазового цикла // Газовая промышленность. 1991. Вып. 8.
2. *Ananenkov A.G., Kontorovich A.E., Ermilov O.M., Dmitrievsky A.N.* Management of the extreme north gas fields development to increase gas recovery // Proceedings of the 22<sup>nd</sup> World Gas Conference. Tokyo, 1–5 June 2003.
3. *Remizov V.V., Kontorovich A.E., Ermilov O.M., Degtyarev B.V.* Methods of studying integrated oil and gas geology system of the Far North of Siberia // International gas research conference. 5–8 November 2001. Amsterdam, 2001.
4. *Kontorovich A.E., Ermilov O.M., Goldin S.V., Karogodin J.N.* System approach to development of gas and oil fields of the Far North of Siberia // Proceedings of the 21<sup>st</sup> World Gas Conference. Nice, 6–9 June, 2000.
5. Патент РФ № 2145769. Способ разработки и обустройства многокупольных газовых и газоконденсатных месторождений, находящихся вблизи магистрального газопровода / Черномырдин В.С., Вяхирев Р.И., Ремизов В.В., Ермилов О.М., Конторович А.Э., Дмитриевский А.Н. // БИ. 2000. № 9.
6. *Вяхирев Р.И., Коротаев Ю.П.* Теория и опыт разработки месторождений природных газов. М.: Недра, 1999.
7. *Гриценко А.И., Дмитриевский А.Н., Ермилов О.М. и др.* Промыслово-геологическое обеспечение систем добычи газа. М.: Недра, 1992.
8. *Гриценко А.И., Нанивский Е.М., Ермилов О.М., Немировский И.С.* Регулирование разработки газовых месторождений Западной Сибири. М.: Недра, 1991.
9. *Закиров С.Н.* Теория и проектирование разработки газовых и газоконденсатных месторождений. М.: Недра, 1989.
10. *Ермилов О.М., Лапердин А.Н.* Системный анализ геолого-промысловый и технологической информации при разработке месторождений углеводородного сырья // Геология и геофизика. 2011. № 8.
11. *Дементьев Л.Ф., Туренков Н.А., Кирсанов А.Н. и др.* Системный подход к созданию геолого-газодинамических моделей // Сер. Геология и разведка газовых и газоконденсатных месторождений. Вып. 5. М.: ВНИИЭГазпром, 1984.
12. Система. Симметрия. Гармония. / Под ред. Тюхтина В.С., Урманцева Ю.Л. М.: Мысль, 1988.
13. *Лапердин А.Н.* Совершенствование методов геологического изучения, анализа и проектирования разработки месторождений севера Западной Сибири. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2006.
14. *Ермаков В.И., Кирсанов А.Н., Кирсанов Н.Н.* Геологические модели залежей нефтегазоконденсатных месторождений Тюменского Севера. М.: Недра, 1995.
15. *Алиев З.С., Андреев С.А., Власенко А.П., Коротаев Ю.П.* Технологический режим работы газовых скважин. М.: Недра, 1978.
16. *Гриценко А.И., Ермилов О.М. и др.* Технология разработки крупных газовых месторождений. М.: Недра, 1990.
17. *Мулявин С.Ф.* Научно-методическое обоснование проектирования разработки малых залежей нефти и газа. СПб.: Недра, 2012.
18. *Коноплёв Ю.В., Кузнецов Г.С., Леонтьев Е.И. и др.* Геофизические методы контроля разработки нефтяных месторождений. М.: Недра, 1986.
19. *Ермилов О.М., Лапердин А.Н., Иванов С.И.* Добыча газа и конденсата в осложнённых условиях эксплуатации месторождений. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007.

DOI: 10.7868/S086958731309003X

Чтобы ответить на вопрос о настоящем и перспективах космической отрасли, необходимо нечто большее, чем изучение отдельных её аспектов. Автор публикуемой статьи пытается подойти к проблеме с позиций системного анализа, учитывая идейные основания и историю развития космической деятельности в нашей стране и в мире, сопоставляя то, как она трактуется сегодня, с тем, какие цели изначально выдвигали ведущие теоретики и практики, стоявшие у истоков космической эры.

## КОСМИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В РОССИИ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Г.М. Чернявский

В силу своего исторического прошлого, имеющего научного потенциала, богатой недрами, обширной территории Россия обречена быть ведущей космической державой. Тем не менее сохранению этого статуса, приобретённого в начале космической эры, препятствует стагнация космической деятельности, обусловленная как имевшим место в недавнем прошлом недостаточным финансированием, так и рядом факторов, характерных для сегодняшнего дня. Недооценка значения космической деятельности для общественного прогресса, недопонимание роли научной составляющей в ней, некорректный выбор ориентиров, отсутствие системности и эффективной организации, политика коммерциализации — всё это привело в начале XXI в. к крайне неудовлетворительным результатам. Проблема требует детального и глубокого, а главное, системного анализа, который, очевидно, следует начать с определения содержания и целей космической деятельности.

### СУЩНОСТЬ КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Невозможно понять сущность космической деятельности, не охарактеризовав прежде всего её научный базис — космонавтику.



ЧЕРНЯВСКИЙ Григорий Маркелович — член-корреспондент РАН, директор НТЦ «Космонит» ОАО «Российские космические системы».

Космонавтика, основы которой заложил К.Э. Циолковский [1], представляет синтез знаний в области естественных, технических и общественных наук. В круг её интересов входят научно-технические, медико-биологические, юридические проблемы. Синтетическое свойство космонавтики обусловлено качественно новым природным окружением, в котором решается её основная задача — пространственное расширение социальной сферы, что отсылает нас к мировоззренческим взглядам русских космистов, которые верили в возможность неограниченного развития человеческой жизни в пространстве и во времени.

В свою концепцию космонавтики К.Э. Циолковский включил тезис о непосредственном пребывании человека в космосе как необходимом условии познания законов природы и возможности антропогенных процессов во Вселенной. Только интеллект, являющийся биологическим феноменом, способен обустроить человеческое бытие в космосе. Что касается автоматических устройств, то они по самой своей сути служат лишь эффективным дополнением.

Акцентируя внимание на проблемах пребывания человека в космосе, С.П. Королёв отождествлял космонавтику с пилотируемыми космическими полётами [2]. Вместе с тем он уделял должное внимание автоматическим космическим аппаратам (КА) как одному из средств, обеспечивающих достижение целей космонавтики. Так сложилось широкое толкование понятия «космонавтика», которое включает теорию и практику пилотируемых полётов, а также исследования космической среды обитания с использованием автоматических КА.

После первого полёта человека в космос у космонавтики появились миллионы приверженцев. Люди обрели веру в свои не ограниченные земным притяжением возможности. Космические

полёты получили огромный социокультурный резонанс. В Советском Союзе на государственном уровне пришло осознание не только научного, но и политического, военного, а впоследствии и социально-экономического значения космонавтики.

Вскоре после запуска на орбиту первого искусственного спутника Земли (ИСЗ) Советский Союз провёл с использованием автоматических КА ряд миссий к Луне и ближайшим планетам. Было положено начало использованию космических полётов для фундаментальных исследований свойств космоса в интересах астрофизики, планетологии, наук о Земле.

С некоторым сдвигом во времени космонавтика получила развитие и в США. Одновременно прагматичные американцы обратились к использованию космоса для решения военных и гражданских задач, возникающих на Земле. Теперь уже Советский Союз последовал примеру США и приступил к запускам ИСЗ для обслуживания радиосвязи, гидрометеорологии, радионавигации, дистанционного зондирования Земли.

Так определились область и направления космической деятельности. Первое официальное упоминание о ней в международных документах появилось в 1961 г. в резолюции Генеральной ассамблеи ООН от 20 декабря 1961 г. «Международное сотрудничество в использовании космического пространства в мирных целях». Адекватным представляется толкование космической деятельности, изложенное в нормативно-правовых документах США, где под ней понимается любая деятельность, связанная с доступом в космос, осуществляемая непосредственно в космосе, через космос и из космоса для достижения определённых целей. Данные цели, имеющие по определению глобальный характер, вырабатываются в процессе космической деятельности, а средства их достижения создаются при решении научно-технических проблем космонавтики.

Космическую деятельность принято делить на три направления:

- пилотируемые полёты в космосе, решающие основную задачу космонавтики — обеспечение функционирования человека непосредственно в космическом пространстве;
- космические исследования с использованием автоматических КА, включающие изучение космического пространства как возможной среды обитания и фундаментальные исследования свойств космоса;
- использование свойств космоса для производства и распространения (транспортирования) информации, энергии, материалов, то есть в практических целях, продиктованных потребностями, возникающими в условиях планетарного существования, это приложение космонавтики формирует рынок космических услуг.

Стратификация космической деятельности детерминирована её логикой. Приоритетное место в космической деятельности принадлежит пилотируемым космическим полётам и космическим исследованиям, формирующим её базис. Однако в современной России приоритет отдан утилизации космоса, что явилось одной из основных причин её стагнации.

## КОЛЛИЗИИ КОСМОНАВТИКИ

Сегодняшние проблемы и перспективы космической деятельности в определённой степени коррелируют с коллизиями в истории космонавтики.

Космонавтика зародилась в России, что объясняется социально-экономическими и общественно-политическими особенностями российского социума [3]. Вплоть до своего распада Советский Союз являлся признанным идеологом космонавтики. Даже несмотря на коллизии, связанные с «лунной» программой, американцы признали, что автором «лунного проекта» был наш соотечественник Ю. Кондратюк.

Первый проект полёта на Марс также был разработан в Советском Союзе. В конце 1950-х годов, одновременно с подготовкой к полёту Ю.А. Гагарина, С.П. Королёв, воплощая идеи К.Э. Циолковского о «жизни вне Земли», приступил к марсианскому проекту. В соответствии с Постановлением ЦК КПСС и Совета министров СССР от 30 июня 1960 г. официально началась разработка сверхтяжёлой ракеты-носителя Н-1 и проектирование межпланетного пилотируемого комплекса массой 60–80 т (МТКС) [4]. Осуществить марсианский проект Королёву помешал Н.С. Хрущёв, втянувший его в «лунную» гонку.

В 1966 г. великого учёного, инженера, реалиста-мечтателя не стало — космонавтика лишилась лидера мирового масштаба. Соратники Королёва решили не возвращаться к марсианскому проекту и выступили с инициативой создания за короткий срок долговременной орбитальной станции (ДОС). Политически заманчивое предложение получило поддержку на высшем уровне. Этому частично способствовали неудачи, постигшие ракету-носитель Н-1. Пришедший на смену Хрущёву Л.И. Брежнев провозгласил исследования с помощью долговременных орбитальных станций в качестве магистрального пути освоения космоса.

Проект ДОС явился техническим новшеством, однако задержал на десятилетия процесс пространственного расширения космической деятельности, поскольку конструкция ДОС не предусматривала возможности пилотируемых полётов в дальний космос и ограничивала их низкими околоземными орбитами. За период с 1971 по 1986 г. были изготовлены и эксплуатировались семь образцов

ДОС “Салют”, а с 1986 по 2000 г. — первая международная орбитальная станция “Мир”.

Вслед за СССР США приступили к эксплуатации околоземных орбит пилотируемыми средствами. Был реализован малоэффективный проект многоразовой транспортной системы “Space shuttle”, который опирался на прогноз экспоненциального роста потоков грузов на трассах Земля—космос—Земля. За 30 лет было совершено всего 135 полётов, в том числе произведено 14 стыковок с Международной космической станцией (МКС), а также обслуживался телескоп Хаббл.

В 1987 г. В.П. Глушко создал взамен РН Н-1 сверхтяжёлую РН “Энергия” той же грузоподъёмности (~100 т) и аналогичный по задачам “Space shuttle”, но конструктивно более совершенный космический корабль (КК) “Буран”.

В 1998 г., воспользовавшись периодом реформ, который переживала Россия, США перехватили инициативу 30-летней давности и взамен ДОС “Мир” построили с участием России Международную космическую станцию. Эта станция, представляющая, по существу, достаточно громоздкую медико-биологическую лабораторию, продолжает эксплуатироваться, служит развитию перспективных космических технологий в Европе и в Японии. США и Россия получают политические дивиденды, а Россия, кроме того, коммерческую выгоду.

В начале XXI в. в мировой космонавтике наметился прогресс — возвращение к замыслу Королёва о полёте на Марс, но теперь лидером выступили США. Президент Б. Обама, характеризуя сегодняшнюю космическую политику своей страны, отметил, что для обеспечения продуктивности космической программы в долгосрочной перспективе необходимо помнить о том, каких великих приключений и открытий можно ждать в будущем. Он подчеркнул необходимость возрождения интереса, который космическая программа вызывала в прошлом не только у профессионалов, но и у большинства обычных граждан.

На фоне таких заявлений в США началось финансирование марсианского проекта, предусматривающего создание в 2017 г. ракеты-носителя SLS грузоподъёмностью 70 т с дальнейшим увеличением до 130 т и стоимостью на первом этапе, равной 35 млрд. долл., а также космического корабля MPSV Orion массой 25 т. Первый вывод на орбиту корабля MPSV Orion запланирован на 2014 г. с использованием РН “Дельта-4”. Опубликована дорожная карта пилотируемого полёта на Марс. Постепенно проект приобретает международный характер. Так, Европейское космическое агентство примет участие в разработке служебного модуля КК Orion.

В России сохраняет статус долгосрочной программа МКС, что зафиксировано в одном из ос-

новных документов программно-целевого планирования космической деятельности, который был утверждён 24 апреля 2008 г. Президентом РФ, — “Основы политики в области космической деятельности на период до 2020 г. и дальнейшую перспективу”. Проводится также модернизация и тиражирование КК “Союз” в расчёте на доходы от космического рынка (пока не появятся новые американские корабли). Ещё один документ — государственная программа РФ “Космическая деятельность России на 2013–2020 гг.” — предполагает, что запланированные в ней мероприятия по развитию новых технологий для полёта человека в дальний космос получают весомую практическую реализацию только по окончании срока действия программы.

1990-е годы изменили ментальность российского общества, и это привело к неоднозначной реакции на вызовы, встающие перед космонавтикой в начале XXI в. (Об этом подробно говорится в Декларации Саммита глав космических агентств 25 стран, состоявшегося в 2010 г. в Вашингтоне.) Одни российские граждане, занятые поиском “хлеба насущного”, считают целесообразным ограничить космическую деятельность утилизацией космоса. Другие видят перспективу (вплоть до 2050 г.) в колонизации Луны и в возможном использовании её как промежуточного звена в будущих полётах на Марс [5, 6–7]. При этом упускаются из виду отсутствие целей утилизации Луны и тот факт, что трасса полёта на Марс, очевидно, пройдёт через одну из точек Лагранжа.

Существует также третье мнение, в соответствии с которым для жизнедеятельности страны и сохранения её авторитета на международной арене актуальны пилотируемые полёты к Марсу с разведывательными целями [4]. Безусловно, решение такой сверхзадачи потребует не одного десятилетия, но, главное, данный проект способен вернуть веру в космонавтику как силу, гарантирующую прогресс человеческой цивилизации.

Обратившись к упомянутой выше программе “Космическая деятельность России на 2013–2020 гг.”, можно сделать вывод, что на государственном уровне доминирует первая точка зрения. Аргументация в её пользу опирается на тезис об отсутствии средств для финансирования пилотируемых полётов в дальний космос и на стремление к коммерциализации космической деятельности. Однако используемый довод представляется малоубедительным. У государства имеется достаточно резервов для увеличения объёмов финансирования космической деятельности. Об этом свидетельствуют значительные затраты на строительство сооружений на о. Рыбачий и объектов для международных спортивных соревнований 2014 и 2018 г., а также факты нецелевого расходования средств в структурах Минобороны, Минсельхоза, Роскосмоса и др.

Кроме того, планируемые в стране до 2020 г. ассигнования на космическую деятельность в размере 70 млрд. долл. в 2 раза превышают стоимость первого этапа американского марсианского проекта. Данной суммы, конечно, недостаточно для осуществления космической деятельности в полном объёме с учётом реализации сопоставимого проекта, но при его отсутствии она является явно избыточной.

Следует также иметь в виду, что проект пилотируемого полёта на Марс может по примеру МКС стать международным. В этом случае нужна политическая воля, а также интеллектуальный и материальный вклад в создание соответствующих технических средств.

## КОСМИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В НАЧАЛЕ ХХІ СТОЛЕТИЯ

Космическая деятельность в мире продолжает развиваться, но темпы её роста снизились. Так, если в 1963–1969 гг. НАСА получила на свой счёт 5.5% расходной части бюджета США, то в 2012 г. — только 0.47%. Тем не менее сегодня участие в космической деятельности является одним из показателей международного статуса того или иного государства. Более 130 стран используют результаты космической деятельности, а 40 из них создают собственные образцы ракетно-космической техники. В космосе функционирует около 1000 космических аппаратов. Мировой космический рынок оценивается в 150–200 млрд. долл. Финансирование гражданской составляющей космической деятельности ведущих космических держав в 2012 г. достигло: в США — 17.8, Европе — 5.3, России — 4.8, Японии — 4.1, Индии — 1.04 млрд. долл. (по Китаю данные отсутствуют). Большая часть бюджетных ассигнований приходится на пилотируемые программы: так, в НАТО соответствующая доля приближается к 80%.

Всё более заметным участником клуба ведущих космических держав становится Китай — третья страна, которая способна, используя исключительно собственные ресурсы, вывести человека в космос. Китай также демонстрирует, что может проводить серьёзные космические исследования. Ярким свидетельством является уникальная миссия межпланетного зонда “ЧаньЭ-2”, который провёл съёмку поверхности Луны с селеноцентрической орбиты, затем был направлен в точку Лагранжа L2. После этого он встретился с астероидом (4179) Таутатис и сделал снимки его поверхности с разрешением 10 м. По количеству пусков ракет-носителей Китай занимает второе место в мире, вплотную приблизившись к России и обойдя США.

Обращает на себя внимание активное участие в космической деятельности Японии, которая при умеренном финансировании выполнила ряд уникальных проектов. В частности, японский

межпланетный зонд Hayabusa стал первым КА, доставившим на Землю образцы грунта околоземного астероида (25143) Итокава. Функционирующий с мая 2010 г. в космическом пространстве первый в истории космонавтики КА с солнечным парусом “Икар” создаёт предпосылки для освоения принципиально новых смещённых “левитирующих” орбит. Японии также удалось вывести на солнечно-синхронную орбиту первый в мировой практике космический исследователь парникового эффекта.

Что касается России, то космическая деятельность в нашей стране сейчас находится на уровне, не соответствующем ни научно-техническому потенциалу, сформированному в годы существования Советского государства, ни даже тем объёмам финансирования, которые выделяются сегодня. При стагнации в области пилотируемых полётов Россия не имеет и космических аппаратов для проведения фундаментальных исследований ближнего и дальнего космоса. В то же время все ведущие космические державы, за исключением нашей страны, проводят с использованием КА собственной разработки дистанционные и контактные наблюдения Меркурия, Венеры, Марса, Сатурна, Луны и других тел Солнечной системы, в том числе Солнца.

Доля России на мировом космическом рынке составляет ~1%, несмотря на призывы власти к коммерциализации космической деятельности. Представляется, что это явилось результатом недооценки роли космических исследований и пилотируемых полётов, которые стали локомотивом перспективных космических технологий и стимулом для развития новых информационных технологий. В области использования космоса наша страна занимает достойное место только в навигационно-временном обеспечении. Россия стала второй в мире обладательницей собственной спутниковой навигационной системы ГЛОНАСС, разработанной в 80-е годы прошлого столетия.

В области обеспечения спутниковой связью из 300 КА, эксплуатируемых Международной службой фиксированной связи, России принадлежат около 10. Проводятся только модернизация и тиражирование КА радиосвязи. (Следует вспомнить, что в СССР при участии автора настоящей статьи были созданы первые в мировой практике спутниковые системы персональной радиосвязи и непосредственного телевидения.)

Международная орбитальная группировка дистанционного зондирования Земли насчитывает около 130 КА, генерирующих информацию в широком спектре оптического и радиодиапазона с разрешением от десятых долей метра до километров. Россия имеет на орбитах 2–3 КА, и ведётся разработка многочисленных системно противоречивых проектов типа “Строй”, “Обзор”, “Арктика”. Минимально участие России и в конструировании микроспутников научного и технологическо-

го назначения. Наконец, тот факт, что Россия лидирует на рынке пусковых услуг, нейтрализуется малой долей этого сектора в общем объёме мирового космического рынка, составляющей 2.5–3%.

### СИСТЕМНОСТЬ И ЦЕЛЕПОЛАГАНИЕ КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РОССИИ

Важно понимать, что недостаточные размеры государственных инвестиций — не единственная и, возможно, даже не главная причина стагнации в космической отрасли России. Куда большая опасность заключается в отсутствии системного представления, а ведь системный подход был заложен К.Э. Циолковским в качестве методологической основы космонавтики. В своих работах учёный последовательно проводил принцип целостного познания объектов, процессов и явлений в космосе [1].

С позиций системного подхода первичным в космической деятельности является её целеполагание (выработка целей). Такой приоритет очевиден, ведь, по словам Н. Винера, важнее знать, что делать, чем как делать. В России целеполагание осуществляется в соответствии с “Основами политики РФ в области космической деятельности на период до 2020 г. и дальнейшую перспективу”. В тексте данного документа закономерно зафиксировано, что государственные интересы РФ в области исследования и использования космического пространства состоят:

- в сохранении Россией статуса ведущей космической державы;
- в использовании космических средств для обеспечения национальной безопасности, развития социально-экономической сферы и науки;
- в расширении присутствия российских организаций на мировом космическом рынке и развитии внутреннего рынка космических товаров и услуг.

Вместе с тем цели и приоритеты космической деятельности, как они изложены в “Основах...”, не гарантируют в полной мере соблюдение этих интересов. Такое заключение можно сделать, обнаружив, что в указанном документе пилотируемым полётам и космическим исследованиям отводится второстепенная роль. Принятая расстановка приоритетов принижает роль космонавтики, лишает космическую деятельность перспектив развития, углубляет её стагнацию. Согласно мировому опыту, статус ведущей космической державы предполагает наличие амбициозных проектов пилотируемых полётов в космос, которые с начала космической эры были и продолжают оставаться стержнем космической деятельности. Такими проектами являлись: первый полёт человека в космос, Лунная программа, долговременные орбитальные станции, “Space Shuttle”, МКС. Имен-

но, они определяли и определяют инновационный характер космической деятельности, служат стимулом для прогресса во многих областях науки и техники. В России власти, выражая сомнения в актуальности амбициозных проектов, поддерживают в качестве приоритетных проекты типа космического ракетного комплекса (КРК) “Ангара”, космодрома “Восточный”, ГЛОНАСС, о которых речь пойдёт ниже.

Об отсутствии системности при выработке целей космической деятельности свидетельствует представленная в “Основах...” в качестве одной из главных задач “обеспечения гарантированного доступа России в космос”, дополненная планом создания на территории страны нового космодрома, которому в документе придаётся первоочередное значение. Во-первых, тезис о гарантированном доступе России в космос вырван из контекста широкого круга проблем, решаемых космическими средствами в целях поддержания независимости космической деятельности РФ. Во-вторых, целевые задачи космической деятельности, в том числе свободного доступа в космос, должны реализовываться во взаимосвязи друг с другом путём создания транспортных средств с соответствующими стартовыми комплексами. Одновременно требуется ответить на традиционные вопросы, причём строго в следующей последовательности: куда и зачем лететь, на чём лететь, откуда лететь?

Для сохранения статуса ведущей космической державы России необходима ракета-носитель сверхтяжёлого класса, однако руководство Роскосмоса продолжает повторять, что в новой ракете мы не нуждаемся, будем летать на том, что есть [8]. Отсюда возникает вопрос: зачем нужен новый космодром, который создаётся со стартовыми комплексами модернизированной ракеты-носителя “Союз-2” — клоном стартовых комплексов на космодромах Байконур, Плесецк, Куру во Французской Гвиане? Между тем, на строительство космодрома, получившего название “Восточный”, предусмотрено финансирование в размере 13 млрд. долл., что составляет 30% стоимости американской дорожной карты реализации полёта на Марс. Этих средств, кстати, с лихвой хватает на десятилетия аренды космодрома Байконур.

Мотивы создания космодрома “Восточный” явно носят политический характер и слабо соотносятся с актуальными задачами космической деятельности.

Вообще, создаётся впечатление, что принципы целеполагания в космической деятельности России требует серьёзного осмысления. Нельзя не согласиться с Д.О. Рогозиным, который в своих заявлениях в августе 2012 г. указывал, что в области космической деятельности необходимо сформулировать собственные интересы и стратегические цели. Апеллируя к системному подходу,

Рогозин предлагает выбрать в качестве ориентира некую сверхзадачу и приступить к её реализации, невзирая на то, что сегодня она может показаться фантастической.

### СЛОЖНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ В КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

С системных позиций продуктивна экспликация научно-технической составляющей космической деятельности посредством системы действий, направленных на создание и использование по целевому назначению некоторого класса сложных технических (космических) систем.

подавляющее большинство проектов, реализованных с начала космической эры, являются по существу космическими системами. Космическая система (КС) представляет собой упорядоченное множество взаимосвязанных технических средств (компонентов), в основном космического базирования. Интегративные свойства и функции этого множества направлены на достижение целей космической деятельности. КС создаются с использованием прогрессивных космических и новых информационных технологий на методической основе системотехники [9]. Как всякая сложная система, КС обладает набором свойств (признаков), гарантирующих её существование на всех этапах жизненного цикла [10–11]. Такими признаками являются: целостность, целенаправленность [12], приемлемость, преемственность, совместимость, динамизм и др.

Проекты космических систем, признанные в России приоритетными, разрабатываются в значительной мере с нарушением принципов системного подхода. Так, КС ГЛОНАСС, обладая признаками целенаправленности и целостности, в отношении приемлемости и совместимости является корректной лишь частично. Если военная составляющая приемлемости данной КС не вызывает сомнений, то гражданская не может не стать предметом дискуссии. Состояние радиоэлектронной промышленности и менеджмента в стране вряд ли позволят ГЛОНАСС в качестве равноправного участника выйти на мировой рынок, который в значительной мере монополизирован США. Кроме того, в рамках азиатского сегмента появился новый конкурент в лице Китая и его системы Beidou. Для обеспечения национальной безопасности с учётом совместимости ГЛОНАСС с GPS при её коммерческом использовании допустимо сокращение орбитальной группировки КА примерно на 25%. Состав ГЛОНАСС избыточен также из-за наличия комплексов функциональных дополнений и фундаментального обеспечения, которые отсутствуют в GPS. В этой ситуации представляется предпочтительным, используя отечественный опыт создания первой в мировой практике навигационно-связ-

ной спутниковой системы “Циклон”, на базе ГЛОНАСС разработать спутниковую систему управления подвижными объектами во всех земных средах, что позволит нашей стране занять пока свободную нишу в области использования космоса.

Ещё одним примером отсутствия системного подхода служит КРК “Ангара”. Указ Президента РФ о его создании датируется 1995 г. В соответствии с технико-техническим заданием он предназначен для решения широкого круга задач. Проект отличается недостаточной целенаправленностью, что проявляется в отсутствии конкретных задач, и, главное — задачи выполнения пилотируемых полётов — наиболее трудоёмкой части космической деятельности.

КРК “Ангара” включает набор ракет-носителей лёгкого, среднего и тяжёлого классов. Фактически проект носит коммерческий характер, его авторы пытались захватить российский рынок космических запусков, но повторили ошибку создателей “Space Shuttle”, предположив грядущий экспоненциальный рост перевозок на трассе Земля–космос. Неправильно были определены дислокация и количество стартовых комплексов. Приемлемость комплекса оказалась сомнительной: прошло 17 лет, а ни кем не востребованный КРК “Ангара” всё ещё находится на стадии стендовой отработки. В 2014 г. планируется начало лётных испытаний, но в Роскосмосе не могут ответить на элементарный вопрос: для каких реальных целевых нагрузок предназначен КРК “Ангара”?

Удивительно, что данный проект получил одобрение на высшем уровне, хотя не обладает основными признаками системности. Более того, создание КРК “Ангара” было поставлено, наряду с программой ГЛОНАСС, во главу угла российской космической деятельности. Единственным выходом из сложившейся ситуации видится разработка действительно необходимой для России ракеты-носителя сверхтяжёлого класса возможно на базе КРК “Ангара” или с восстановлением технологии РН “Энергия”.

Как следует из ранее приведённых рассуждений, не соответствует принципам системного подхода и проект космодрома “Восточный”. Наконец, следует упомянуть включённый в Президентскую программу модернизации экономики страны в 2010 г. проект создания транспортного космического модуля (ТКМ) с ядерной энергодвигательной установкой (ЯЭДУ) мегаваттного класса. Этот, по существу, пионерский проект нацелен на пилотируемые полёты в дальний космос, в том числе на Марс, и его реализация сулит революционные преобразования в космонавтике, поскольку применение ядерной энергетики должно качественно изменить уровень осуществления транспортных операций [13]. Однако про-

ект предполагает решение комплекса уникальных научных, технических и экономических проблем, требующих значительного объёма исследований. С инженерной точки зрения сложно представить, как осуществляется опытно-конструкторская разработка ТКМ без исследований и системной увязки предполагаемых экспедиций. Из-за отсутствия признаков целостности, приемлемости и преемственности реализация проекта в первой половине XXI в. представляется маловероятной и, возможно, неактуальной. По оценкам ряда экспертов, ядерная энергетика понадобится при пилотируемых полётах к дальним планетам Солнечной системы, а также за её пределы, а полёты на Марс и к приближающимся астероидам в обозримом будущем предстоит осуществлять с использованием солнечной энергии и химического топлива. Именно в этом направлении продвигают свою космическую программу США.

Проведённый анализ показывает, что системным недостатком многих разрабатываемых в России КС является большой масштаб, угрожающий их целостности. К числу подобных КС можно также отнести систему мониторинга космического пространства (СМКП), многофункциональную аэрокосмическую систему мониторинга (МАКСМ), региональную многоцелевую космическую систему «Арктика», систему экстренного реагирования при авариях ЭРА ГЛОНАСС.

### ОРГАНИЗАЦИЯ КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Создание и использование по целевому назначению КС является предметом космической деятельности. Космическая деятельность, обладая набором свойств (признаков) сложной системы, относится к разряду целеполагающих систем и формирует целенаправленность отдельных КС.

Состояние целеполагания в космической деятельности России освещено выше. Что касается приемлемости, то этот признак в данном случае имеет слабую корреляцию с целенаправленностью, так как федеральные космические программы разрабатываются сроком на 10–15 лет, а планы их финансирования – на три года. Об отсутствии признака целостности свидетельствует ранее упомянутая Государственной программе РФ «Космическая деятельность России на 2013–2020 гг.», в которой не нашлось места для задач обеспечения национальной безопасности.

О преемственности в космической деятельности следует судить по совершенству, надёжности и качеству создаваемой космической техники, характеристики которой, как и прежде, обеспечиваются профессионализмом (образованностью) её создателей, наличием в стране научного потенциала, участием в процессе военных специалистов. Но если СССР занимал лидирующие пози-

ции в ключевых областях науки [14], то Россия уступает ведущим космическим державам по доле в мировых расходах на науку (2% против 30% в США, 24% в Европе, 14% в Китае, 11% в Японии). Доля расходов на НИОКР в структуре ВВП России составляет 1% против 2.8% в США, 2.0% в Европе, 1.7% в Китае, 3.5% в Японии.

Деградирует конструкторская мысль: исчезла основанная С.П. Королёвым школа главных конструкторов. После смерти М.В. Келдыша пассивную позицию в области космонавтики занимает Российская академия наук, ограничивая свои интересы космическими исследованиями. Непродуманными являются решения, повлёкшие за собой устранение военных специалистов от участия в космической деятельности. На смену существовавшей в СССР системе управления качеством и надёжностью с преобразованиями 1990-х годов пришли страховые компании.

Космическую деятельность как систему должна предохранять от деструкции её организация, но в России она слабо развита, лишена чёткой иерархичности [15] и фактически представляет собой иерархию с расщеплением. Военно-промышленная комиссия при Правительстве РФ в условиях рыночной экономики не обладает такими полномочиями, как существовавшая ранее Комиссия по военно-промышленным вопросам при Президиуме Совета министров СССР. Руководство космической деятельностью (координация работ) осуществляется на втором уровне организационной иерархии: Роскосмосом – в интересах науки, техники, различных отраслей экономики и Минобороны РФ – в интересах обороны и безопасности РФ, а также совместно этими ведомствами – в части реализации государственной политики в области космической деятельности. Третий уровень иерархии представлен в основном ОАО со стопроцентным государственным участием. При этом Роскосмос выступает одновременно и в качестве органа, управляющего деятельностью предприятий космической отрасли, что в условиях рыночной экономики порождает монополизм и коррупцию.

О малой эффективности организации космической деятельности свидетельствует её нынешнее состояние. В связи с чередой аварий космической техники вопрос о реформировании ракетно-космической отрасли был поднят на правительственный уровень. Рассматриваются предложения объединить предприятия отрасли в холдинги, а также изменить функции Роскосмоса. Безусловно, реформа ракетно-космической отрасли необходима, но её непременно должно предвдварять определение целей и приоритетов космической деятельности.

В заключение возьму на себя смелость констатировать, что в начале XXI в. космическая деятельность в мировом масштабе вносит суще-

ственный вклад в развитие общества. В то же время уровень космической деятельности в России не позволяет ей сохранить статус ведущей космической державы.

Для вывода отечественной космической деятельности из состояния стагнации необходимо менять государственную политику в части определения целей и приоритетов этой деятельности. Инвестиции в неё перспективны только в том случае, если преимущественное внимание будет уделяться пилотируемым программам и космическим исследованиям. Продуктивность использования космоса детерминирована развитием научной основы космической деятельности – космонавтики. Наличие амбициозного проекта полётов в космос, основой которого должна быть сверхтяжёлая ракета-носитель, является не только необходимым условием развития космической отрасли, но и обеспечит России высокий рейтинг среди индустриально развитых стран. Это следует осознать на государственном уровне.

Кроме того, чтобы удержать уже имеющиеся позиции и занять достойное место на мировом рынке космических услуг, с системных позиций представляется целесообразным сосредоточить космическую деятельность на двух-трёх приоритетных проектах, формирующих оригинальную нишу в космической деятельности. Таковыми могли бы стать проекты типа: “Комплексное освоение малых тел Солнечной системы”, “Спутниковая система управления подвижными объектами во всех земных средах”, “Спутниковая система мониторинга жизнедеятельности океана”.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Циолковский К.Э. Избранные труды. Изд-во АН СССР, 1962.
2. Творческое наследие академика С.П. Королёва. М.: Наука, 1980.
3. Бугров В.Е. Марсианский проект С.П. Королёва. М.: Фонд содействия авиации “Русские витязи”, 2009.
4. Чернявский Г.М. Аспекты российской космонавтики // Журнал АПААС. 2011. № 2(33).
5. Жук Е.И. Космическая деятельность // Информационное образование. 2010. № 5.
6. Галимов Э.М. Замыслы и просчёты: фундаментальные космические исследования в России последнего двадцатилетия. Двадцать лет бесплодных усилий. М.: Едиториал УРСС, 2010.
7. Черток Б.Е. Вековые истины // Российский космос. 2011. № 5.
8. Поповкин В.А. Страна не прокормит // Ведомости. 2012. № 185(3199).
9. Гуд Г.Х., Макол Р.Э. Системотехника. Введение в проектирование больших систем. М.: Советское радио, 1962.
10. Bertalanffy L. von. General System Theory. A Critical Review // General Systems. 1962. V. 7. P. 1–20.
11. Блауберг И.В., Садовский В.Н., Юдин Э.Г. Философские принципы системности и системный подход // Вопросы философии. 1978. № 9.
12. Винер Н. Кибернетика. М.: Наука, 1983.
13. Коротеев А.А. Ядерный космос России // Новости космонавтики. 2010. № 2.
14. Гранин Ю.Д. Модернизация России // Вестник РАН. 2010. № 11.
15. Месарович М. Теория иерархических многоуровневых систем. М.: Наука, 1973.

DOI: 10.7868/S0869587313090089

Астероидно-кометная опасность всегда угрожала и будет угрожать Земле. Автор представляемой читателям журнала статьи обращает внимание на острую актуальность данной проблемы, на необходимость разработки методов обнаружения и мониторинга потенциально опасных объектов, сближающихся с Землёй, и поиска способов предотвращения их столкновения с нашей планетой.

## ГОТОВНОСТЬ РОССИИ К ЗАЩИТЕ ЗЕМЛИ ОТ АСТЕРОИДНОЙ ОПАСНОСТИ

В.В. Лебедев

Актуальность проблемы астероидной опасности после падения Чебаркульского метеорита стала очевидной. Несмотря на неприятности, связанные с этим небольшим метеоритом (размером 15–17 м и массой около 10 тыс. т), мы должны быть благодарны ему, так как он выполнил свою просветительскую миссию: население планеты стало свидетелем этого события и через его последствия осознало угрозу астероидной опасности. Можно себе представить, что было бы, если бы на город упал астероид 2012DA14 диаметром 44 м и массой 130 тыс. т, который прошёл ниже геостационарной орбиты на удалении около 27 тыс. км от Земли в тот же день, 15 февраля. Если не сумеем воспользоваться таким наглядным предупреждением, то не будет оправдания нашей беспечности в осознании астероидной опасности.

По данным НАСА, Чебаркульский метеорит можно было отследить оптическими средствами только за 2 часа до входа в атмосферу, он был обнаружен американским спутником контроля ядерных взрывов. Мы же его увидели только после входа в атмосферу, поскольку он появился утром со стороны Солнца. По характеру разрушения в атмосфере к нему близок Сихотэ-Алинский метеорит, вошедший в атмосферу 12 февра-

ля 1947 г. в Приморском крае. Метеорит дробился несколько раз на высотах 58, 34, 16 и 6 км. Самый крупный найденный фрагмент весил 1745 кг. Площадь выпадения осколков зависит от типа метеорита: Чебаркульский – хондрит, а Сихотэ-Алинский – железистый.

Проблема астероидно-кометной опасности комплексная, её можно разделить на три составляющие: обнаружение всех опасных объектов, сближающихся с Землёй (ОСЗ), определение степени угрозы с оценкой рисков и противодействие с целью уменьшения ущерба.

Наши знания о малых небесных телах и последствиях возможных столкновений с ними представлены в таблице, из которой видно, что метеоритный дождь сыплется на Землю постоянно – от микронных пылинок до метровых тел. Более крупные фрагменты падают значительно реже, например, от 1 до 20 м – с частотой один раз в несколько месяцев, более 30 м – с интервалом примерно в 300 лет. Они вызывают локальные катастрофы, как Тунгусское событие. До сих пор непонятно – астероид это был или комета, размер тела составлял около 40 м в диаметре, при этом выделилась энергия порядка 50 Мт. Если диаметр больше 100 м, то происходят региональные катастрофы, больше 1 км – глобальная катастрофа, а роковые последствия для цивилизации могут наступить при столкновении с телами размером более 10 км. На поверхности Земли остались следы от огромных астероидов, которые повлияли на жизнь планеты и её историю. Таких напоминаний о катастрофах известно около 200, остальные или скрыты в океане, или стёрты временем. Интервалы между ними составляют от миллионов до десятков тысяч лет, поэтому некоторые считают проблему астероидно-кометной опасности надуманной. Но так рассуждать нельзя, поскольку эти события носят случайный характер, и когда они



ЛЕБЕДЕВ Валентин Витальевич – член-корреспондент РАН, директор Научного геоинформационного центра РАН.

## Результаты столкновений малых тел с Землёй (по материалам ИНАСАН)

Объект	Размер, $D$	Характерный интервал времени между столкновениями	Размер кратера, км	Результат столкновения с Землёй
Пылинка	$D < 0.1$ см	Ежесуточно в атмосферу Земли попадает более 100 т	—	Сгорает в атмосфере или выпадает на планету
Метеорит	$0.1 \text{ см} < D < 1 \text{ м}$	—	—	Сгорает в атмосфере
	$1 \text{ м} < D < 20\text{--}30 \text{ м}$	Несколько месяцев	—	Долетает до Земли с малой скоростью. Разрушается в результате взрыва в атмосфере
	$D > 30 \text{ м}$	Около 300 лет	—	Локальная катастрофа Взрыв в атмосфере (Тунгусское событие)
Астероид или комета	$D > 100 \text{ м}$	Несколько тысяч лет	$> 2$	Региональная катастрофа Поверхностный или подводный взрыв
	$D > 1 \text{ км}$	Более 500 тыс. лет	$> 2$	Глобальная катастрофа
	$D \approx 10 \text{ км}$	100 млн. лет	200	Конец цивилизации

могут произойти, никто не знает, — в любой момент.

В Туринской шкале (рис. 1), принятой Международным астрономическим союзом (МАС) в 1999 г., связывающей кинетическую энергию угрожающего тела и вероятность столкновения, насчитывается 11 степеней риска. Степень риска 0 означает, что никакой угрозы нет, то есть либо столкновения не произойдёт, либо тело настолько мало, что столкновение неопасно. Степени 8–10 означают неизбежное столкновение и катастрофу от локальной (степень 8) до глобальной (степень 10). Шкала напоминает шкалу Рихтера, характеризующую силу землетрясения.

В своё время при ООН была создана рабочая группа по Программе астероидно-кометной опасности (АКО), о чём рассказывал в газете “Столетие” академик В.Е. Фортов. На одну из конференций, которая проходила в Снежинске в 1994 г., прилетал Эдвард Теллер — создатель водородной бомбы, который был страстным пропагандистом защиты Земли от астероидов. Тогда международная команда учёных пришла к выводу, что если размер астероида превысит 5 км, то он будет обладать кинетической энергией, равной миллионам мегатонн, и создать ракету с ядерным зарядом для защиты от него практически невозможно. Сегодня предлагается много других методов, чтобы дать ответ на вопрос, может ли человечество сделать что-то для спасения планеты от астероидно-кометной опасности. Новый проект НАСА, как заявил его руководитель Чарльз Болден, предусматривает разработку к 2025 г. (согласно задаче, поставленной президентом США) системы захвата 500-тонного астероида размером около 7 м и

буксировку его на окололунную орбиту или в точку Лагранжа системы Луна–Земля с последующим посещением его астронавтами.

На рисунке 2 приведена статистика обнаружения астероидов и комет с 1980 г. по настоящее время. За последние 200 лет открыто, пронумеровано и зарегистрировано в Центре малых планет, который с 1946 г. ведёт учёт всех известных малых небесных тел, 35 тыс. астероидов. Здесь представлены ОСЗ, орбиты которых проходят на расстоянии от Земли менее 0.3 а.е. (45 млн. км). Среди них выделяют потенциально опасные объекты (ПОО), которые пересекают орбиту Земли в пределах 0.05 а.е. (7.5 млн. км). К февралю 2013 г. в каталог занесено более 9624 ОСЗ (см. рис. 2, а), из них 1381 ПОО, в том числе 439 наиболее опасных, которые проходят между Луной и Землёй и в ближайшие 100 лет могут с ней столкнуться. Распределение наиболее опасных по размерам представлено на диаграмме (см. рис. 2, б). Видно, что 80% составляют тела от 5 до 50 м. Внизу на рисунке 2, а отмечены ОСЗ размером больше 1 км, сейчас в рамках программы “Космическая стража”, которая была принята в 1998 г., их выявлено больше тысячи. На эту программу Конгресс США выделил 50 млн. долл., чтобы в течение 10 лет выявить крупные ОСЗ, которые падают на Землю примерно раз в 600 тыс. лет. К сегодняшнему дню эта задача, как считают американцы, близка к завершению, программу удалось выполнить на 99%. Согласно закону Конгресса от 2008 г., перед НАСА поставлена новая задача — к 2020 г. выявить сближающиеся с Землёй астероиды размером более 140 м. Астероиды диаметром 100 м падают на Землю в среднем один раз в тысячу лет.

По современным теоретическим оценкам, количество ОСЗ размером более 150 м составляет несколько десятков тысяч, а размером более 50 м — несколько сотен тысяч, из них около 10 тыс. могут пересекать орбиту Земли. Никто не гарантирует, что завтра или через год не будет обнаружен новый объект, ещё более опасный. Поскольку возможности современных наблюдательных средств ограничены, такие тела удаётся открыть фактически по счастливой случайности.

Благодаря знаниям об астероидах и организации слежения на международном уровне в США и в Европе в 2008 г. случайно удалось обнаружить метеорит 2008TC<sub>3</sub> за 20 часов до его столкновения с Землёй. После расчёта орбиты до столкновения оставалось 13 часов, но уже были известны время и место падения — Нубийская пустыня (Судан). Через службу организации воздушного движения установили, что в этом районе будет пролетать самолёт KLM французской авиакомпании Air France, и экипажу сообщили, где и когда они смогут наблюдать падение метеорита. Поскольку число обсерваторий, следивших за метеоритом, к тому моменту достигло 26, разница между фактическим и расчётным временем и местом составила всего несколько секунд и километров. Падение и вспышку астероида также случайно заснял европейский метеоспутник MeteoSat 8 в видимом и ИК-диапазоне. Случайности сложились в успех регистрации этого события всеми возможными средствами. Впервые в мире был получен уникальный результат — возможность сравнивать спектры астероида, снятые до его падения, с физико-химическими свойствами найденных осколков. Диаметр метеорита составлял 4 м, масса — 80 т. Он стал единственным телом, которое удалось исследовать до падения на Землю. До этого экстраполировать состав материнского тела приходилось по обнаруженным фрагментам. Оказалось, что метеорит принадлежит к редкому классу уерилитов, которых среди найденных на Земле небесных тел меньше 0.5%. Руководитель исследований метеоритных образцов Джеффри Бада сообщил, что осколки содержат следы 19 различных аминокислот. Ранее считалось, что образование аминокислот на астероидах возможно только в жидкой воде при низких температурах, но оказалось, что реакция происходит и при интенсивном нагревании в газообразных веществах.

Сегодня исследования по обнаружению ОСЗ и их каталогизации наиболее развиты в США, где государство ежегодно финансирует эти работы (рис. 3). К пониманию необходимости этого их подтолкнула угроза цунами, которым подвержено тихоокеанское побережье США, где высокая плотность населения и развитая инфраструктура. После опустошительного Алеутского цунами 1 апреля 1946 г., вызванного землетрясением силой 7.4 балла, была создана Система предупреждения



Рис. 1. Туринская шкала

0 — события, не вызывающие последствий; 1 — события, заслуживающие осторожной проверки; 2–4 — события, заслуживающие беспокойства; 5–7 — угрожающие события; 8–10 — неизбежные столкновения;  $\varnothing$  — диаметр тела

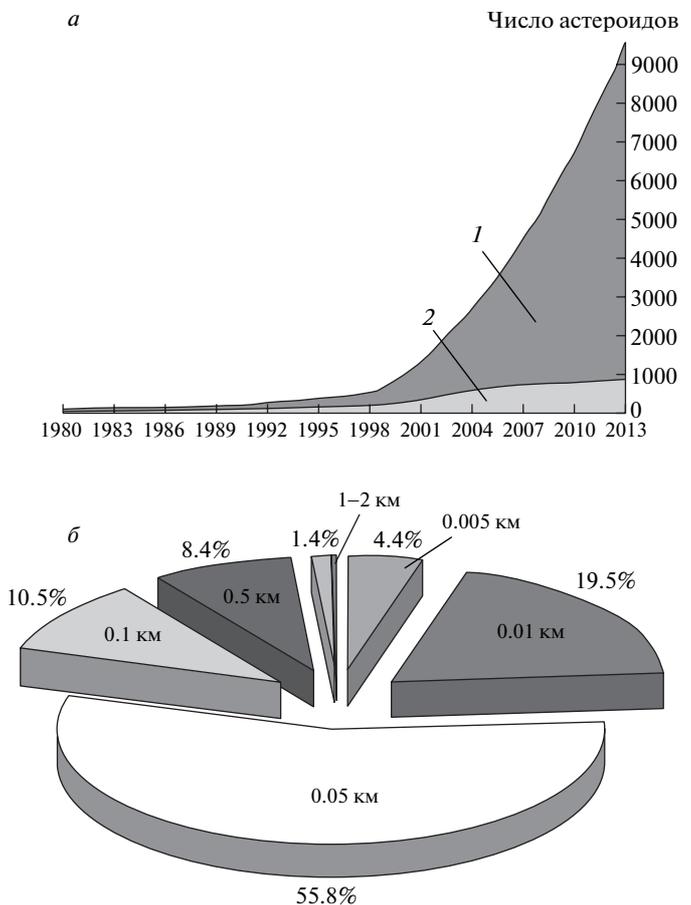


Рис. 2. Статистика обнаружения астероидов, сближающихся с Землёй

*a* — известные околоземные астероиды (ОСЗ) в период с 1980 г. до наших дней: 1 — все ОСЗ, 2 — крупные ОСЗ; *b* — распределение по размерам (км) наиболее опасных 439 астероидов в ближайшие 100 лет (по данным системы мониторинга Sentry System), %

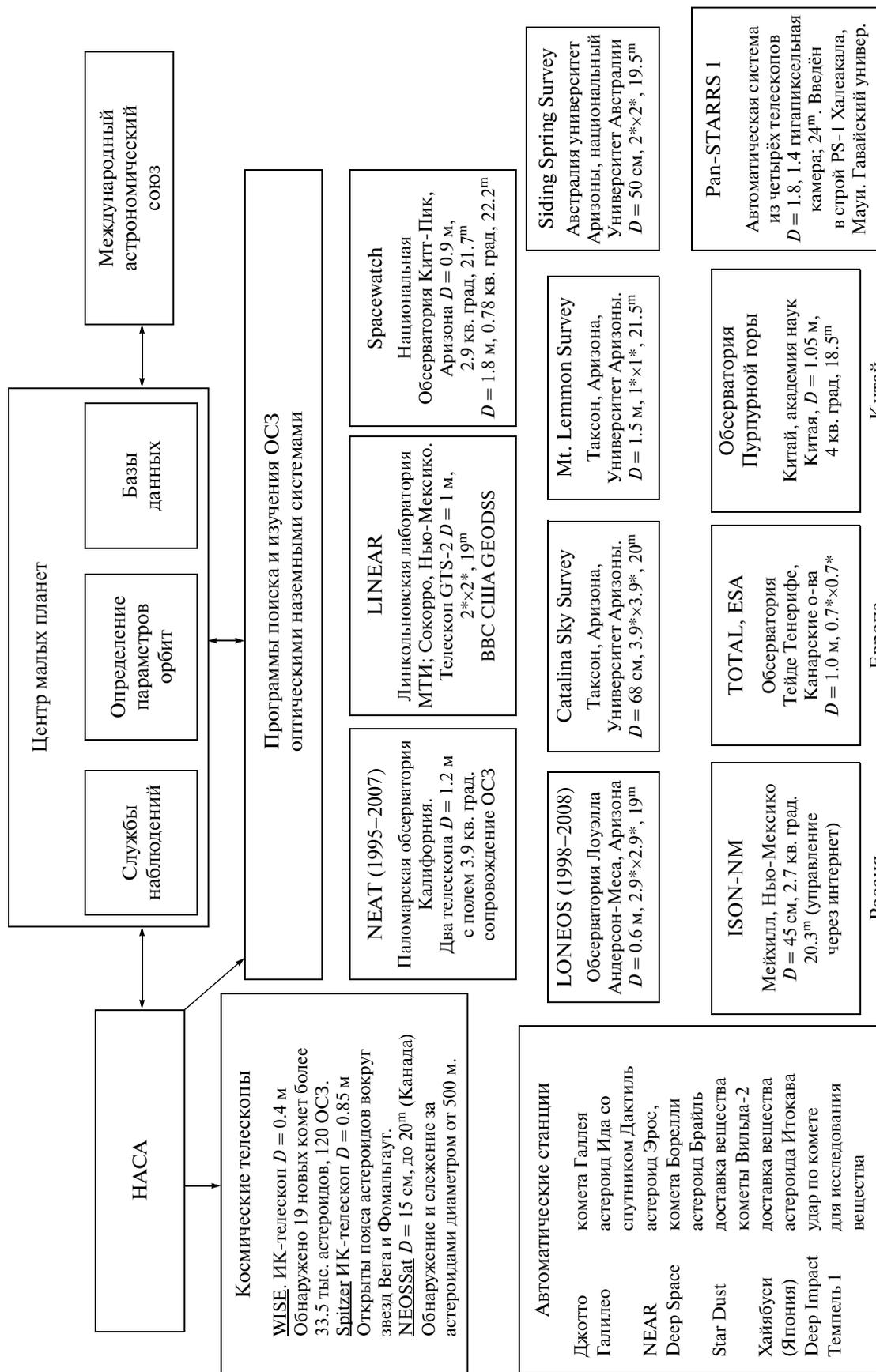


Рис. 3. Международная система наблюдения и мониторинга объектов, сближающихся с Землёй

о сейсмических морских волнах (SSWWS – Seismic Sea-Wave Warning System), построенная на обработке информации от нескольких десятков сейсмических обсерваторий при участии 26 государств, поступающей в Международную службу предупреждения о цунами с центром в Гонолулу (Гавайи, США). Предупреждение выдаётся, если землетрясение имеет магнитуду более 7.0 и его эпицентр расположен под водой.

В дальнейшем для выявления направления волн-цунами и характера их распространения в открытом океане в США была развёрнута система донных измерителей уровня поверхности океана DART (Deep-Ocean Assessment and Reporting of Tsunami) со спутниковой связью поверхностных буёв через систему “Иридиум” с Национальным центром поплавковых данных (National Data Buoy Center). Донная часть измерителя передаёт информацию на буй по гидроакустическому каналу. В случае превышения на 3 см порогового значения высоты волны, связанной с цунами, процессор донного датчика передаёт специальное сообщение на поверхностный буй о включении режима цунами, в котором уровень океана фиксируется каждые 15 с, процессор поверхностного буя непрерывно передаёт эти измерения в Центр в течение следующих трёх часов, после чего система переходит в нормальный режим работы. При обнаружении волны достаточно точно определяется время её прибытия к побережью и выдаётся предупреждение в населённые пункты, уязвимые для воздействия цунами. Масштаб международного сотрудничества по контролю за цунами, в котором участвует и Россия, может служить примером для развития системы контроля астероидно-кометной опасности.

Однако цунами вызываются не только землетрясениями, извержениями вулканов и оползнями, но и падением астероидов и комет в океан. Поэтому уже в 1947 г. США были вынуждены обратиться к проблеме астероидно-кометной опасности и создать Центр малых планет под эгидой Международного астрономического союза, ставшего ведущей организацией по обнаружению астероидов, комет и малых планет Солнечной системы. Центр находится в Смитсоновской астрофизической обсерватории в Кембридже (штат Массачусетс) и финансируется НАСА. В него стекается вся информация с наземных обсерваторий, систематизируются данные наблюдений, вычисляются орбиты и ведётся каталогизация. Эта информация публикуется в циркулярах, которые рассылаются обсерваториям и через бесплатные онлайн сервисы, и доступна для всех желающих.

Среди финансируемых НАСА программ поиска и изучения ОСЗ наземными оптическими средствами наиболее продуктивна обзорная программа Catalina Sky Survey (CSS) наряду с обзором

Siding Spring Survey (Австралия) и обзором Mt Lemmon (США), объединённые в общую программу. В 2012 г. на первое место по количеству открываемых ОСЗ вышел современный перспективный обзор неба Pan-STARRS. Обладая прониканием до 24-й звёздной величины и полем зрения  $2.7^\circ \times 2.7^\circ$ , телескоп этого проекта может уверенно обнаруживать 300-метровые объекты на дальности в одну астрономическую единицу.

Что касается исследований астероидов и комет космическими аппаратами, то приходится констатировать, что после успеха ещё в 1984 г. советских межпланетных аппаратов “Вега-1” и “Вега-2”, которые совершили облёт кометы Галлея на расстоянии 10 и 3 тыс. км, у нас больше достижений не было. Однако за прошедшее время американской космической станцией “Галилео” выполнена съёмка крупного астероида Ида ( $58 \times 23$  км) и открыт его спутник Дактиль (1.4 км), станцией NEAR определён состав и построена карта астероида Эрос ( $41 \times 15 \times 14$  км), совершена мягкая посадка на его поверхность и определён состав грунта до глубины 10 см. Космический аппарат Deep Space 1 с помощью ИК-спектрометра исследовал комету Борелли и астероид Брайль; возвращаемая капсула космической станции StarDust приземлилась в США, доставив около 30 частиц вещества кометы Вильда разного размера; аппарат Deep Impact ударом медной болванки массой 370 кг со скоростью 37 тыс. км/ч создал выброс вещества кометы Темпль для проведения его спектрального анализа; японская станция Hayabusa стала первым космическим аппаратом, доставившим на Землю образцы грунта с астероида Итокава.

В 2002 г. при Комитете ООН по мирному использованию космоса была образована Группа действия 14 (Action team 14), задачей которой стала координация усилий разных стран по решению проблемы АКО и выработке общего соглашения по процедуре принятия решений в области предупреждения астероидной опасности.

Европейская система оповещения об обстановке в космосе SSA (Space Situational Awareness) была запущена 1 января 2009 г. и по завершении начального трёхлетнего периода будет развёрнута в 2012–2019 гг. Её цели – мониторинг объектов на околоземных орбитах (в том числе космического мусора), геофизической обстановки (вспышки на Солнце, состояние магнитосферы Земли), поиск сближающихся с Землёй объектов (рис. 4). Планируется создать систему из шести широкоугольных телескопов с диаметром зеркала 1 м и полем зрения  $2.9^\circ \times 2.9^\circ$ , которые в автоматическом режиме смогут за сутки осматривать всё небо и обнаруживать потенциально опасные астероиды диаметром более 50 м за три месяца до возможного столкновения. Информация всех европейских обсерваторий будет стекаться в координацион-



Рис. 4. Европейская система оповещения об обстановке в космосе SSA (Space Situational Awareness)

ный центр, который открылся в Риме 28 мая 2013 г. Сегодня космический сегмент представлен станцией “Розетта”, запущенной в 2004 г. В 2014 г. она сблизится с кометой Чурюмова–Герасименко и станет её спутником на два года, а пока находится в спящем режиме. Планируется совместно с Японией осуществить проект по выводу на орбиту ИК-телескопа “Марко Поло” и по той же программе – полёт к астероиду для взятия пробы его грунта с доставкой на Землю. Руководитель программы Н. Бобринский заявил о готовности ЕКА инициировать совместно с Россией астероидный проект, если Роскосмос проявит к этому интерес.

В феврале 2007 г. при Совете РАН по космосу была создана Экспертная рабочая группа по космическим угрозам. В неё вошли представители научных учреждений РАН, высших учебных заведений, Роскосмоса, МЧС, Росатома, Министерства обороны РФ и других заинтересованных ведомств и организаций. Основная задача – подготовка концепции Федеральной целевой программы по противодействию космическим угрозам. В экспертную группу входит секция “Астероидно-кометная опасность” и секция “Космический мусор”. Ситуация с космическим мусором приближается к критической. Сейчас его количество на орбитах (от низких до геостационарной) составляет около 760 тыс. объектов размером от 1 см и больше. Если не принять мер, то уже через несколько десятилетий могут начаться каскадные столкновения вышедших из строя аппаратов и их фрагментов и реализуется так называемый эффект Кesslera,

когда ближний космос станет непригодным для практического использования. Проблема “Космические риски и угрозы: как обеспечить планетарную защиту” обсуждалась на “круглом столе” Совета Федерации РФ 13 марта 2013 г.

В России фундаментальные и прикладные исследования, связанные с проблемой астероидно-кометной опасности, ведутся в ряде научных центров: Институте астрономии РАН, Государственном астрономическом институте им. П.К. Штернберга (ГАИШ) МГУ, Институте прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН (ИМП РАН), Институте прикладной астрономии РАН, Институте динамики геосфер РАН, Главной астрономической обсерватории РАН, Институте космических исследований РАН, Институте солнечно-земной физики СО РАН. У нас в стране работают две системы отечественной разработки ISON (International Scientific Optical Network) и МАСТЕР (Международная астрономическая система телескопов-роботов), которые попутно с основными научными программами обнаруживают объекты, сближающиеся с Землёй. Сеть телескопов ISON предназначена для поиска космического мусора и слежения за спутниками на высокоэллиптических орбитах и на геостационаре, где обстановка всё время находится в динамике: есть работающие спутники, есть отработавшие свой ресурс, есть фрагменты, которые образовались от столкновений и, конечно, есть спутники специального назначения – по контролю за ядерными взрывами и за спутниками других стран на данной орбите.

Какими наблюдательными средствами за астероидами и кометами мы располагаем? В СССР к началу освоения космоса была создана широкая сеть для наблюдения околоземного пространства, в которой имелось около 70 телескопов, большая часть которых широкоугольные с диаметром зеркала от 40 до 80 см. В 2004–2008 гг. на её основе была создана сеть оптических телескопов НСОИ АФН (международное название ISON). Она финансируется Роскосмосом, научное сопровождение и ведение каталога космического мусора и спутников обеспечивает ИПМ РАН им. М.В. Келдыша, а техническую реализацию – Проект “Техника”. Сегодня ISON даёт 97% информации по объектам на геостационарной и высокоэллиптических орбитах. Это та область, где Россия превосходит США, и они это признают. Вся информация передаётся в головную организацию по контролю космического пространства “Вымпел”, где имеется автоматизированная система по предупреждению опасных ситуаций в околоземном космическом пространстве (АСПОС ОКП).

Кроме того, для поиска астероидов и комет ISON имеет три телескопа: в Кисловодске и на Украине под Житомиром – диаметром 60 см, в штате Нью-Мексико (США), на высоте 2220 м – диаметром 45 см и полем зрения  $100 \times 100$  угловых минут. Все три телескопа изучают астероиды, на них отработывается методика наблюдений и программное обеспечение. Задействован телескоп Крымской обсерватории диаметром 2.6 м.

Телескопы ISON роботизированы. Один телескоп – диаметром 25 см с проникаемостью  $17^m$ , второй – обзорный, с полем зрения  $7^\circ \times 9^\circ$  и диаметром зеркала 20 см, имеет две трубы. Обзорный телескоп сканирует небо, и, если найден неизвестный объект, не совпадающий по каталогу со звёздами и спутниками, вырабатывает целеуказания на телескоп с диаметром 40 см, фокусным расстоянием 1 м 20 см и полем зрения 3 кв. градуса, разработанный фирмой “Сантел”. С проникаемостью  $20.5^m$  при выдержке 100 с за 8-часовую ночь наблюдения два телескопа покрывают 190 кв. градусов. Автоматически определить астероид нельзя, требуется четыре серии снимков по восемь кадров, чтобы выявить кандидата на астероид и исключить ложные сигналы от дефектов матрицы. Полученные снимки передаются для анализа в ИПМ РАН. Недавно с помощью этих телескопов была открыта комета, названная ISON. Планируется установить 65-сантиметровый телескоп системы Санковича с полем зрения 3.4 кв. градуса и проникаемостью до  $21^m$ , который позволит за 8-часовую ночь покрывать 400 кв. градусов неба. За время работы ISON открыто 1500 астероидов Главного пояса, три кометы, шесть потенциально опасных объектов, один из которых, наиболее опасный, занесён в таблицу рисков.

Из всех организаций РАН, которые в той или иной мере занимаются проблемой астероидов, наиболее передовой с точки зрения технического

оснащения, научного и организационного обеспечения и достигнутых результатов, которые признаны на международном уровне, является ИПМ им. М.В. Келдыша. Поэтому на основе накопленного опыта в этом институте сформированы предложения по проблеме астероидно-кометной опасности:

- создать на базе их баллистического центра центр сбора, обработки и анализа информации по ОСЗ, архивирования и уточнения орбит ПОО;
- продолжить отработку методики астероидных обзоров, ввести в строй пять телескопов с большими полями зрения, два из которых расположить в Южном полушарии;
- создать сеть из 10 новых телескопов;
- возобновить работы по радиолокации астероидов на базе 70-метрового радиотелескопа в Евпатории и радиотелескопов сети радиоинтерферометрии со сверхдлинными базами.

Глобальная сеть МАСТЕР предназначена для обнаружения гамма-всплесков и является частью Международной системы оповещения о координатах гамма-всплесков GSN (Gamma Burst Coordinates Network) с центром в Годдардовском космическом центре (Goddard Space Flight Center – GSFC) НАСА в Гринбелте (штат Мэриленд). В её состав входит несколько спутников (“Свифт”, “Интеграл”, RXTE, HETE, Ulysses) и наземный сегмент, состоящий из радиотелескопов, оптических обсерваторий и регистраторов космических лучей высоких энергий (TeV).

Роботизированные телескопы сети МАСТЕР (ГАИШ МГУ) расположены в Кисловодске, Кауровке (под Свердловском), Иркутском университете, Благовещенске, под Москвой (Востряково) и в Аргентине. Предполагается установить телескоп в Южной Африке и на острове Тенерифе (Канарские острова). Это 40-сантиметровые телескопы с полем зрения  $2^\circ \times 2^\circ$  и проникающей способностью  $20^m$ . В конструкцию входят две камеры диаметром 7 см с полем зрения 400 кв. градусов каждая. В режиме поиска трубы телескопа разведены для охвата разных участков неба. Когда фиксируется гамма-всплеск, они переводятся в положение параллельно; тогда поле зрения составляет 4 кв. градуса, ведётся сопровождение и съёмка объекта наблюдения с передачей координат в Международную сеть GSN. Разнесённые по долготе телескопы МАСТЕР позволяют в зимнее время вести практически круглосуточное наблюдение в Северном полушарии во всём оптическом диапазоне длин волн (от синего до ближнего инфракрасного). В случае попадания в поле зрения телескопа неизвестного объекта, которого нет в каталоге звёзд, проводится его съёмка и, если он идентифицируется как астероид, данные передаются в Центр малых планет, где по базе данных определяется, известный это объект или нет. Если объект новый, об этом сообщается всем обсерваториям. Стоимость такого телескопа 500 тыс. ев-

ро, весь роботизированный комплекс производится московским объединением “Оптика”.

Кроме того, существует Пулковская кооперация оптических наблюдений (ПулКОН) – протяжённая сеть оптических телескопов в 11 обсерваториях для выполнения координационных наблюдательных программ по изучению переменных звёзд. ПулКОН по договорам с Министерством обороны РФ работает по отслеживанию мусора на низких орбитах и регистрирует астероиды.

К сожалению, приходится признать, что по сравнению с Америкой и Европой наши возможности в астрономических наблюдениях и тем более в решении проблемы астероидно-кометной безопасности выглядят весьма скромно. Если в России самый крупный оптический телескоп – 6-метровый Зеленчукский, введённый в строй ещё в 1964 г., то в мире давно работают 10-метровые телескопы на Гавайях, на Канарских островах, 11-метровый в ЮАР, 12-метровый в Чили. Следует отметить, что наиболее удачным местом для продолжительного наблюдения объектов в Южном полушарии является Антарктида с её благоприятным астроклиматом, где уже имеется американский 10-метровый телескоп на высоте около 4 тыс. м и разворачивается китайская автоматическая обсерватория PLATO-A в самой высокой точке. Планируется создание телескопов следующего поколения, оснащённых сегментированными зеркалами (так как с увеличением диаметра зеркал непомерно растёт их вес): гигантского 24-метрового телескопа “Магеллан” (GMT), 30-метрового (TMT) и “Исключительно большого телескопа” (OWL) со 100-метровым зеркалом и разрешением 0.001 угловой секунды, который проектируется для Европейской южной обсерватории в Чили. Все они начнут работать в 2016–2018 г. Президент Российской Федерации 22 мая 2013 г. поручил Правительству решить вопрос об участии российских учёных в работе Европейской южной обсерватории и возможности внесения взноса в виде высокотехнологичного оборудования.

На основе изучения обширных источников, содержащих подробную информацию [1–8], можно сделать следующие выводы:

- Проблема астероидно-кометной безопасности является межгосударственной. В её решении Россия ограничивается лишь наблюдениями в ходе выполнения научных астрономических исследований, проводимых с другими целями. Нужно найти свою нишу, которая позволит дополнить мировые исследования и внести достойный вклад в общее дело. Для этого требуется создать систему постоянного поиска и мониторинга объектов, сближающихся с Землёй.

- Необходимо скорейшее принятие Федеральной целевой научно-технической программы “Система астероидно-кометной безопасности России”, которая должна включать создание: координационно-аналитического центра под эгидой

Роскосмоса и РАН; наземной специализированной сети телескопов для обнаружения объектов, сближающихся с Землёй; космического сегмента из беспилотных аппаратов с привлечением пилотируемых станций для расширения возможностей раннего обнаружения потенциально опасных объектов; новой технологии, позволяющей заблаговременно обнаруживать тела размером от 50 м и крупнее; моделирующего комплекса по оценке последствий космических угроз; системы обучения населения и руководителей разных уровней действиям при возникновении космической угрозы (астероидно-кометной опасности).

Следует отметить, что НАСА, в отличие от Роскосмоса, не ограничивается только стратегией развития космической техники, но и определяет перспективу научных программ, которые финансирует из средств, выделяемых Конгрессом США.

Падение астероидов – проблема, угрожающая безопасности цивилизации, невозможно предугадать, на территорию какой страны они упадут. Чебаркульский метеорит всколыхнул мир и в очередной раз показал, что мы недооцениваем космические угрозы, не умеем успешно их предотвращать, поскольку это требует консолидированных усилий всего мирового сообщества. Эта проблема из научной, технической, экономической, военной перерастает в политическую глобального масштаба. Нужно взглянуть на неё не с земных, а с космических высот, и строить межгосударственные отношения на этом базисе, иначе нас всех ждёт невесёлая перспектива, рано или поздно может произойти глобальная катастрофа.

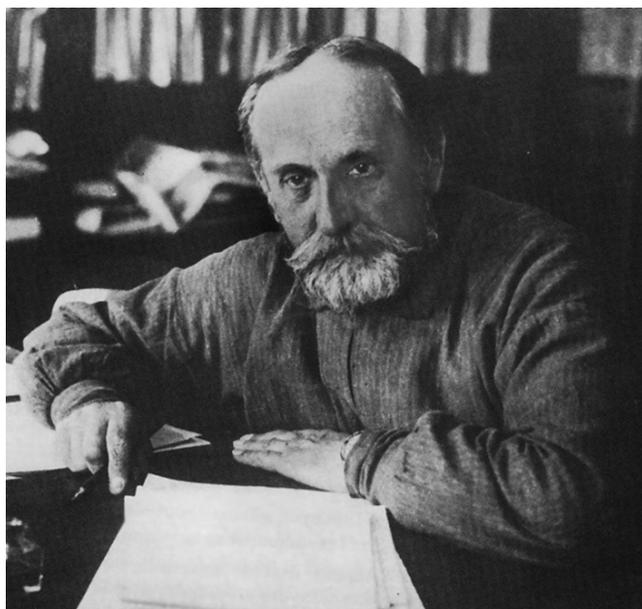
## ЛИТЕРАТУРА

1. Катастрофические воздействия космических тел / Под ред. Адушкина В.В. и Немчинова И.В. М.: ИКЦ “Академкнига”, 2005.
2. Шустов Б.М. Астероидно-кометная опасность: о роли физических наук в решении проблемы // Успехи физических наук. 2011. № 10.
3. Еленин Л.В. Существующие и перспективные оптические обзорные системы, работающие по программе астероидно-кометной опасности (АКО) // [www.spaceobs.org](http://www.spaceobs.org)
4. Вишневецкий С.А. Астроблемы. Новосибирск: Нон-парель, 2007.
5. Jenniskens P. et al. The impact and recovery of asteroid 2008 TC3 // Nature. 2009. V. 458. P. 485–488.
6. Результаты исследования метеорита “Челябинск”. Объединённый семинар в ГАИШ МГУ, 21 марта 2013 // [www.meteorites.ru](http://www.meteorites.ru)
7. Предложения по системе сбора, обработки и анализа информации об астероидах и кометах в околоземном космическом пространстве. М.: ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, 2012.
8. “Круглый стол” Совета Федерации 13 марта 2013 г. “Космические риски и угрозы: как обеспечить планетарную защиту” // [www.council.gov.ru](http://www.council.gov.ru)

DOI: 10.7868/S0869587313090028

## ВОСТОКОВЕД НА СТРАЖЕ АКАДЕМИИ НАУК

*К 150-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ АКАДЕМИКА С.Ф. ОЛЬДЕНБУРГА*



Сергей Фёдорович Ольденбург. 1920-е годы

Сергей Фёдорович Ольденбург (1863–1934) – выдающийся буддолог-индианист, филолог и историк, один из создателей серии “Библиотека Буддика” и её бессменный редактор с 1897 по 1934 г., автор ряда трудов. Путешествуя по Центральной Азии, он собрал ценнейшую коллекцию буддийских рукописей и образцов искусства. Будучи непререкаемым секретарём Российской академии наук, смог убедить пришедших к власти большевиков не разрушать эту старейшую организацию, хотя сам подвергался аресту и репрессиям. Он внёс большой вклад в науку, а его организаторский талант послужил делу спасения Академии наук в труднейшие для неё годы.

С.Ф. Ольденбург родился 26 (14 по ст. ст.) сентября 1863 г. в селе Бянкино, ныне Нерчинского района Читинской области. Его отец, Фёдор Фёдорович Ольденбург, – потомственный дворянин из старинного мекленбургского рода, представители которого приехали в Россию при Петре I, с 1856 г. служил в Забайкальском казачьем войске.

Мать, Надежда Фёдоровна Берг, – дочь офицера, выпускница, затем преподаватель французского языка в Смольном институте. В семье Ольденбургов общались на французском. В 1867 г. отец вышел в отставку, и семья переехала в Европу. В Варшавской гимназии Сергей и его брат Фёдор (позднее общественный деятель) овладели латынью и греческим языком со совокупно с литературой и историей древнего мира. В 1881 г. С. Ольденбург поступил на факультет восточных языков Санкт-Петербургского университета, где изучал не только санскрит и авестийский язык, но и армянский, арабский, а также посещал курсы китайистики и тибетологии.

После завершения курса обучения Сергей Фёдорович был оставлен в университете для подготовки диссертации под руководством выдающегося российского индолога И.П. Минаева (1840–1890). В 1895 г. он защитил диссертацию на тему “Буддийские легенды”, в которой не просто провёл основательное исследование раннесредневековых санскритских рукописей, но и сравнил рассматриваемые сказочные сюжеты с аналогичными текстами на других восточных языках – китайском, тибетском, пали. Этой темой учёный продолжал заниматься всю жизнь, его вклад в её разработку подтверждён последующим переизданием отдельных трудов [1].

Несомненная заслуга С.Ф. Ольденбурга состоит в том, что он оставался свободным от господствовавших в европейской науке того времени теорий о происхождении сказок и легенд из буддийской повествовательной литературы, прежде всего из джатак. Так называются произведение и жанр буддийской канонической и постканонической литературы – прозаические повествования (со стихотворными вставками) о жизни Будды Шакьямуни в предыдущих рождениях, которые он вспомнил в состоянии Просветления под деревом бодхи. В этих текстах его обобщённо называют бодхисаттвой (существом, которое обретёт Просветление), но в каждой джатаке у него есть и конкретное имя действующего персонажа – в человеческом, животном, божественном или ином воплощении. Наиболее известным является каноническое палийское собрание джатак из 547 от-

дельных рассказов. Оно входит в пятый отдел “второй корзины” школы тхеравады. Малая часть этого собрания опубликована на русском языке. На санскрите джатаки, по-видимому, начали создаваться позже, поскольку те произведения, которые сохранились в оригинале, а также в китайских и тибетских канонических переводах, отличаются от палийских махаянскими идеями. На санскрите имеются и высокохудожественные авторские сборники джатак, например “Гирлянда джатак” Арья Шуры. Знаменательно, что первым исследователем этого сборника в России стал С.Ф. Ольденбург [2].

Данный жанр сложился на основе раннего буддийского фольклора. В качестве популярного вида народной словесности джатаки продолжали сочиняться во всех странах буддийского мира, в этом творчестве участвовали и монахи, которые записывали предания, окрашенные местными реалиями, литературно их обрабатывали и составляли сборники. Примером такого рода может служить центральноазиатский сборник VI–VII вв., вошедший в китайский и тибетский каноны и переведённый на русский язык [3]. Сергей Фёдорович доказал, что истоки буддийской повествовательной литературы находятся в фольклоре, в народной словесности и потому «буддийские сюжеты» на деле нередко значительно древнее самого буддизма» [4, с. 212]. В дальнейшем учёный столь же трезво оценивал и древнее искусство буддизма: “Рассмотрение буддийских памятников показывает нам, что буддизм всегда был близок к массовым культам и подчинялся общим законам развития и упадка всех религий” [5, с. 146].

Стоит отметить, что очень рано у С.Ф. Ольденбурга проявились не только филологические таланты, необходимые для изучения манускриптов, но и особый дар — быть благодарным своим учителям и коллегам не на словах, а на деле. Начиная с 1890 г. он приступает к летописанию жизни и научной деятельности востоковедов и продолжает этот вид творчества вплоть до 1933 г., ежегодно публикуя рецензии, статьи, сообщения, заметки, некрологи как русских, так и зарубежных исследователей. По-видимому, толчком к раскрытию этого дара стала смерть любимого учителя — Ивана Павловича Минаева, которого ему пришлось заместить в чтении курса санскрита на двух факультетах Санкт-Петербургского университета.

Разбирая архив учителя, Сергей Фёдорович отредактировал и в течение нескольких лет издавал серию “Из бумаг покойного И.П. Минаева”. Это были не только хорошо известные специалистам “Материалы и заметки по буддизму” (три выпуска), но и ряд малых и крупных работ. Здесь же нужно отметить, что как буддолог, С.Ф. Ольденбург потрудился на славу, начиная со статей, предшествовавших диссертации, в которых он предстал в качестве и текстолога, и искус-

ствова, и историка буддийских учений и доктрин.

Уже будучи непререкаемым секретарём Академии наук, обременённым множеством забот, С.Ф. Ольденбург дважды возглавлял экспедиции в Центральную Азию. Первый раз — в Турфан (ныне Синьцзян-уйгурский округ Китая) в 1909–1910 гг., где “удалось обнаружить и описать многочисленные памятники древней буддийской культуры, снять чертежи и планы сохранившихся построек, сфотографировать наиболее ценное” [4, с. 218]. Вторая экспедиция, организованная в 1914–1915 гг. для изучения “Пещер тысячи будд” (Дуньхуан провинции Ганьсу в Китае), увенчалась собранием коллекции из 18 тыс. фрагментов и документов на китайском, уйгурском и тибетском языках раннего Средневековья, а также описанием собственно пещер.

С 1917 г. на плечи непререкаемого секретаря пали все обязанности по организации деятельности академии в её самые тяжкие годы. Следует понимать, что четверть века в этой должности (1904–1929) — это фактически четверть века во главе Академии наук. До 1917 г. формально президентом академии значился великий князь К.К. Романов, не вникавший в специфику её деятельности. Затем на эту должность избрали старейшего академика геолога А.П. Карпинского, уважаемого учёного, но весьма преклонного возраста. К этому времени Сергей Фёдорович уже был всемирно признанным востоковедом, почётным членом нескольких зарубежных научных обществ по исследованию Азии (Археологическая служба Индии, Азиатское общество Франции, Королевское азиатское общество Великобритании и Ирландии), членом-корреспондентом академий Берлина и Геттингена. До сего дня С.Ф. Ольденбург остаётся одним из самых успешных российских классиков востоковедения мирового уровня. В данном случае классика — это история, филология, археология, текстология, этнография, искусствоведение и другие науки о прошлом культуры и цивилизации. Во все названные дисциплины Сергей Фёдорович внёс свой вклад.

Очевидно, он мог продолжить научную работу за рубежом, как поступило немало российских учёных, в том числе его сын С.С. Ольденбург (1888–1940). Монархист, участник Белого движения на Юге России, он жил в эмиграции во Франции, стал историком и журналистом, автором капитального исторического исследования “Царствование Императора Николая II”. Но, к счастью, для Сергея Фёдоровича такой путь оказался неприемлемым. В его письме к А.Ф. Кони от 22 сентября 1918 г. есть такие слова: “Ведь мы русские, и позорно было бы покинуть своё отечество... Принадлежу, несмотря на свои годы, к оптимистам и верю в нашу Великую Россию, ибо даже в её тяжкой, позорной болезни есть признаки этого вели-

чия и признаки глубокой внутренней работы” [цит. по: 4, с. 221]. В годы Гражданской войны учёный-патриот, можно сказать, был и спасателем, и спасителем. Россия впала в хаос разрушения, захвативший власть полуграмотный плебс (пролетариат — это далеко не весь российский народ) ничего не ведал ни о культурном наследии, ни о ценностях музеев и библиотек, а самих носителей этих знаний, людей науки и культуры, спешил “поставить к стенке как контру”.

В эти годы, страшные уже тем, что власть вела себя непредсказуемо кроваво, а насилие над личностью стало нормой, С.Ф. Ольденбург был ходатаем перед властями. Он убеждал не грабить бесценные сокровища, выдавать хотя бы продуктовые пайки нищенствующим и умирающим от голода учёным, труженикам архивов, книгохранилищ и музеев, педагогам высшей школы, писателям и представителям других творческих профессий. В этом отношении показателен отрывок из его письма от 8 октября 1918 г. наркому просвещения А.В. Луначарскому: “Академия всё-таки полагает, что государство и власть в интересах настоящего и будущего страны должны принять меры к тому, чтобы работа научная была вообще возможна, ибо без неё оскудеют источники просвещения: неотложная задача поднять просвещение масс, слишком долго его лишённых, неисполнима без поддержки научных и культурных работников. Между тем мы видим, что ряды их тают с каждым днём — они или умирают от истощения, или заболевают, или, спасая жизнь, уезжают. Необходимо принять срочные меры к тому, чтобы остановить эту невозместимую гибель умственных сил страны” [6, с. 100]. Он хлопотал об освобождении многих научных сотрудников, попадавших под арест часто по недоразумению или в силу исключительной подозрительности к интеллигенции. Одних спасал от расстрела, другим помогал получить разрешение на выезд из Советской России, иногда в безвозвратную командировку. «Некоторые из большевистских вождей готовы были просто уничтожить Академию наук (едва ли не вместе с самой академической наукой). Помимо коммунистического ража в деле “разрушения до основания старого мира” было здесь и вполне традиционное российское самодурство» [7, с. 17].

Проследившая жизненный путь С.Ф. Ольденбурга [8], нельзя не сказать, что начиная с 1917 г. — это не только напряжённый труд, постоянные усилия, но и страдания. Сентябрь 1919 г. Сергей Фёдорович провёл в застенках ЧК (среди людей из круга интеллигенции, чьи фамилии были внесены в расстрельные списки). Его арестовали за организацию первой буддийской выставки, где он выступил с вводной лекцией, и за доклад “Жизнь Будды, индийского учителя жизни” (до-



В экспедиции. 1909–1910 гг.

клад вышел отдельной брошюрой в Петрограде в 1919 г. и переиздан в журнале “Наука и религия” в 1990 г.). Ещё труднее было противостоять идеологическому диктату, постоянно усиливавшемуся с 1920-х годов, особенно в области гуманитарных дисциплин. Свой последний подвиг на посту постоянного секретаря академии этот выдающийся человек совершил в 1929 г. на выборах новых её членов, сопровождавшихся “марксистско-ленинским приёмом”. В это время его уже явно оттесняли от должности, однако ему удалось провести в академики В.М. Алексеева и Б.Я. Владимирцова — классиков в области китаистики и монголистики.

Письменное наследие С.Ф. Ольденбурга велико. Только прижизненный библиографический список с 1882 г. содержит 542 наименования, позднее произведения учёного продолжали публиковаться и переиздаваться. В 1991 г. вышел том его неопубликованных работ, составленный ещё в 1930-е годы академиком И.Ю. Крачковским [9]. Но крупнейшим творением Сергея Фёдоровича следует признать “Библиотеку Буддику”. Это колоссальное предприятие потребовало от создателей приложения самых разнообразных талантов — организаторских, творческих, исследовательских, редакционно-издательских и т.д. Один том серии подготовлен самим Ольденбургом, все остальные авторы, большинство из которых были его дру-



Удостоверение члена Леноблисполкома С.Ф. Ольденбурга. 1929 г.

зьями, коллегами, крупнейшими буддологами мира, согласовывали с ним свою работу. Некоторые из них, непосредственные ученики Сергея Фёдоровича и его сподвижники — А. Сталь-Гольштейн, Н.Д. Миронов, С.Е. Малов, Бадзар Барадийн, Е.Е. Обермиллер, Б.Я. Владимирцов и другие — получили известность благодаря работе над серией.

“Библиотека Буддика” (лат. Bibliotheca Buddhica) — серия публикаций оригинальных и переводных буддийских текстов, созданная С.Ф. Ольденбургом и другими русскими учёными в Санкт-Петербурге при Императорской Российской академии наук и до сих пор считающаяся одним из самых авторитетных изданий в своей области. С 1897 по 1936 г. вышли 30 томов (большинство в нескольких выпусках) основополагающих текстов Махаяны, над которыми работали лучшие специалисты мировой науки того времени. К печати было подготовлено ещё 14 томов, преимущественно тибетологом А.И. Востриковым, расстрелянным в 1937 г. После этого серию надолго закрыли. По инициативе Ю.Н. Рериха в 1960 г. издание серии было возобновлено, но вышло в свет только два тома, и серия вновь оказалась закрытой. Знакомые с историей отечественного востоковедения люди, конечно, помнят, насколько многотрудны были усилия Юрия Николаевича Рериха (1902–1960) по воссозданию этой серии в конце 1950-х годов. События после выхода первого тома, проработки, коллективные осуждения и выволочки — от дирекции Института востоковедения АН до отдела ЦК партии — по-видимому, стоили жизни выдающемуся учёному. Только в 1980-е годы при содействии академика Г.М. Бонгарда-Левина “Библиотека Буддика” продолжила существование, но уже в составе другой серии — “Памятники письменности Востока” — и к свое-

му 100-летию насчитывала 40 томов. В Индии первые 30 томов неоднократно переиздавались, в России же они библиографическая редкость.

Стоит напомнить, что серия была создана как бы в противовес серии “Pali Text Society”, где публиковались труды исключительно “южного” буддизма и школы тхеравада. В “Библиотеке Буддике” издавались и переводились тексты “северного” буддизма на нескольких древних языках (санскрит, тибетский, уйгурский, монгольский). Но в контексте статьи о С.Ф. Ольденбурге нужно задать вопрос: как “Буддика” смогла выжить в течение первых почти 20 лет власти большевиков, когда в 1918–1936 гг. увидели свет очередные 10 томов? Из остальных 14 томов, готовых к изданию, сохранился и опубликован через 27 лет только один [10]. Тринадцать книг, которые готовили к печати Ф.И. Щербатской и А.И. Востриков, а также два тома В.П. Васильева (посмертное издание), изъятые и “арестованные”, бесследно исчезли среди вешдоков ГПУ. Но случилось это уже после смерти С.Ф. Ольденбурга. В стране воинствующего атеизма, разграбленных и взорванных храмов, монастырей, буддийских дацанов на долю священников и монахов всех религий выпала “великая честь” — строить коммунизм в ГУЛАГе. И в это же время под крышей Академии наук и при участии её неперемного секретаря издаются “поповско-ламские” книги, причём не только на непонятных языках, но и по-русски [11]. В идеологическом бреде большевизма “академические мытарства” С.Ф. Ольденбурга вылились в смертельную болезнь (рак лёгких с 1929 г.).

После освобождения по собственному желанию с поста неперемного секретаря у Сергея Фёдоровича осталась ещё должность директора Азиатского музея, которым он руководил с 1917 г. По словам академика И.Ю. Крачковского, “директорство Ольденбурга, главным образом, в 1917–1925 гг. было порой особого расцвета музея” [цит. по: 4, с. 225]. Ему удалось сплотить вокруг музея лучших из оставшихся в России востоковедов, создать журнал “Восток”, а затем “Записки коллегии востоковедов”. И хотя их закрывали после пятого выпуска, работа всё-таки продолжалась.

В 1928 г. Сергей Фёдорович вошёл в состав учреждённого тогда Института по изучению буддийской культуры — ещё одного детища неперемного секретаря, спасавшего таким образом учёных-буддологов и авторов “Библиотеки Буддике” от забвения и голода. После ухода с поста неперемного секретаря самым неожиданным для него стало назначение директором создаваемого Института востоковедения АН СССР. В 1930 г. руководство страны и партии стремилось возглавить народно-освободительные движения на Востоке, для глшатаев революции нужны были хотя бы переводчики, и больному академику пору-

чили организовать такой институт. За основу был взят Азиатский музей, с которым соединили Тюркологический институт, Институт по изучению буддийской культуры и коллегия востоковедов. Разумеется, научными целями Института востоковедения были объявлены изучение современного Востока, экономики стран региона и классовый борьбы. И только благодаря колоссальным усилиям С.Ф. Ольденбурга, убедившего далёких от науки и культуры деятелей, что без знания древности нельзя понять современность, в планах института сохранялись темы исторического, текстологического и духовно-культурного направления. Так, для индологов оставили возможность заниматься первоисточниками по “Артхашастре” и джатакам (изучение которых пришлось отменить уже в 1931 г.). “Артхашастру” (памятник социально-политических, юридических и экономических основ древнеиндийского общества) переводили на русский язык большим коллективом, включая С.Ф. Ольденбурга, Ф.И. Щербатского, А.И. Вострикова, Е.Е. Обермиллера, Б.В. Семичова. Перевод выполнили в 1930-е, но издать его разрешили только в 1959 г.

Сергей Фёдорович Ольденбург прожил большую и славную жизнь творческого человека и организатора науки. На его долю выпало много испытаний, ему приходилось идти на компромиссы и с коллегами, и с властью. С 1917 г. никто лучше него не знал всей подоплёки событий, касающихся научной и культурной жизни в стране. Академик, не разделявший ни одного большевистского тезиса, не ушёл в оппозицию, не бежал от трудностей, невзирая на репрессии, но благодаря мирным и непреклонным каждодневным усилиям спасал и Академию наук, и учёных, и работников культуры. Спасал не себя, а фактически будущее России.

*В.П. АНДРОСОВ,  
доктор исторических наук*

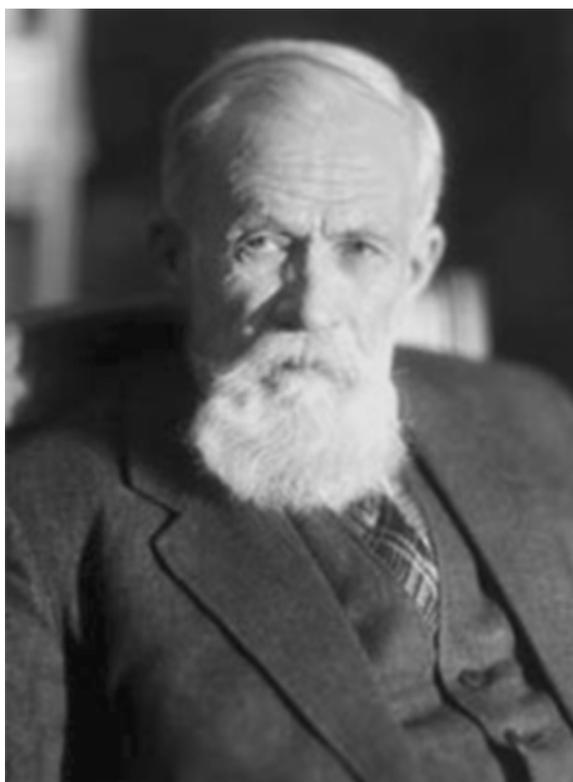
## ЛИТЕРАТУРА

1. Индийские народные сказки. Обработка С.Ф. Ольденбурга. М.: Гослитиздат, 1956; *Ольденбург С.Ф.* Буддийские легенды и буддизм (первое изд. — 1896 г.), Странствование сказки // Избранные труды русских индологов-филологов / Сост. и отв. ред. Серебряков И.Д. М.: Изд-во восточной литературы, 1962.
2. *Ольденбург С.Ф.* Буддийский сборник “Гирлянда джатак” и заметки о джатаках // Записки восточного отделения Русского археологического общества (ЗВОРАО). 1893. Т. VII (1892). С. 205–263; *Он же.* Заметки о буддийском искусстве. О некоторых скульптурных и живописных изображениях буддийских джатак // Восточные заметки. 1895. С. 337–365; *Он же.* Буддийские легенды и буддизм // ЗВОРАО. 1896. Т. IX. С. 157–165.
3. Сутра о мудрости и глупости (Дзанлундо) / Пер. с тибет., введ. и коммент. Парфионовича Ю.М. М.: Наука, 1978 (Главная ред. восточной лит-ры).
4. *Вигасин А.А.* Изучение Индии в России (очерки и материалы). М.: Ин-т стран Азии и Африки МГУ им. М.В. Ломоносова, 2008.
5. *Ольденбург С.Ф.* Гандхарские скульптурные памятники Государственного Эрмитажа // Записки коллегии востоковедов при Азиатском музее АН СССР. 1930. Т. 5.
6. Документы по истории Академии наук СССР. 1917–1925. М.: Наука, 1986.
7. *Ольденбург С.Ф.* Этюды о людях науки / Сост. Вигасин А.А. М.: Изд-во РГГУ, 2012.
8. *Каганович Б.С.* Сергей Фёдорович Ольденбург: Опыт биографии. СПб.: Наука, 2006.
9. *Ольденбург С.Ф.* Культура Индии / Сост. и предисл. акад. Крачковского И.Ю. Примеч. Серебрякова И.Д. М.: Наука, 1963 (Главная ред. восточной лит-ры).
10. *Камалашила.* Бхаванахрама (Трактат о созерцании) / Факсимиле с предисл. Обермиллера Е.Е. М.: Изд-во восточной лит-ры, 1963.
11. *Бадзар Барадийн.* Статуя Майтреи в Золотом храме в Лавране. Л., 1924 (Biblioteca Buddhica, XIII).

DOI: 10.7868/S0869587313090223

## ПОСЛЕДНИЙ ИЗ МОГИКАН

*К 150-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ АКАДЕМИКА В.А. ОБРУЧЕВА*



Владимир Афанасьевич Обручев. 1863–1956

Выдающийся геолог, географ и путешественник Владимир Афанасьевич Обручев прожил 93 года. Это целая эпоха в развитии отечественной науки, прежде всего географии и геологии. Его жизнь и научный подвиг – своеобразный мост от великих путешественников и исследователей Центральной Азии, Сибири и Дальнего Востока – Н.М. Пржевальского, П.К. Козлова, Г.Н. Потанина, И.В. Мушкетова и других – в наши дни, он поддержал преемственность знаний и традиций отечественной науки. В своих научных пристрастиях В.А. Обручев был многогранен: геология, география, история науки и писательское призвание органично дополняли друг друга, выстраивая образ учёного-энциклопедиста, вобравшего в се-

бя всё передовое, что было в науках о Земле в конце XIX – середине XX в.

Даже беглый анализ библиографии В.А. Обручева позволяет говорить о том, что географы вправе числить его по своему ведомству. Об этом говорит методология его исследований: во всех начинаниях, экспедициях, работах по синтезу материалов исследований им применялись чисто географические подходы. Многие его статьи и монографии посвящены физической географии Сибири и Азии [1]. Изучая маршруты экспедиций учёного, географические описания крупных регионов Азии, можно видеть эволюцию его взглядов – от описательных характеристик до глубоких заключений о генезисе ландшафтов и закономерностях их развития. Так, он использовал несколько исключительно географических аргументов, чтобы показать близость горных систем Тянь-Шаня и Алтая или чтобы ещё раз убедить коллег в эоловом происхождении лёссов и их естественном переходе при переносе водой в лёссовидные суглинки. Многочисленные книги и статьи В.А. Обручева написаны по результатам научных путешествий [2].

Его знаменитая “История геологического исследования Сибири”, издававшаяся Академией наук СССР с 1931 по 1949 г., содержит комплексные географические описания районов Сибири, сделанные географами и путешественниками в XVII–XX вв. Книга построена по географическому принципу, а заканчивается одним из выпусков, в котором обобщена литература и содержится “описание всей Сибири.., а также сводки по месторождениям полезных ископаемых, флоре, фауне, географии, геоморфологии, геодезии и другим соприкасающимся наукам” [3, с. 168]. Всё говорит о том, что география занимала в творческой жизни академика В.А. Обручева ведущее место. Так уж случилось, что приходится напоминать об очевидном, но несколько забытом, не развиваемом в наше время понимании роли исследований В.А. Обручева для отечественной географии. Например, в последних учебных пособиях по истории географии учёный упоминается только как видный деятель Русского географического общества, автор исследований по па-

леогеографии четвертичного периода и теории формирования лёссов, в некоторых работах, посвящённых русской географической традиции, фактически не отмечено влияние В.А. Обручева на российскую географию конца XIX и XX вв.

На наш взгляд, на волне реформирования и дифференциации географии на рубеже веков В.А. Обручев вслед за В.В. Докучаевым, А.Н. Красновым, А. Геттнером и другими дал мощный импульс развитию целому ряду новых направлений географической науки. Необходимо расширить представления о В.А. Обручеве как географе и, как и другие исследователи его творчества (в первую очередь Э.М. Мурзаев), ввести в оборот некоторые новые систематизированные представления о становлении его географических исследований как части процесса создания методологии нового понимания географической науки. Его жизнь пришлась на период развития географии “после Гумбольдта”, когда в основу преимущественно описательной науки закладывались количественные данные, получаемые быстро обособляющимися её ветвями — климатологией, гидрологией, геоморфологией, физической географией, почвоведением, биогеографией. Превращаясь в синтетическую науку, на рубеже XIX–XX вв. она вовлекала в свои ряды выдающихся исследователей — В.В. Докучаева, В.И. Вернадского, А.И. Воейкова, П.П. Семёнова-Тян-Шанского и, конечно же, В.А. Обручева. Именно ему, совмещавшему в себе академический дух и талант популяризатора знаний, мы обязаны тем, что в нашу науку на протяжении первой половины XX в. пришло несколько поколений одержимых духом познания исследователей Земли. Это и позволило отечественным геологам и географам удержаться в бурных волнах современных трансформаций.

Владимир Афанасьевич Обручев родился 10 октября 1863 г. в селе Клепенино Ржевского уезда Тверской области в семье отставного полковника Афанасия Александровича Обручева и Полины Карловны Гертнер, дочери немецкого пастора. Сестра отца была женой академика И.М. Сеченова. Как рассказывает Э.М. Мурзаев в очерке “Академик В.А. Обручев и сыновья” [4], Мария Александровна Бокова-Сеченова (урождённая Обручева) послужила прототипом Веры Павловны, героини романа Н.Г. Чернышевского “Что делать?”. После окончания училища в Вильно в 1881 г. Владимир Обручев продолжил учёбу в Петербургском горном институте, который окончил в 1886 г. По предложению профессора И.В. Мушкетова, выдающегося геолога и исследователя гор Тянь-Шаня, Кавказа и Урала, он принял участие в экспедиции в Среднюю Азию. В сентябре 1888 г. В.А. Обручев едет в Иркутск, где его ждёт первая в Сибири государственная должность геолога, на которую его также рекомендовал И.В. Мушкетов. Спустя почти 15 лет, в 1902 г., В.А. Обручев, отда-

вая дань учителю, напишет воспоминания о нём, из которых мы узнаем о его роли в судьбе молодого учёного. Вторым учителем начинающего исследователя стал Г.Н. Потанин, в 4-й центрально-азиатской экспедиции которого, организованной Русским географическим обществом в 1892–1894 гг., он принял участие.

Через год после окончания института Владимир Афанасьевич женился на Елизавете Исаакиевне Лурье, в семье которой снимал квартиру в период учёбы. Вместе они переехали в Иркутск, где в 1888 г. у них родился первенец, Владимир, а в 1891 г. — второй сын, Сергей. Третий сын, Дмитрий, появился на свет в 1900 г., когда семья переехала в Томск, где с 1901 по 1912 г. В.А. Обручев работал в Томском технологическом институте и был первым деканом его горного отделения. Здесь проходили детство и юность его сыновей, именно отсюда стартовали многие известные экспедиции отца, в которых они принимали участие.

Дореволюционный период жизни В.А. Обручева вместил самые значительные его экспедиции и путешествия: 1886–1888 гг. — Средняя Азия (Теджен, Мургаб, Чарджоу, Келифский и Балханский Узбой); 1888–1892 гг. — Прибайкалье, река Лена (золотые прииски) и др.; 1892–1894 гг. — Монголия, Центральная Азия, Северный Китай; 1895–1898 гг. — Даурия; 1899 г. — путешествие по Германии, Швейцарии и Австрии; 1901 г. — снова золотоносные районы реки Лены; 1905–1906, 1909 гг. — Джунгария; 1910–1912 гг. — Кузнецкий Алатау, Забайкалье (золотые рудники); 1914 г. — Алтай; 1915 г. — Кавказ (золотые рудники); 1916–1917 гг. — Крым (минеральные источники). Эти 20 лет — время не только суровых экспедиционных испытаний и лишений, но и величайших географических и геологических открытий, принесших успех, известность, признание коллег и российских властей. Первые экспедиции В.А. Обручева организовывало Императорское Русское географическое общество, с которым более 70 лет была неразрывно связана жизнь учёного. В 1947 г. он был избран почётным президентом этого научного общества. Маршрутами В.А. Обручева, географа и путешественника, изрезаны просторы Сибири и Центральной Азии, а его имя запечатлено в многочисленных топонимах. Засушливые земли между реками Мургабом и Амударьёй, впервые описанные им ещё в период ранних экспедиций, называются Обручевской степью.

Известно, что из Технологического института в Томске он был уволен за цикл критических статей в адрес руководства города и института, которые печатались в местной прессе под псевдонимом Ш. Ерш (*шерш* — “ищи” по-французски). Но нет худа без добра: в 1912 г. он получает отставку и пенсию в размере 250 руб., позволяющую семье сравнительно сносно жить в столице, а учёному обобщать собранные ранее материалы, писать

книги и статьи, участвовать в экспедициях на Алтай, Кавказ и в Крым. К этому времени относятся серьёзные опыты в области популяризации науки (серия статей в журнале “Природа”) и начало работы над научно-фантастическими романами “Земля Санникова” и “Плутония”. Одна из публикаций того времени — “Происхождение Телецкого озера” — подкрепляется материалами брошюры “Алтайские этюды. Заметки о следах древнего оледенения в Русском Алтае” (1915). К сожалению, автор книги, посвящённой исследованиям экспедиции под руководством П.Г. Игнатова [5], не упоминает среди исследователей озера В.А. Обручева, хотя в годы работы здесь П.Г. Игнатова Горный Алтай относился к Бийскому уезду Томской губернии и традиционно входил в сферу интересов Томского технологического института, деканом горного отделения которого был Владимир Афанасьевич.

Только после революции, в 1918 г., уже будучи автором нескольких десятков крупных работ в области географии и геологии, известным учёным и путешественником, В.А. Обручев получит в Харькове степень доктора *honoris causa* (без защиты диссертации). С 1918 по 1921 г., в период Гражданской войны, вместе с многими другими выдающимися учёными он оказывается в Крыму и работает профессором Таврического университета в Симферополе. В 1921 г. этот “остров свободы” разрушается, а ректора университета В.И. Вернадского, фактически под конвоем ЧК, отправляют в Москву. Там же в 1921 г. оказывается и В.А. Обручев, выбранный ещё в 1920 г. профессором кафедры прикладной геологии недавно созданной Московской горной академии. В 1921—1929 гг. он работает в академии, участвует в организации первых экспедиций по изучению минеральных ресурсов молодой республики и освоению Сибири, Средней Азии и Дальнего Востока, пишет учебники “Полевая геология” и “Рудные месторождения”. Но в 1929 г. отказывается от преподавательской работы навсегда, ибо, как он говорил, “мой язык не умеет состязаться с моим пером”.

В 1930 г. по инициативе В.А. Обручева на базе Геологического музея Петра I был основан Геологический институт. В том же году он становится председателем Комиссии по изучению вечной мерзлоты, с 1939 г. — директором Института мерзловедения АН СССР, с 1942 по 1946 г. — академиком-секретарём Отделения геолого-географических наук АН СССР.

В Москве он живёт на Кузнецком мосту в доходном доме Хомякова (том самом, рядом с которым хозяином в своё время была разбита знаменитая “Хомяковская роща” — высаженная посередине улицы в знак протеста против общественного использования частной земли группа растений, препятствующая проезду и проходу москвичей).

В 1933 г. умирает жена, Елизавета Исаакиевна, с которой они прожили вместе 45 лет. Все три сына стали крупными учёными, продолжателями дела отца. Спустя два года Владимир Афанасьевич женится на Еве Самойловне Бобровской — давней знакомой, ставшей ему на старости лет верным другом и помощником. Она была намного моложе его, но её чувства были искренни и глубоки: спустя несколько месяцев после смерти мужа в 1956 г. тоска свела её в могилу.

Среди учёных, переживших революцию 1917 г., пик деятельности которых пришёлся на годы царствования Александра III и Николая II, наверное, вряд ли найдётся ещё кто-либо столь щедро отмеченный и награждённый советской властью, как В.А. Обручев. В 1926 г. он получает премию им. В.И. Ленина, в 1941 и 1950 гг. — Сталинскую премию, в 1945 г. удостоен звания Героя Социалистического Труда. Его награждают орденами Ленина (1943, 1945, 1948, 1953), Трудового Красного Знамени (1938), Трудового Красного Знамени Монгольской Народной Республики (1948), медалями “За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941—1945 гг.”, “В память 800-летия Москвы”, “25 лет МНР” и др. В 1947 г. Академия наук вручает ему золотую медаль им. А.П. Карпинского. Ещё при жизни В.А. Обручева Академия наук СССР в 1938 г. учредила премию его имени за лучшие работы по геологии Сибири.

Представление о том, что престарелый учёный при советской власти перестал ездить в экспедиции, пожинает славу, сидя за письменным столом и создавая многостраничные труды, справедливо лишь отчасти. Действительно, в советское время Владимир Афанасьевич мало путешествовал, но его интерес к полевым исследованиям не ослаб. В 1920—1930-е годы он выезжает на Урал, Кавказ, Алтай. В годы Великой Отечественной войны эвакуируется в Свердловск, где руководит поисками месторождений полезных ископаемых на Урале, за что получает высокое звание Героя Социалистического Труда. В обращении к молодёжи он писал: “Вы, сегодняшние школьники, только начинаете своё путешествие в мастерство, в творчество, в науку, в жизнь. И мне, старику, который прошёл много вёрст по неисследованным землям, много искал в дебрях науки, хочется дать вам, начинающим путешественникам, несколько напутственных советов. Любите трудиться... Не отрекайтесь от мечты! Я понимаю юношеские мечтания об открытиях, о творчестве... Дерзайте! Беритесь за большие дела... Не скрывайте своих намерений, не держите замыслы в секрете... Будьте принципиальны. Нам нужна истина, и только истина... Не рассчитывайте на лёгкую победу, на открытие с налёта, на осенившую вас идею... Только на новых фактах, на новых наблюдениях можно строить новые достижения. Факты — это кирпичи, из которых слагается человеческий

опыт... Счастливого пути вам, путешественники, в третье тысячелетие!” [6].

В первой экспедиции 1886 г. В.А. Обручев обследовал будущую трассу железной дороги Каспийское море — Ташкент, прошёл дольными маршрутами Каракумы, Узбой, дал детальное описание ранее малоизвестных регионов, впервые представил типологию форм песчаного рельефа (барханный, бугристый и грядовый), которой мы пользуемся до сих пор. В 1888 г. он начинает экспедиционные исследования Сибири, которая привлекает его слабой изученностью с геологической и географической точек зрения. В начале работы штатным геологом региона, сопоставимого по площади со всей Западной Европой, он проходит многодневными маршрутами по рекам Ангаре, Иркуту, Лене, Витиму, Бодайбо, а также по Прибайкалью. Помимо чисто геологических вопросов (например, месторождения золота) его интересуют вопросы происхождения рельефа и древнее оледенение Сибири. В те годы устойчивыми были взгляды А.Ф. Миддендорфа об отсутствии признаков оледенения. А.И. Воейков выступил с заключением о невозможности формирования ледников в аридном климате гор юга Сибири. На этих же позициях стоял и другой исследователь региона И.Д. Черский. По результатам экспедиций конца 1880-х — начала 1890-х годов В.А. Обручев установил наличие в Сибири мощных древних оледенений.

Летом 1890 г. Владимир Афанасьевич отправляется из Иркутска на север с целью изучения золотоносного района, расположенного в бассейне рек Витима и Олёкмы. В следующее лето он повторил поездку на эти прииски, а затем получил неожиданное предложение от Русского географического общества принять участие в азиатской экспедиции известного исследователя Китая и Монголии Г.Н. Потанина, направлявшегося в малоизученные районы Китая и Южный Тибет. Свои маршруты В.А. Обручев выполнял отдельно от Г.Н. Потанина: изучал лёссы окраин пустынь Северного Китая, Гоби, несколько раз пересёк хребты Нань-Шань, обследовал озеро Куку-нор, Цайдам и пустыню Бей-шань, Восточный Тянь-Шань, завершил экспедицию в Кульджи. Он открыл и нанёс на карту малоизученные районы Центральной Азии, подтвердил эоловую теорию происхождения лёссов, выявил генезис рельефа пустыни Гоби и горных систем Нань-Шаня и Тянь-Шаня, обнаружил остатки третичных млекопитающих в Ханхайских отложениях (ранее считавшихся морскими). В итоге В.А. Обручев показал, что “море Хан-хай вообще не существовало, а уже значительно более древние юрские отложения, содержащие пласты угля, были не морские, а озёрные и наземные...” [2, с. 235]. Так была разбита теория Ф. Рихтгофена, изложенная им в

монографии “China”, которой в то время был увлечён В.А. Обручев [7].

В городе Сучжоу, на окраине горных хребтов Нань-Шаня и пустынь северного Китая, В.А. Обручев начинал и заканчивал все свои центрально-азиатские экспедиции. Он достиг высокогорного озера Куку-нор, расположенного на высоте более 3 км. В сентябре 1893 г. из Сучжоу он отправился на север, в глубины китайских и монгольских пустынь для изучения центральной части Гоби. Дорогу ему пришлось прокладывать кружным путём — через Ала-Шань к реке Хуанхэ, поскольку проводника найти не удалось. Он перешёл Хуанхэ по льду, непрерывно посыпая по пути движения верблюдов песок, чтобы они не скользили, и вошёл в сыпучие пески Ордоса. Затем пошёл на юг, через хребет Циньлин, где должен был повстречаться с Г.Н. Потаниным, но узнал, что тот возвращается на родину. Именно на этом маршруте по среднему Нань-Шаню он уточнил расположение трёх известных горных хребтов и открыл четыре новых хребта и две реки, а также месторождение угля. За эти годы В.А. Обручев прошёл 13625 км, на каждом маршруте вёл географические и геологические исследования. Собранный им коллекция вместила 7000 образцов, около 1200 отпечатков ископаемых животных и растений. Описание экспедиции “Центральная Азия, Северный Китай и Нань-Шань” в двух томах было издано в 1900—1901 гг. Если за первую азиатскую экспедицию В.А. Обручев получил от Русского географического общества серебряную и золотую медали, то за работы по Центральной Азии — премию им. Н.М. Пржевальского и Константиновскую золотую медаль.

В 1895 г. В.А. Обручев возвращается к исследованиям в Восточной Сибири в качестве начальника горной партии, обследовавшей местность вдоль трассы Транссибирской магистрали. Более трёх лет он исследует Забайкалье, его древние отложения, рельеф, многолетнюю мерзлоту, происхождение байкальской впадины. Российское правительство награждает учёного орденом Святого Владимира IV степени (1895) и медалью “В память царствования Императора Александра III”. В 1898 г. он стал обладателем премии им. П.А. Чихачёва Французской академии наук (второй раз он получит эту премию в 1925 г.), в 1901 г. избирается почётным членом Королевского географического общества в Лондоне. В 1901 г. он провёл изыскания в Ленско-Витимском золотоносном районе и сделал геологическую съёмку бассейна реки Бодайбо. На средства, отпущенные Томским технологическим институтом, в 1905—1906 и 1909 гг. Обручев совершает три экспедиции в Джунгарию (провинция Синьцзян), которую он называл “Ворота в Китай”. По результатам исследований ему удаётся показать единство горных систем Джунгарский Алатау, Берлык, Майли и Джаир с Тянь-



В.А. Обручев с сыновьями – Сергеем Владимировичем и Владимиром Владимировичем

Шанем, выявить два крупных периода в их оледенении, описать смену вертикальных поясов.

В 1914 г. Владимир Афанасьевич едет на Алтай, где исследует молодой рельеф гор. По этому поводу он пишет: “Мой очерк тектоники Алтая положил начало новому толкованию происхождения современного рельефа горных цепей Сибири...” [8, с. 268]. Спустя 20 лет в возрасте 72 лет он вернётся сюда, возглавив знаменитую комплексную Ойротскую экспедицию, организованную Советом по изучению производительных сил Академии наук СССР (СОПС) в 1935–1936 гг., по результатам которой здесь будут открыты месторождения ртути, полиметаллов, редких элементов, мрамора (для строительства Московского метрополитена), угля.

Все дальние и близкие маршруты экспедиций В.А. Обручева нашли отражение в его публикациях, упрочили славу российских географов-путешественников, способствовали становлению отечественной географии и геологии.

Бывают случаи, когда в научной, особенно в научно-популярной, литературе путают имена отца и сыновей, приписывая им те или иные его произведения, достижения. Если внимательно знакомиться с этапами жизни и наследием В.А. Обручева, а затем вместе с его сыновьями буквально по ступенькам перешагивать десятилетия XX в., поднимаясь к нашим дням, то можно наблюдать преемственность мысли и знаний, переданную В.А. Обручевым новым поколениям. Все его сыновья стали известными и разносторонними учёными. Об этом много и подробно писал Э.М. Мурзаев, в научной жизни которого

старший и младший Обручевы сыграли заметную роль [9].

Старший сын – Владимир Владимирович Обручев (1888–1966) – очень многое перенял от отца. Как пишет Э.М. Мурзаев, “Владимир Владимирович был немногословным, деловым человеком. Ему были свойственны доброжелательность, юмор, работоспособность, как, впрочем, и всем Обручевым. Пример отца и семейное воспитание сказались в нём самым лучшим образом” [4, с. 145]. Вместе они готовили первую биографию В.А. Обручева [10], которую редактировал и другой сын, Сергей Владимирович, а также “Избранные работы по географии Азии” в 3-х томах. В 1905 г. В.В. Обручев участвовал в первой джунгарской экспедиции отца, а в 1908–1909 гг. изучал Монгольский Алтай. Для издания известного ботаника и географа В.В. Сапожникова “Монгольский Алтай в истоках Иртыша и Кобдо” составлял детальную карту. За участие в студенческом движении в 1911 г. его исключают из Томского технологического института “ввиду вредного направления и опасной для общественного порядка деятельности...” [4, с. 144]. Он переезжает в Москву, учится в Московском коммерческом институте, а позже возвращается к истокам и с успехом занимается вопросами экономической географии горнодобывающей промышленности. В.В. Обручев долгие годы работал в СОПСе. В последние два десятилетия своей жизни он много сделал для истории географии: подготовил к изданию избранные сочинения Г.Н. Потанина, книгу В.В. Сапожникова “По Алтаю”, изучал и систематизировал архив отца, обнаружив неопубликованные рукописи, письма Э. Зюсса, Ф. Рихтгофена и других.

Средний сын – Сергей Владимирович Обручев (1891–1965) – в своей книге “В неизведанные края” пишет: “В течение полувека – с 1905 по 1954 год – почти ежегодно я уезжал для геологических и географических исследований в отдалённые и труднодоступные районы нашей Родины. Сначала я ездил в качестве коллектора и топографа в экспедициях своего отца, затем, с 1912 года, сам начал выполнять исследования небольших районов и, наконец, в 1917 году организовал первую самостоятельную большую экспедицию на Ангару” [11, с. 3]. Он участник и руководитель 40 экспедиций, главным образом в Сибирь и Арктику. Его маршруты, как и маршруты отца, можно проследить по публикациям научных работ и описаний путешествий. Сергей Владимирович родился в Иркутске, учился в Реальном училище в Томске, закончил Московский университет, стал геологом. Но на протяжении всей жизни в нём сохранялся профессиональный интерес к географии, истории, искусствоведению и литературоведению.

С.В. Обручеву принадлежит одно из выдающихся географических открытий XX в. – горной страны на северо-востоке Сибири – хребта Черского, по размерам превосходящего Большой Кавказ. Он сам по этому поводу говорил: “Кто из широких кругов читателей знает, с какими трудностями сопряжены исследования в Якутии или на Таймырском полуострове? Я далёк от мысли создать вокруг Сибирского Севера такой же романтический ореол: это по силе лишь большому таланту... Моя задача скромнее – рассказать в доступной форме об экспедиции, которая была совершена мною в 1926 г. на р. Индигирку, в места совершенно неизвестные, и одним из результатов которой, достаточно романтичным, было открытие на месте предполагавшейся низменности обширного хребта, названного в честь исследователя Сибири И. Черского, погибшего на Колыме, хребтом Черского...” [12, с. 3]. Как геолог, он много сделал для изучения ресурсов минерального сырья в Восточной Сибири и в Арктическом бассейне, издал крупные монографии по геологии Туруханского края, Колымско-Индигирского междуречья, Тунгусского бассейна, вёл курсы по геологии и тектонике в Иркутском университете. Как географ, он оставил многочисленные описания малоисследованных районов Сибири и Арктики, работал на географическом факультете Ленинградского университета, где вёл курс географии полярных стран. В 1953 г. избран членом-корреспондентом АН СССР, как и отец, был лауреатом Государственной премии СССР, награждён многими орденами и медалями. Кроме трудов по геологии и географии оставил огромное наследие в области искусствоведения и литературоведения. Он увлечённо работал с рукописями М.Ю. Лермонтова, фактически расшифровал некоторые стихи из юношеских тетрадей поэта,

уточнил время их создания, показал отношение поэта к кавказским войнам 1830–1832 гг. Среди многочисленных научно-популярных публикаций Сергея Владимировича выделяются две книги – “Русские поморы на Шпицбергене в XV веке и что написал о них в 1493 году нюрнбергский врач” (1964) и “Над тетрадами Лермонтова” (1965).

Младший сын – Дмитрий Владимирович Обручев (1900–1970) – закончил естественное отделение физико-математического факультета Московского университета в 1924 г., стал крупным учёным-палеонтологом, специалистом по девонским рыбам. В 1926–1933 гг. работал в Геологическом комитете в группе академика А.А. Борисьяка, разрабатывавшей палеонтологическое обоснование для геологической съёмки территории СССР. С 1933 г. – в Палеонтологическом институте АН СССР, где с 1957 г. возглавлял лабораторию рыб и рыбообразных. Был избран почётным членом Нью-Йоркской академии наук и Линнеевского общества в Лондоне. Составитель, автор и редактор тома “Бесчелюстные, рыбы” справочника “Основы палеонтологии”. Д.В. Обручев содействовал упорядочиванию и унификации зоологической номенклатуры, под его руководством был переведён на русский язык “Международный кодекс зоологической номенклатуры”. Его работы во многом подтвердили сложившееся представление о том, что девонский период истории Земли – “век рыб”. Именно в это время на планете появляются плакодермы, хрящевые, кистепёрые, лучепёрые и двоякодышащие рыбы. Интересно, что кандидатскую степень он получил в 1935 г., как и отец, без защиты, а докторскую защищал в 1943 г. по девонским рыбам территории СССР и Шпицбергена. Его можно назвать основоположником отечественной палеоихтиологии. Он оставил много учеников и последователей. Академик В.В. Меннер посвятил Дмитрию Владимировичу статью, в которой писал о парадоксе его научной деятельности: “Работы Д.В. Обручева при его жизни были гораздо лучше известны за рубежом, нежели у нас, что объясняется крайней малочисленностью в то время советских палеоихтиологов и глубиной биологического подхода его работ, многие из которых являются шедеврами эволюционной морфологии... В честь Д.В. Обручева назывались новые формы ископаемых девонских рыб, а также горы и реки...” [13, с. 3].

Вот так: в семье Обручевых устоявшийся русский сюжет о трёх сыновьях не получил подтверждения, традиции же служения отечественной науке нашли полное развитие.

Научное и литературное наследие В.А. Обручева огромно. Сын Сергей подсчитал, что за свою долгую жизнь отец написал 3872 работы, не считая переводов и переизданий. Они могли бы составить более 70 томов по 550 страниц. Во втором

издании биографии В.А. Обручева приводятся несколько другие оценки: в целом около 1800 печатных листов (29 печ. л. в год), более 1000 публикаций и около 4000 рефератов на новые книги и работы коллег. Каждая экспедиция, путешествие, аналитическая работа завершалась публикациями, результирующими полевой и камеральный труд. О синтетических работах учёного и говорить не надо — примером здесь может служить один из первых выпусков многотомной “Истории геологического исследования Сибири”, библиография которого составила 4387 работ, а в завершающем выпуске, охватывающем период конца 1930-х годов, 1245 источников.

Значительную часть публикаций В.А. Обручева составляют труды по геологии Сибири и Центральной Азии, но и географические труды занимают почётное место. Правда, часто разделить их тематически очень трудно. Первая его статья “Пески и степи Закаспийской области” была опубликована в “Известиях Русского географического общества” в 1887 г. Именно как географ в 1880–1890-х годах он участвовал в полевых изысканиях при проектировании Закаспийской и Транссибирской железных дорог. Многие годы его исследования были связаны с решением проблем происхождения лёсса в Центральной и Средней Азии. Он различал первичный лёсс, имеющий исключительно эоловое происхождение, и вторичные лёссовидные отложения различного генезиса. В письме Э.М. Мурзаеву в 1955 г. Владимир Афанасьевич писал: “Сколько же десятилетий полевых работ геологов нужно ещё ждать, чтобы географы признали эоловую теорию единственно правильной, вполне объясняющей генезис лёсса...” [цит. по: 4, с. 140].

В.А. Обручев был одним из пионеров исследований оледенения и вечной мерзлоты в Сибири. Его перу принадлежат детальные описания ледниковых отложений, типов современного и древнего оледенения, границ распространения ледников в плейстоцене. С общегеографических и геоморфологических позиций он развивал исследования тектоники и тектонического строения Сибири, обосновал представление о вертикальных движениях земной коры и их роли в современном рельефе Сибири, предложив в связи с этим термин “неотектоника”. Его “геоморфологические позиции”, а также новые взгляды в области исследования оледенений и вечной мерзлоты [14] и фундаментальные работы по лёссам, сохранившие свою актуальность, вошли в избранные труды по географии Азии. Очевиден и его вклад в становление отечественной палеогеографии, в которую он привнёс многое из геологии.

Говоря о тематике публикаций В.А. Обручева, следует обратить внимание на то, что при жизни, когда он сам мог определять их направленность, пропорция между публикациями по геологии, географии и литературными и научно-популяр-

ными изданиями составляла примерно 3 : 2 : 1. К концу жизни она постепенно менялась в пользу географии. Например, по материалам библиографии учёного или по списку его публикаций на сайте Таврического университета [15] видно, что к 1956 г. он опубликовал более 300 работ по геологии, порядка 170 — по физической географии, геоморфологии, гляциологии, палеогеографии и около 80 литературных произведений и научно-популярных статей. К последним относятся биографические очерки о русских исследователях Азии — Н.М. Пржевальском, И.Д. Черском, И.В. Мушкетове, Г.Н. Потанине, П.А. Кропоткине, В.Л. Комарове — и его научно-фантастические романы, наиболее известные из которых — “Плутония” (написан в 1915 г., опубликован в 1924 г.), “Земля Санникова” (1924 г., опубликован в 1926), “Золотоискатели в пустыне” (1928), “В дёбрях Центральной Азии” (1951). Они переиздаются и в наши дни, что говорит об их популярности среди новых поколений читателей, для которых по-прежнему важны добротная научная основа и увлекательность сюжета. К литературному наследию можно отнести и автобиографические книги В.А. Обручева “Мои путешествия по Сибири”, “От Кяхты до Кульджи” и др.

Лучше других о В.А. Обручеве как носителе новаторских идей в географии рубежа XIX–XX вв. написал его исследователь и биограф, крупный географ и исследователь Центральной Азии Э.М. Мурзаев. В статье [7] он вслед за В.А. Обручевым выделил пять главных научных проблем, которые всегда волновали учёного, — происхождение лёсса, древнее оледенение Сибири, неотектоника, “древнее темя Азии” и месторождения золота. Как видно, четыре темы из пяти — географические. С первых биографических публикаций о В.А. Обручеве прошло более 60 лет, ушли стереотипы во взглядах на классиков отечественной науки. Время проверяет живучесть их идей и востребованность научного наследия. Своими трудами В.А. Обручев по-прежнему мобилизует молодых исследователей в науку, заражает интересом к комплексному видению природы. Он с самых первых своих шагов в науку внедрял идеи единства, связи и развития природных явлений в географии и во всех науках о Земле.

Несколько лет назад в нашей стране на радио и телевидении проводилась акция “Имя России”. Среди прочих в список номинантов попал В.А. Обручев — выдающийся учёный, оставивший глубокий след в науке, сумевший сделать доступным для широких слоёв населения знания о природе нашей планеты. Имя Владимира Афанасьевича Обручева присвоено четырём геологическим объектам, 21 географическому объекту (древний вулкан в Забайкалье, пик в горах Алтая, горный хребет в Тыве, ледник в Монгольском Алтае, оазис в Антарктиде, подводная возвышенность около Камчатки, грязевой вулкан на Керченском

полуострове, остров в Аральском море и др.), шести научным и общественным организациям. Произведения учёного постоянно переиздаются и переведены на десятки языков.

*А.А. ТИШКОВ,  
доктор географических наук*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Обручев В.А.* Восточная Монголия. Географическое и геологическое описание. Ч. I. М.—Л.: Изд-во АН СССР, 1947; *Он же.* Физическая география Азии // Вопросы географии. 1954. Т. 35. С. 22–28; *Он же.* Избранные работы по географии Азии. Т. 1–3. М.: Географгиз, 1951.
2. *Обручев В.А.* От Кяхты до Кульджи. Путешествие в Центральную Азию и Китай. М.—Л.: Изд-во АН СССР, 1940; *Он же.* По горам и пустыням Средней Азии. М.—Л.: Изд-во АН СССР, 1948.
3. *Обручев В.А.* История геологического исследования Сибири. Период пятый (1918–1940). Вып. 9: Обзор литературы, содержащей описание всей Сибири или крупных её частей, а также сводки по месторождениям полезных ископаемых, флоре и фауне, географии, геоморфологии, геодезии и другим соприкасающимся наукам. М.—Л.: Изд-во АН СССР, 1948.
4. *Мурзаев Э.М.* Рассказы об учёных и путешественниках. М.: Мысль, 1979.
5. *Селегей В.* Телецкое озеро. Очерки истории. Кн. 3. Новосибирск—Барнаул: Пять плюс, 2011.
6. <http://archivsf.narod.ru/persona/jbruchev/obruchev.htm>
7. *Мурзаев Э.М.* Владимир Афанасьевич Обручев как географ // Вопросы географии. 1949. Сб. 12. С. 4–16.
8. *Обручев В.А.* Страницы из моей жизни // Изв. Всесоюзн. геогр. об-ва. 1946. Т. 78. Вып. 3.
9. *Тишков А.А., Мурзаева В.Э.* Пространство, время и люди — главные герои жизни Э.М. Мурзаева // Известия РАН. Сер. географическая. 2008. № 2.
10. *Мурзаев Э.М., Обручев В.В., Рябухин Г.Е.* Владимир Афанасьевич Обручев. Жизнь и деятельность. М.: Изд-во АН СССР, 1959 (2-е доп., перераб. изд. 1986).
11. *Обручев С.В.* В неизведанные края. Путешествия на Север 1917–1930 гг. М.: Молодая гвардия, 1954.
12. *Обручев С.В.* В неведомых горах Якутии (Открытие хребта Черского). М.—Л.: Типография “Печатный двор в Ленинграде”, 1928.
13. *Меннер В.В.* Дмитрий Владимирович Обручев (1900–1970) и советская палеоихтиология // Проблемы современной палеоихтиологии. Материалы конференции, посвящённой Д.В. Обручеву. М.: Наука, 1983.
14. *Обручев В.А.* Алтайские этюды. Заметки о следах древнего оледенения в Русском Алтае. М.: 1915; *Он же.* Колебания альпийских ледников // Природа. 1917. № 5–6; *Он же.* Отступление ледников Аляски // Природа. 1917. № 7–8.
15. <http://abris.crimea.ua/enciklopedia/persons/14/obruchev/1.htm>

DOI: 10.7868/S0869587313090119

## ФИЗИОЛОГИЯ И МЕДИЦИНА В РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

### К 50-ЛЕТИЮ ОРГАНИЗАЦИИ ОТДЕЛЕНИЯ ФИЗИОЛОГИИ АН СССР

С XVIII до середины XX столетия выдающиеся учёные, разрабатывавшие проблемы физиологии и внёсшие крупный вклад в развитие медицинской науки, избирались членами Академии наук в близкие по профилю отделения. Пятьдесят лет назад, 2 апреля 1963 г., было принято постановление ЦК КПСС и Совета министров СССР “О мерах по улучшению деятельности Академии наук СССР и академий наук союзных республик”, которое обсуждалось на Общем собрании академии. В итоге 15 мая 1963 г. Общее собрание решило создать три секции. В Секцию химико-технологических и биологических наук включили Отделение физиологии, которое в том же году было организационно оформлено, определена его структура. Первым академиком-секретарём Отделения физиологии АН СССР стал академик В.Н. Черниговский. В 1967 г. на очередных выборах его сменил на этом посту академик Е.М. Крепс (1967–1975), затем отделение возглавляли академик П.Г. Костюк (1975–1988), академик П.В. Симонов (1988–1996), академик Ю.В. Наточин (1996–2002). В состав первого бюро Отделения физиологии, избранного Общим собранием отделения и утверждённого Президиумом АН СССР 5 июля 1963 г., входили академик В.Н. Черниговский и четыре члена-корреспондента АН СССР — Э.А. Асратян, Н.И. Гращенков, Е.М. Крепс и М.Н. Ливанов.

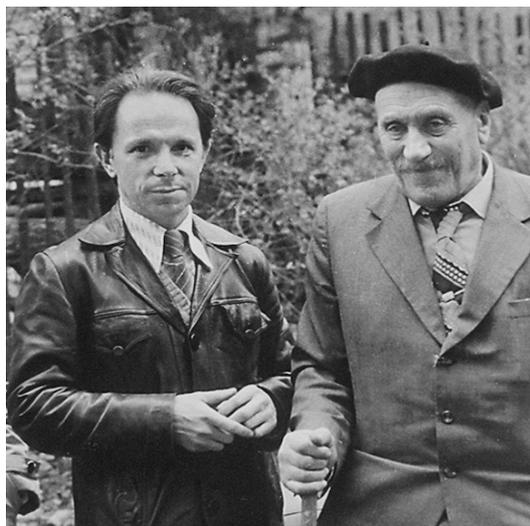
Отделение физиологии с момента организации уделяло большое внимание координации работ в области физиологии не только в учреждениях АН СССР, но и во всей стране. Начало этой деятельности положил В.Н. Черниговский, который возглавлял бюро отделения и Научный совет АН СССР по комплексной проблеме “Физиология”. В начале 1964 г. совет был реорганизован в Объединённый научный совет по комплексным проблемам физиологии человека и животных АН СССР. Это позволило Отделению физиологии оказывать содействие работам по своему профилю, проводившимся в союзных республиках и в учреждениях различных министерств и ведомств. В январе 1964 г. состоялось первое Общее собрание Отделения физиологии АН СССР совместно с пленумом Научного совета АН СССР по комплексной проблеме “Физиология”. Обсуждение

научных проблем на этом собрании, реализация его решений послужили основой стратегии развития физиологии на несколько последующих десятилетий. В программном докладе академик В.Н. Черниговский обрисовал состояние ведущихся исследований и принципы координации работ в этой области науки в СССР. Заместитель председателя научного совета Е.М. Крепс наметил перспективы развития основных направлений физиологических исследований на ближайшие годы. С докладами о работах в различных областях физиологии выступили Г.В. Гершуни (физиология органов чувств), П.Г. Костюк (нейрофизиология), А.М. Уголев (пристеночное пищеварение), П.В. Симонов (семантическая и прагматическая функция речевых сигналов), Ю.В. Наточин (эволюция осморегуляции). Интересно, что среди приглашённых В.Н. Черниговским докладчиков оказались те, кто в последующие 40 лет возглавляли в разные годы Отделение физиологии АН СССР и РАН. Эта сессия знаменательна ещё и тем, что В.Н. Черниговскому удалось сформировать систему взаимодействия отделения и научного совета, а благодаря этому вовлечь исследователей разных институтов Академии наук и многих других ведомств страны в общую работу, направленную на развитие физиологии.

В последующие годы совет претерпел ряд изменений. В 1993 г. он был преобразован в Научный совет РАН по физиологическим наукам, в котором работают проблемные комиссии по отдельным направлениям физиологии. Объединение всего комплекса проблем, касающихся изучения разных функций живых существ, обеспечило возможность более гибкой координации работ и реального осуществления тех подходов, которые связаны с разработкой принципов молекулярной и интегративной физиологии [1]. Новое название совета — замена слова “физиология” на “физиологические науки” — несло существенную смысловую и научно-организационную нагрузку. Её суть в том, что развитие современной физиологии невозможно без понимания природы и эволюции функции, ультраструктуры, химизма и биофизических особенностей различных органов у изучаемых объектов, привлечения к этим исследованиям специалистов в области биохимии,



Первый академик-секретарь Отделения физиологии АН СССР академик В.Н. Черниговский



Академик Е.М. Крепс (справа) и доктор биологических наук Ю.В. Наточин. 1984 г.



Академик П.Г. Костюк



Академик П.В. Симонов

биофизики, физиологической генетики, молекулярной биологии и ряда других ветвей современных наук о жизни.

В работе совета участвовали представители более 220 научно-исследовательских организаций и вузов, что стало предпосылкой для интеграции специалистов, получения информации о состоянии исследований в стране, создания условий для развития интегративной физиологии как современного этапа науки. В начале 1990-х ключевым звеном мы считали молекулярную физиологию [1], но спустя несколько лет стало ясно, что она должна быть безусловным компонентом системного подхода [2]. Отделение физиологии и фундаментальной медицины РАН так же широко использует возможности научного совета для координации работ в различных ведомствах по развитию

физиологии в России, повышения уровня исследований. Проводятся разнообразные конференции, школы, симпозиумы, много сделано для привлечения к работе молодых исследователей.

Академия наук высоко оценила вклад физиологов в разработку проблем современного естествознания, приняв решение об учреждении золотых медалей им. И.М. Сеченова, И.П. Павлова, В.М. Бехтерева и премий им. Л.А. Орбели, А.А. Ухтомского, присуждаемых за выдающиеся достижения в области физиологии. Их удостоены многие члены Отделения физиологии РАН, сотрудники институтов академии и других ведомств.

Тесная связь физиологии и медицины находит отражение в сотрудничестве крупных научных медицинских центров и институтов Академии на-

ук. Отделение физиологии и фундаментальной медицины РАН осуществляет научно-методическое руководство в отношении ряда учреждений, возглавляемых членами отделения, — Кардиологического научного центра Минздрава РФ (академик Е.И. Чазов), Онкологического научного центра РАМН (академик М.И. Давыдов). В этих центрах достигнуты крупные успехи в разработке фундаментальных проблем физиологии и смежных наук, здесь работают академики М.Д. Алиев, М.Р. Личиницер, Л.В. Розенштраух, В.А. Ткачук и другие. Именно во взаимодействии физиологии и клинической медицины видится залог успеха в этой области.

Физиологи, члены нашей академии, особое значение придавали проблеме нравственности в науке. И.П. Павлов и Л.А. Орбели имели очень высокий нравственный авторитет. В конце 1940-х годов академик Л.А. Орбели не согласился с гонениями на генетиков, был смещён с поста академика-секретаря Биологического отделения АН СССР вскоре после сессии ВАСХНИЛ. Не прошло и двух лет, как он был уволен почти со всех постов после Объединённой сессии АН СССР и АМН СССР, посвящённой физиологическому учению И.П. Павлова. Л.А. Орбели был восстановлен в должности и получил возможность полноценно работать лишь после смерти И.В. Сталина. Физиологи академики Е.М. Крепс, В.В. Парин, Л.С. Штерн подвергались необоснованным репрессиям, некоторые из них прошли через застенки Лубянки в Москве и лагеря далёкой Колымы.

Интеграция науки и высшего образования вряд ли может быть сведена к административным мерам объединения научно-исследовательских учреждений и вузов. Очевидно, что адекватное, а может быть, лучшее решение состоит в объединении в одном лице учёного и педагога. Такими примерами в отечественной истории физиологии были И.М. Сеченов, И.П. Павлов, Л.А. Орбели — не только крупные деятели науки, но и профессора вузов. Это стало доброй традицией в Академии наук, её члены возглавляли физиологические кафедры — академики П.К. Анохин, П.Г. Костюк, А.И. Григорьев, Л.Н. Иванова, В.А. Ткачук и многие другие. В последние десятилетия члены отделения участвовали в создании не только новых кафедр, но и медицинских факультетов в Московском, Санкт-Петербургском, Новосибирском государственных университетах.

За 289 лет существования Академии наук адъюнктами, членами-корреспондентами, академиками, иностранными и почётными членами был избран 171 учёный в области физиологии, медицины и смежных наук, в том числе в XVIII в. — 17, XIX в. — 29, XX в. — 81, XXI в. — 44. Назовём несколько имён иностранных членов академии, чтобы отдать дань тем, кто выбирал и кого выби-

рали в Академию наук. Среди них выдающиеся представители физиологии и медицины И. Мюллер (Германия, 1832), К. Бернар (Франция, 1860), Ф. Генле (Германия, 1864), Э. Вебер (Германия, 1869), К. Людвиг (Германия, 1871), Р. Вирхов (Германия, 1881), Э. Дюбуа-Реймон (Германия, 1892), Ч. Шеррингтон (Англия, 1915), У. Кеннон (США, 1942), А. Ходжкин (Англия, 1976). В 1932 г. Ч. Шеррингтону и в 1963 г. А. Ходжкину были присуждены Нобелевские премии.

Во второй половине XIX в. И.Р. Тарханов был инициатором создания Физиологической секции Зоологического отделения Санкт-Петербургского общества естествоиспытателей, решение об этом было принято 28 февраля 1876 г. Эта секция стала предшественницей Физиологического общества. В апреле 1910 г. на XI съезде русских врачей в Петербурге обсуждался вопрос о создании Физиологического общества. В апреле 1917 г. в Петрограде при активном участии И.П. Павлова состоялся I Съезд российских физиологов, в последующие годы были проведены десятки физиологических съездов, два международных физиологических конгресса — в 1935 и 1997 гг. Под эгидой Отделения физиологии РАН работает Физиологическое общество им. И.П. Павлова (президентами были члены нашей академии И.П. Павлов, Л.А. Орбели, О.Г. Газенко, Ю.В. Наточин, М.А. Островский), Геронтологическое общество (В.Н. Анисимов), Союз физиологических обществ стран СНГ (О.Г. Газенко, П.Г. Костюк, Р.И. Сепиашвили).

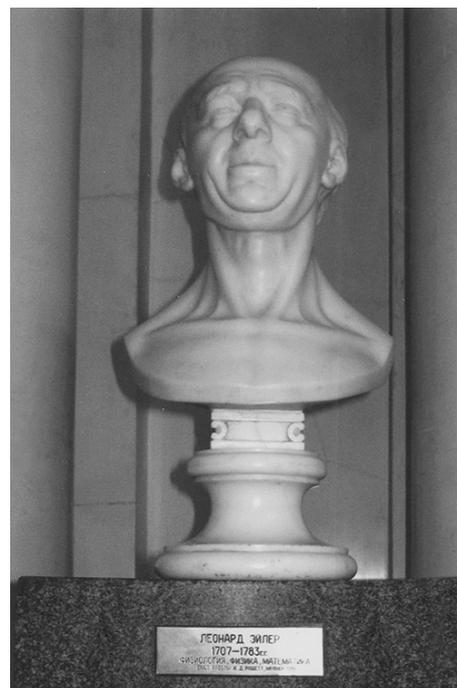
Отделение физиологии АН СССР, а в наши дни Отделение физиологии и фундаментальной медицины РАН является учредителем шести физиологических журналов. В 1917 г. вышел в свет первый номер первого в России физиологического журнала, основанного в Петрограде И.П. Павловым — “Русского физиологического журнала им. И.М. Сеченова” (в дальнейшем “Физиологический журнал СССР им. И.М. Сеченова”, с 1998 г. — “Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова”). С 1951 г. издаётся “Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова”, в 1965 г. начат выпуск “Журнала эволюционной биохимии и физиологии”, в 1970 г. — журнала “Успехи физиологических наук”, в 1975 г. — “Физиология человека”, в 1987 г. — “Сенсорные системы”. В.Н. Черниговский был инициатором и ответственным редактором многолетнего руководства по физиологии, что позволило опубликовать десятки томов, материалы которых охватили широкий спектр проблем физиологии.

**Кафедра анатомии и физиологии.** Исследования в области физиологии в Академии наук имеют почти трёхвековую историю. Проблемы физиологии стали разрабатываться уже на следующий год после указа Петра I об учреждении Академии наук. Л.Л. Блюментрост (1692–1755),

лейб-медик императора, по его предложению подготовил документы о структуре академии, вёл переговоры об её организации, а затем был назначен первым президентом академии. Подготовленный им “Проект положения об учреждении Академии наук и художеств” с пометами Петра I рассматривался на заседании Сената 28 января 1724 г. Это был именной указ Сената об учреждении Академии наук, где отмечалось, что Пётр I велел “учинить Академию, в которой бы учились языкам, также протчим наукам и знатным художествам и переводились б книги” [3, с. 7]. Речь шла о создании Академии наук с состоявшими при ней гимназией и университетом. Было намечено к открытию три факультета – юридический, медицинский и философский [3, с. 8], через несколько месяцев после её учреждения в академии начались работы в области физиологии.

Из года в год в прессе не умолкают споры, касающиеся судьбы Академии наук, отдельных дисциплин. Нелишне будет вспомнить исторические факты и мысли тех, кто стоял у её истоков. Проект положения об учреждении Академии наук и художеств был лично выправлен и одобрен Петром I. При работе над этим нестандартным документом Пётр I сравнил варианты организации академий наук в разных странах Европы и подписал указ о создании Академии наук как высшего научного органа государства. 24 июля 1747 г. императрица Елизавета Петровна утвердила Регламент Императорской академии наук и художеств в Санкт-Петербурге. Он начинался словами, сохраняющими ключевое значение и по сей день: “Излишне дело пространно о том писать, что к благосостоянию всякого государства науки и художествы, есть дело необходимо потребное” [3, с. 49]. Спустя два с половиной века, 23 декабря 1992 г., Устав РАН начинается теми же по смыслу словами: “Российская академия наук (РАН) создана государством как высшее научное учреждение России” [3, с. 228]. Статус РАН был утверждён указом Президента РФ № 558 15 апреля 1996 г.

В 1725 г. в академии была организована Кафедра анатомии и физиологии, возглавил её Д. Бернулли (1700–1782). Он разрабатывал проблемы физиологии, впоследствии стал известен выдающимися работами в области гидродинамики. В 1726 г. появилась его публикация “Новое в исследовании движения мышц”. В том же году на вакансию адъюнкта по этой кафедре был приглашён Л. Эйлер, который, будучи 16-летним юношей, получил учёную степень магистра искусств. В Базеле он занимался математикой с профессором И. Бернулли, и у него сложились дружеские отношения с его сыновьями. Оба брата Бернулли, уезжая в Петербург в 1725 г. по приглашению Екатерины I, обещали 17-летнему Эйлеру найти работу в России. В октябре 1726 г. Л. Эйлер получил письмо от Д. Бернулли о вакансии в Петербурге



Бюст Л. Эйлера в здании Президиума РАН

на кафедре физиологии и вскоре был официально приглашён в Петербург для зачисления адъюнктом по физиологии с 17 декабря 1726 г. Он приехал в Петербург, но сначала записался в студенты медицинского факультета Базельского университета, чтобы получить знания по анатомии и физиологии. Здесь он учился до весны 1727 г., когда навсегда покинул Швейцарию. 12 мая 1727 г. Л. Эйлер приехал в Россию, где был зачислен адъюнктом на кафедре анатомии и физиологии в Петербургской академии наук и художеств. В здании Президиума Российской академии наук на Ленинском проспекте, 14, на втором этаже установлен мраморный бюст Л. Эйлера работы скульптора Ж.Д. Рашетта, выполненный в 1784 г. На медной табличке выгравированы слова: “Физиология, физика, математика”. Л. Эйлеру принадлежит ряд трудов по физиологии. Имеющиеся материалы позволяют не только узнать, насколько интересы учёного были связаны с этими направлениями естествознания, но и предположить, что выбор физиологии стал его судьбой.

Первый доклад Л. Эйлера в Академии наук – об истечении воды из отверстий – состоялся 25 июля 1727 г. [4]. Нужно отметить, что проблемы гидродинамики, движения жидкости по сосудам многие годы интересовали этого учёного. Среди его работ имеется труд, посвящённый движению крови по артериям, – “Principia pro motu sanguinis per arterias determinando” [5]. Л. Эйлера можно отнести к основоположникам математического моделирования в физиологии. Д. Бернулли описал уравнение потока жидкости по трубе

под действием силы тяжести, Л. Эйлер ввёл в уравнение в качестве источника давления пульсирующий насос: он рассматривал трубки, их стенки как гибкие (не жёсткие), то есть дал математическое описание стенок трубки как сосудов в системе кровообращения. Более того, в уравнение введено значение вязкости (уравнение Навье—Стокса). Таким образом, Л. Эйлер предложил гидродинамическую модель системы кровообращения, в которой рассматривал кровеносную систему как состоящую из резервуара с упругими стенками, периферического сопротивления и насоса — сердца. Можно считать, что это была первая работа по моделированию биологических процессов [6].

Предметом размышлений Л. Эйлера были и проблемы строения и функции глаза, они изложены в письмах к немецкой принцессе [7]. Интерес к анализу работы органа зрения могли вызвать обстоятельства, касавшиеся его лично. В 1735 г. в Санкт-Петербургской академии наук возникла необходимость срочно провести большое количество расчётов в области астрономии. Несколько академиков согласились выполнить эту работу за три месяца. Эйлер предложил провести расчёты за три дня, успешно осуществил проект, но заболел и потерял зрение правого глаза.

На Кафедре анатомии и физиологии академии работали многие выдающиеся учёные: с 1725 г. — Даниил Бернулли (1700—1782) и Иосия Вейтбрехт (1702—1742), с 1744 г. — Авраам Каау-Бургаве (1715—1758), с 1751 г. — Алексей Протасов (1724—1796). Кафедра просуществовала многие годы. В 1864 г. была организована физиологическая лаборатория, которую со времени основания и по 1906 г. возглавлял академик Ф.В. Овсянников. 1 декабря 1907 г. ординарным академиком по специальности “сравнительная анатомия и физиология” Императорской Санкт-Петербургской академии наук избрали И.П. Павлова, с 1901 г. он был членом-корреспондентом Академии наук, в 1904 г. получил Нобелевскую премию, пользовался исключительным уважением в научном сообществе. По предложению И.П. Павлова в 1925 г. физиологическая лаборатория была преобразована в первый в структуре академии институт этого профиля — Институт физиологии АН СССР, в настоящее время он носит имя И.П. Павлова. В 1950 г. в Москве был организован Институт высшей нервной деятельности АН СССР, директором которого назначили члена-корреспондента АН СССР Э.А. Асратяна. В 1956 г. в Ленинграде начинает работу Институт эволюционной физиологии им. И.М. Сеченова АН СССР, его первым директором становится академик Л.А. Орбели. В 1990 г. академик Н.П. Бехтерева организует в Ленинграде Институт мозга человека АН СССР. В конце 1990-х годов Президиум РАН способствовал переходу Института медико-биологических проблем в состав Академии наук.

В России сформировался ряд научных школ в области физиологии, были сделаны выдающиеся открытия и возникли новые направления исследований. К числу научных школ, созданных членами нашей академии, относятся школы по физиологии нервной системы (И.М. Сеченов, И.П. Павлов, В.Н. Черниговский, И.С. Бериташвили, Н.П. Бехтерева, П.Г. Костюк, П.В. Симонов), физиологии пищеварения (И.П. Павлов, А.М. Уголев), физиологии сенсорных систем (Г.В. Гершуни, Я.А. Альтман), эволюционной физиологии (Л.А. Орбели), физиологии труда (А.А. Ухтомский), физиологии почки (Л.А. Орбели). В институтах Академии наук успешно развиваются также экологическая физиология, физиология человека, космическая физиология, молекулярная физиология, интегративная физиология, физиология экстремальных состояний, физиологическая генетика.

Многие члены академии внесли признанный мировым научным сообществом вклад в познание работы мозга. Почётный академик Санкт-Петербургской академии наук И.М. Сеченов описал тормозящие влияния со стороны головного мозга на спинномозговые рефлексы, показав тем самым существование в нервной системе процессов торможения наряду с возбуждением. С именем академика И.П. Павлова связана разработка проблем физиологии пищеварения и метода условных рефлексов. И.П. Павлов стал первым российским лауреатом Нобелевской премии по физиологии и медицине (1904). Академик В.Н. Черниговский обосновал положение о функциональной роли интероцепторов. Академик П.В. Симонов разработал потребностно-информационную теорию эмоций, что позволило подойти к пониманию механизмов эмоционального стресса. В Институте мозга человека РАН академик Н.П. Бехтерева и член-корреспондент РАН С.В. Медведев осуществили программу исследований по психофизиологическому микрокартированию мозга.

Более века ведётся поиск механизмов, обеспечивающих трофическую функцию нервной системы. При раздражении нервных волокон, подходящих к иннервируемому органу, были обнаружены не только пусковые эффекты, которые приводят к реакции в виде сокращения мышцы или секреции жидкости, оказалось, что симпатические нервы сердца способны увеличивать амплитуду сокращения. Этот тип нервов установлен И.П. Павловым в 80-х годах XIX в., независимо описан в Англии У.Х. Гаскеллом, нерв был назван усиливающим. Почти 40 лет спустя Л.А. Орбели вместе с А.Г. Гинецинским доказали, что подобное действие оказывает раздражение симпатического нерва, подходящего к скелетной мышце. Эти исследования в наши дни трансформировались в идентификацию типов рецепторов и вторичных мессенджеров, обеспечивающих модуля-

цию эффекта не только нервов, но и ряда гормонов, в частности вазопрессина [8].

И.П. Павлов писал, что о настоящей теории всех нервных явлений можно будет говорить только на основании изучения физико-химического процесса, происходящего в нервной ткани [9]. Это как бы предварило широкий размах исследований деятельности нервной системы, получивших развитие во второй половине XX в. в лабораториях академика П.Г. Костюка, члена-корреспондента РАН А.Л. Бызова и члена-корреспондента АН СССР А.И. Шаповалова, что привело к переходу нейрофизиологии на новый уровень и позволило внести существенный вклад в изучение принципов функционирования нервных клеток и их связей. В институтах РАН исследуются молекулярные процессы действия медиаторов, гормонов, внутриклеточные механизмы передачи сигналов.

После публикации труда Ч. Дарвина “Происхождение видов” исследователи разных стран пришли к заключению о необходимости развития работ в области формирования и эволюции физиологических функций. В нашей стране возникли предпосылки развития эволюционной физиологии (термин “эволюционная физиология” предложил в 1914 г. академик А.Н. Северцов). В ноябре 1920 г. в письме в Физико-математическое отделение Академии наук И.П. Павлов сообщал, что “за последние десятилетия физиологическое исследование постепенно распространяется более и более на весь животный мир; особенно подвинулось изучение жизненных явлений на низших животных, физиология действительно делается общей или сравнительной физиологией” [цит. по: 10, с. 457]. С начала 1920-х годов Л.А. Орбели сосредоточил внимание на исследовании проблем эволюции функций, широкое развитие эволюционная физиология получила в трудах Х.С. Коштыянца, Е.М. Крепса, А.Г. Гинецинского, Т.М. Турпаева, А.М. Уголева, В.Л. Свидерского. На основании обширных исследований беспозвоночных и позвоночных животных удалось показать эволюцию физиологических функций, выяснить её молекулярные механизмы. Важную роль сыграли организация в АН СССР Института эволюционной физиологии (ныне Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова РАН) и проведение регулярных совещаний по этой проблеме, посвящённых памяти академика Л.А. Орбели. Большое развитие в академических институтах получили исследования, направленные на выявление физиологических адаптаций человека и животных к разным условиям окружающей среды, а также изучение проблем экологической физиологии.

Неоценимый вклад в развитие авиационной и космической физиологии и медицины внесли члены нашей академии Л.А. Орбели, В.Н. Черни-

говский, В.В. Парин, О.Г. Газенко, А.И. Григорьев, В.С. Гурфинкель, И.Б. Ушаков, И.Б. Козловская, О.И. Орлов. Результаты их пионерских работ обеспечили реализацию программы пилотируемой космонавтики. Не меньшее значение имеет использование этих данных в здравоохранении, для разработки программ здорового образа жизни, здоровья здорового человека.

В новой физиологии особый интерес вызывает интегративная физиология – от молекулярной физиологии к биологии регуляций. Выдающиеся достижения наук о жизни дали возможность проследить цепь многих химических превращений в живых системах, охарактеризовать строение и функцию молекул, определяющих разные стороны жизненных явлений, понять механизмы деятельности нервной системы, мышечного сокращения, секреции, проницаемости. Они расшифрованы в реалиях химических терминов и служат базой физиологических исследований. Такой ход событий был предсказан И.П. Павловым в 1897 г., когда он сказал, что “нашу современную органическую физиологию” должна сменить новая физиология, “которую можно считать предвестницей последней ступени в науке о жизни – физиологии живой молекулы” [9, с. 107]. Многие лаборатории институтов РАН заняты изучением функциональной роли молекул жизни в осуществлении широкого спектра физиологических актов, что обеспечивает применение методов молекулярной биологии, физиологической генетики.

Однако для физиолога очевидно, что даже глубокое знание деталей недостаточно для понимания механизмов работы целостных организмов. Задача состоит в том, чтобы на основании данных о молекулярных механизмах изменения каждой из функций понять её организацию в целостном организме, выяснить природу регуляций, за счёт которых организм приспосабливается к окружающей его среде. Используя эти подходы, можно ожидать прогресса в понимании природы физиологических регуляций и особенностей работы системы регуляций в организме здорового человека, выявить суть тех изменений, которые приводят к развитию патологического процесса. Одной из традиций российской физиологии было стремление к изучению каждой из функций в целостном организме, осуществление программ интегративной физиологии, системного подхода. Можно полагать, что в современной физиологии этому направлению исследований будет уделяться всё большее внимание. Речь идёт об изучении интеграции функций клетки как целого, интеграции функциональных единиц в каждом органе, исследовании функций всех элементов как единого ансамбля. Особое значение приобретает понимание того, как факторы регуляции обеспечивают взаимодействие функциональных систем в целостном организме.

Необходимость разработки проблем интегративной физиологии стала очевидной уже в 1990-е годы. На первой сессии Научного совета по физиологическим наукам РАН была сформулирована концепция развития отечественной физиологии как “сочетание молекулярной физиологии с классической... интеграцией частей в целое” [11, с. 10]. Понимание природы физиологических процессов неизбежно требует интеграции знаний в этой области, чтобы представить единую картину того, что происходит в целостном организме, его особенности. При нарушении функции используется кратчайший путь применения новых технологий воздействия на организм. Именно такой подход является фундаментом персонифицированной и трансляционной медицины. К счастью, в традициях физиологии и медицины нашей страны, устами членов нашей академии постоянно утверждается принцип, в соответствии с которым необходим индивидуальный подход к каждому пациенту, необходимо лечить не болезнь, а больного, а результаты научных исследований должны проверяться клинической практикой, быстро внедряться в практическую медицину. Отсюда и традиции “павловских сред”, и клинико-физиологические разборы наиболее сложных случаев течения заболеваний. Этот опыт получил развитие в институтах РАН при решении физиологических проблем в ходе освоения космического пространства и глубоководных погружений.

В широком смысле задача физиологии состоит в том, чтобы в строгих терминах современного знания дать описание функций организма, понять физико-химические, физиологические механизмы, обеспечивающие приспособление живого существа к условиям постоянно меняющегося мира, выяснить механизмы, благодаря которым достигается стабильность внутренней среды. Исключительные успехи в этой области в последние десятилетия стали возможны за счёт применения современных физиологических и биохимических методов исследования, техники молекулярной биологии и биоорганической химии. Успехи молекулярной физиологии позволили выявить типы ионных и водных каналов, рецепторов гормонов и медиаторов, разнообразие участвующих в физиологических реакциях сигнальных систем. Стало очевидным, что наряду с нервной регуляцией, участием эндокринной системы существуют ещё два уровня влияний, связанных с секреторной инкретиной и аутокоидами [12]. Анализ взаимодействия этих типов регуляций в целостном организме представляет безусловный интерес.

**Физиология и медицина.** Физиология служит фундаментом для клинической медицины, а клиническая медицина даёт стимул для прогресса физиологии. В 1862 г. С.П. Боткин выразил суть взаимоотношения физиологии и клинической

медицины: если практическая медицина должна быть поставлена в ряд естественных наук, то приёмы исследования, наблюдения и лечения больного должны быть приёмами естествоиспытателя. Разнообразные методы исследования позволяют патологу и клиницисту дать ответ на вопрос, где функция отклонена от нормы. Отечественные физиологи всегда стремились проникнуть в суть физиологических механизмов работы целостного организма, выяснить, как живёт и работает каждая часть единого целого. И.П. Павлов применил для этого, по образному выражению А.Ф. Самойлова, “приём просверливания”: многочисленные задуманные и осуществлённые им хирургические операции с созданием фистул позволили изучить работу органов системы пищеварения. И.П. Павлов исходил из того, что “мы не поймём жизни фрагмента, не понявши всего целого, и не поймём целого — не узнавши тайны фрагмента” [13, с. 92].

На протяжении нескольких веков жизни Академии наук крупнейшие представители медицины избирались её членами, среди них Н.И. Пирогов (1846 г., хирургия), Г.А. Захарьин (1885 г., терапия), Н.Н. Бурденко (1939 г., нейрохирургия), Н.Н. Аничков (1939 г., патанатомия), С.И. Спасокукоцкий (1942 г., хирургия), Н.Д. Стражеско (1943 г., терапия), Г.Н. Сперанский (1943 г., педиатрия), А.Н. Бакулев (1958 г., хирургия) и многие другие выдающиеся медики. Открытие Н.Н. Аничковым роли холестерина в развитии атеросклероза отнесено к одному из 10 величайших открытий в истории медицины [14].

Роль нашей академии в разработке фундаментальных и практических проблем видна на примере творчества и избрания в Академию наук Н.И. Пирогова. Он поступил в Московский университет, в 18 лет окончил полный курс медицинского факультета, в 1828 г. зачислен в Профессорский институт. Существенно, что это нововведение — подготовка профессорского корпуса в медицине — было связано с участием Академии наук. В 1827 г. член Санкт-Петербургской академии наук Е.И. Паррот (1767–1852), физик по образованию, предложил создать Профессорский институт, обучение в нём выпускников медицинских факультетов университетов продолжалось несколько лет, затем двухлетняя стажировка за рубежом. Экзамены принимали в Санкт-Петербургской академии наук, Н.И. Пирогов успешно прошёл испытания и был зачислен в Профессорский институт, организованный в Дерпте. В 1832 г. он защитил диссертацию, посвящённую изучению структуры и функции брюшной аорты, и ему была присуждена учёная степень доктора медицины.

Нет необходимости объяснять значение исследований биологических структур в организме животных и человека. Не только строение тела,



кончины Н.И. Пирогова Императорское Московское общество испытателей природы направило письмо, в котором жизнь выдающегося хирурга была названа идеалом человеческой деятельности, оплодотворённой научным знанием. “Этот вечный идеал Университета даёт нам пример, достойный подражания, следуя ему, не забудешь, что нет большего труда, как оставаться твёрдым в потоке: он увлечёт нас, как скоро мы перестанем действовать!”

Не только стремление действовать на благо общества, но и достойные уважения поступки позволяют утверждать, что высокие нравственные принципы были и остаются существенной характеристикой физиологов — членов академии. И.М. Сеченов, будучи членом-корреспондентом АН, выдвинул И.И. Мечникова на свободную вакансию доцента в Медико-хирургическую академию (позднее он стал лауреатом Нобелевской премии по физиологии и медицине). Учёный совет под неблагоприятным предлогом отклонил его кандидатуру, тогда И.М. Сеченов в 1871 г. покинул кафедру физиологии. В 1925 г. в отставку с той же кафедры ушёл академик И.П. Павлов, когда власти запретили брать в вузы детей священнослужителей (И.П. Павлов сам был сыном священника). Известна независимость в отстаивании нравственных идеалов, которую проявляли многие физиологи.

В декабре 1929 г. отмечалось 100-летие со дня рождения И.М. Сеченова. В затихшем зале И.П. Павлов обернулся к портрету И.М. Сеченова со словами: “Высокая, так строгая к себе тень! Как бы ты страдала, если бы в живом человеческом образе сейчас оставалась между нами! Мы живём под господством жестокого принципа: государство, власть — всё, личность обывателя — ничто... На таком фундаменте, господа, не только нельзя построить культурное государство, но на нём не могло бы держаться долго какое бы то ни было государство” [9, с. 42].

**Кризис физиологии или недопонимание её сути?** Что же такое физиология? В конце XIX в. — “физиология есть наука о жизни” [15, с. 1], в середине XX в. — “предметом физиологии, её содержанием является изучение общих и частных механизмов деятельности целостного организма” [16, с. 3]. В XXI в. — “предметом физиологии являются функции живого организма, их связь между собой, регуляция и приспособление к внешней среде, происхождение и становление в процессе эволюции и индивидуального развития особи” [17, с. 17]; “Цель физиологии — объяснить физические и химические факторы, ответственные за происхождение, развитие и прогресс жизни” [18, р. 2].

Слово “физиология” греческого происхождения, оно состоит из двух частей — “природа” и “правило”. В китайском языке иероглифы, обо-

значающие физиологию, в переводе означают “логика жизни” [19]. Э. Шрёдингер, один из создателей квантовой механики, лауреат Нобелевской премии по физике 1933 г., в феврале 1943 г. в Тринити-колледже в Дублине прочитал лекции, в которых стремился ответить на вопрос: “Как могут физика и химия объяснить те явления в пространстве и времени, которые имеют место внутри живого организма?” [20, с. 14]. Безусловно, опыт физиологии нескольких столетий говорит о том, что её прогресс обеспечен адекватным применением методов точных наук для решения задач физиологии. В наше время всё чаще звучит мысль о том, не начинаем ли мы учить студентов методам, забывая о стратегических проблемах, для которых создавались эти методы [21]. Важно построить физиологический эксперимент так, чтобы применённые методы дали истинный ответ на поставленный вопрос.

Крупные достижения отечественной физиологии вызывали искреннее уважение мирового научного сообщества. 20 ноября 1936 г. Дж. Баркрофт написал: “Велик долг мировой физиологии перед русской наукой” [22, с. 3]. Нередко достижения науки внезапно, к счастью, на время, пресекаются решениями политиков. Один из трагических примеров — судьба отечественной генетики и физиологии в 1950-е годы. В течение нескольких лет конца 1940-х исследования по этим направлениям были приостановлены (сессия ВАСХНИЛ, сессия двух академий), а последствия ощущаются и по сей день.

Возможен скепсис со стороны тех, кто отвергает классическую физиологию, когда есть современность, новейшие методы и поистине выдающиеся достижения в понимании молекулярных основ жизненных процессов, о которых не могли и мечтать герои научно-фантастических романов. Но удастся ли без применения подходов классической физиологии понять природу жизни? Вряд ли. Изменившееся в обществе отношение к классическим наукам касается не только физиологии, но и зоологии, ботаники, а возможно, и некоторых других наук. Настало время “собрать камни”, предпринять попытку интегративного, синтетического подхода к решению проблем живого организма. Такой шаг необходим, учитывая трудности процесса познания при невероятном обилии новых фактов, которыми так богата история науки, особенно вторая половина XX и начало XXI в., и которые нуждаются в обобщении. Раньше сосуществовали два подхода — аналитический и интегративный. Теперь оптимальными представляются физиологические исследования, основанные на использовании физико-химических методов в эксперименте, максимально приближенном к естественным условиям проявления физиологической функции. В классической российской физиологии всегда высоко ценили хро-

нический эксперимент. Вспомним операцию маленького желудочка или выведение устьев мочеточников по методу И.П. Павлова, при которых животное выздоравливало. Хотя сторонниками хронического опыта были физиологи в лабораториях разных стран, но наиболее последовательно развивал это направление в физиологии И.П. Павлов [9].

Говоря о молекулярной физиологии, И.П. Павлов ясно понимал, что потребуются новые подходы. Он полагал, что “физиология клетки должна иметь свою чрезвычайную методику, не похожую на ту, которой мы пользовались, оперируя с целыми организмами” [23, с. 193]. Одной из ключевых проблем физиологии является сформулированная в конце XIX и первой трети XX в. проблема внутренней среды – гомеостаз. У её истоков был К. Бернар, её развивали Л.А. Орбели, Г. Смит, А.Г. Гинецинский. К. Бернар в 1878 г. высказал мысль, что организм высших животных имеет две среды: внешнюю, в которой живёт животное или человек, и внутреннюю, которая окружает каждую клетку. Глубокое понимание организма как целого, воссоздание самой целостности особи, поддержание независимого и свободного существования человека в окружающем мире позволяют понять значение внутренней среды, открыть новые грани функционального назначения тех систем, которые обеспечивают её стабильность. Известно классическое высказывание И.М. Сеченова: “Смеётся ли ребенок при виде игрушки, улыбается ли Гарибальди, когда его гонят за излишнюю любовь к Родине, дрожит ли девушка при первой мысли о любви, создаёт ли Ньютон мировые законы и пишет их на бумаге – везде окончательным фактом является мышечное движение” [24, с. 9]. Рождение новой мысли требует ясности ума, выражения светлых чувств, будь то улыбка ребёнка или волнение влюблённой девушки, прозрение учёного или новое мировое достижение спортсмена, – всё служит проявлением здорового духа в здоровом теле. Возвращаясь к рассматриваемой физиологической проблеме, нужно сказать, что гомеостаз – высокий уровень постоянства физико-химических параметров жидкостей внутренней среды – создаёт условия, где проявляются высшие возможности нервной системы или высококоординированные действия двигательной системы, высшие эмоциональные проявления во всём многообразии их значений. Иными словами, для осуществления перечисленных функций абсолютно обязательным условием служит постоянство физико-химических параметров крови.

Какова же цена работы систем стабилизации внутренней среды? Траты организма млекопитающих, человека для её осуществления огромны даже в состоянии покоя. Более того, чем выше находится организм на эволюционной лестнице,

тем больше его траты на стабильность жидкостей внутренней среды. Так обеспечивается постоянство состава среды около клеток разных органов и, конечно, мозга и сердца. Каждое мгновение через сосуды протекает четверть объёма крови, выбрасываемого сердцем в аорту. В 1939 г. Л.А. Орбели в лекции в Государственном институте усовершенствования врачей высказал мысль, которая кажется новой даже в наше время, когда почку зачастую рассматривают только как орган образования мочи, не обращая внимания на её ведущую роль в гомеостазе. Орбели спросил: «За чем же “гонится” почка: за тем, чтобы дать мочу определённого состава, или за тем, чтобы сохранить плазму? Специальные опыты, произведённые в этом направлении, заставляют признать, что “установка” почки не на то, чтобы создать какой-то постоянный состав мочи, а на то, чтобы обеспечить постоянство состава крови» [25, с. 92]. Глубокое проникновение в природу регуляции составляет характерную черту школы Л.А. Орбели [26].

На рубеже протерозоя и фанерозоя (500–600 млн. лет назад) появились многие группы многоклеточных существ. Но 500–600 млн. лет составляют лишь малую долю – 10–12% – времени жизни нашей планеты. Поэтому так важно взглянуть за эту грань и обсудить исходные этапы жизни, когда происходило её зарождение, ибо это позволяет понять природу жизни, природу человека. Коснёмся контурно этих вопросов в связи с ролью физиологии в решении одной из ключевых проблем естествознания – проблемы происхождения жизни. Несколько миллиардов лет назад на необитаемой Земле, где вначале могли быть лишь неорганические вещества, появились первые органические соединения, первые элементы жизни. Не касаясь невероятной сложности этой проблемы, рассмотрим только ряд общих положений. В живых системах любой степени сложности участвуют неорганические и органические вещества. Химическим элементам неорганического мира должны были быть присущи физические и химические особенности, которые делали бы их пригодными для участия в элементарных процессах жизненных явлений. Общей особенностью клеток животных и растений является отличие концентрации катионов в цитоплазме клетки по сравнению с околоклеточной жидкостью. Доминирующим катионом внутри клетки служит калий. В околоклеточной жидкости, в плазме крови у животных и человека основной катион – натрий. Его концентрация в сыворотке крови человека в 30 раз выше, чем калия. Распространённая, общепринятая точка зрения состоит в том, что жизнь зародилась в море. И тут снова проблема физиологии, проблема происхождения функций и их развития.

В море, как известно, доминируют ионы натрия. Возникает, казалось бы, неразрешимое противоречие: если первая клетка появилась в море, где доминируют ионы натрия, то как может в нём возникнуть клетка, в которой отношение ионов качественно иное? Нами найдено решение: жизнь могла зародиться в калиевых водоёмах, а затем, по дарвинскому принципу, организмы адаптировались к жизни в море [27]. Почему природа избрала для клеток  $K^+$ , а не  $Na^+$ ? Значит, должны быть столь значимые физические или химические особенности этих катионов, что они использованы и в живых системах. В чём эти особенности заключаются? Научный поиск привёл к тому, что удалось реализовать синтез полипептида в среде, богатой ионами калия [28]. У человека и животных концентрация ионов калия и натрия исключительно строго регулируется. Какие вещества обеспечивают эти регуляторные реакции? Нами были синтезированы нанопептиды, способные к селективной регуляции баланса натрия или калия [29].

Подобных вопросов, касающихся проблем зарождения физиологических функций, множество, и они неразрывно связаны с фундаментальными физическими и химическими закономерностями. Ответы на них помогут понять причину возникновения патологии, разработать принципы создания новых лекарственных средств, разобраться в причинах развития ряда заболеваний, чтобы найти способы их лечения. Очевидно и важно значение данных физиологии для ответа на вопросы, которые касаются адаптации функций, их происхождения, изменения в зависимости от возраста или развития патологического процесса. Отсюда следует значение физиологии во всём комплексе фундаментальных наук.

*Ю.В. НАТОЧИН,  
академик*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Наточин Ю.В.* Молекулярная физиология почки и механизмы интеграции её функций // Физиологический журнал им. И.М. Сеченова. 1994. № 7.
2. *Наточин Ю.В.* О возможных тенденциях развития физиологии // Тенденции развития физиологических наук. СПб.: Наука, 2000.
3. Уставы Российской академии наук. 1724–1999. М.: Наука, 1999.
4. Летопись Российской Академии наук. Т. 1. 1724–1802. СПб.: Наука, 2000.
5. *Euler L.* Principia pro motu sanguinis per arterias determinando // Opera Postuma. Mathematica et Physica. Petropoli, 1862. S. 814–823.
6. *Фомин С.В., Беркенблит М.Б.* Математические проблемы в биологии. М.: Наука, 1973.

7. *Эйлер Леонард.* Письма к немецкой принцессе о разных физических и философских материях. СПб.: Наука, 2002.
8. *Goncharevskaya O.A., Shakhmatova E.I., Natochin Yu.V.* Modulation of the effect of arginine-vasopressin on water and ion transport in the newt early distal tubule and frog urinary bladder by  $V_1$ -antagonists // Pflugers Arch. 1995. № 6.
9. *Павлов И.П.* Избранные труды / Под ред. Наточина Ю.В., Пальцева М.А., Сточика А.М. М.: Медицина, 1999.
10. *Коштоянц Х.С.* Очерки по истории физиологии в России. М.—Л.: Изд-во АН СССР, 1946.
11. *Наточин Ю.В.* Научный совет РАН по физиологическим наукам: структура и задачи // Успехи физиологических наук. 1994. № 2.
12. *Наточин Ю.В.* Нефрология и фундаментальная наука // Нефрология. 2012. № 1.
13. *Самойлов А.Ф.* Избранные статьи и речи. М.—Л.: Изд-во АН СССР, 1946.
14. *Фридман М., Фридман Дж.* Десять величайших открытий в истории медицины / Пер. с англ. М.: Колибри, Азбука, Аткикус, 2012.
15. *Beaunis H.* Новые основы физиологии человека / Пер. с фр. Цыбульского Н., Тарханова П. СПб., 1881.
16. *Гинецинский А.Г., Лебединский А.В.* Курс нормальной физиологии. М.: Медгиз, 1956.
17. Физиология человека: Учебник / Под ред. Покровского В.М., Коротько Г.Ф. М.: Медицина, 2007.
18. *Guyton A.C., Hall J.E.* Textbook of physiology. Philadelphia: Saunders, 2000.
19. The Logic of Life // Ed. Boyd C.A.R. and Noble D. Oxford: Oxford Univ. Press, 1993.
20. *Шрёдингер Э.* Что такое жизнь с точки зрения физики? М.: ГИЛЛ, 1947.
21. *Свердлов Е.Д.* Взгляд на жизнь через окно генома. Т. 1. М.: Наука, 2009.
22. *Баркрофт Дж.* Основные черты архитектуры физиологических функций. М.—Л.: Биомедгиз, 1937.
23. *Володин Б., Демидов В.* Жажда жизни. М.: Советская Россия, 1988.
24. *Сеченов И.М.* Избранные произведения. Т. 1. М.: Изд-во АН СССР, 1952.
25. *Орбели Л.А.* Избр. труды. Т. 4. М.—Л.: Наука, 1966.
26. *Григорьев А.И., Григорьян Н.А.* Научная школа академика Л.А. Орбели: к 125-летию со дня рождения. М.: Наука, 2007.
27. *Наточин Ю.В.* Физико-химические детерминанты физиологической эволюции: от протоклетки к человеку // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. 2006. № 1.
28. *Dubina M.V., Vyazmin S.Y., Boitsov V.M et al.* Potassium ions are more effective than sodium in salt induced peptide formation // Origins of life and Evolution of Biospheres. 2013. V. 43. № 2.
29. *Kutina A.V., Marina A.S., Eliseev I.I. et al.* Synthesis of new vasotocin analogues: effects on renal water and ion excretion in rats // J. Pept. Sci. 2013. V. 19. P. 268–276.

DOI: 10.7868/S0869587313090077

## ЗАЩИТА ГОСУДАРСТВЕННЫХ ИНТЕРЕСОВ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ ПРАВОСЛАВИЯ НА ТИХООКЕАНСКОМ СЕВЕРЕ

Принято считать, что освоение Аляски в первые годы после её открытия носило стихийный характер, неподконтрольный официальным российским властям. Действительно, рапорт А.И. Чирикова об успехах Второй Камчатской экспедиции и его предложения о мерах по закреплению открытых американских земель за Российской империей не нашли поддержки у Сената как бесполезное начинание [1, р. 11]. Данное решение Сената было одобрено императрицей Елизаветой Петровной, и в течение некоторого времени царское правительство, сибирские власти и камчатская администрация оставались в стороне от промышленной деятельности русских купцов, мореходов, казаков на Командорских и Алеутских островах. С 1753 г. правительство стало побуждать предприимчивых промышленников к новым открытиям на севере Тихого океана и приведению в российское подданство коренных жителей открываемых земель [2, с. 98]. Наряду с освоением русскими промысловыми экспедициями побережий и островов Тихоокеанского севера происходил другой обусловленный им процесс – первоначальное (до прибытия постоянных миссионеров) распространение православия среди автохтонного населения Аляски. Об этом и пойдёт речь в настоящей статье.

Основу исследования составляют документальные источники и авторитетные труды по истории продвижения русских промысловых экспедиций вдоль цепи Алеутских островов и побережья материковой Аляски в первые 50 лет после Второй Камчаткой экспедиции. Архивные документы изучались в фонде “Российско-американская компания” Архива внешней политики Российской империи (АВПРИ), в фонде “Преображенский приказ. Тайная канцелярия и тайная экспедиция” Российского государственного архива древних актов (РГАДА), а также в фонде “Портфели Миллера” (РГАДА). Многие из официальных материалов опубликованы [3–5].

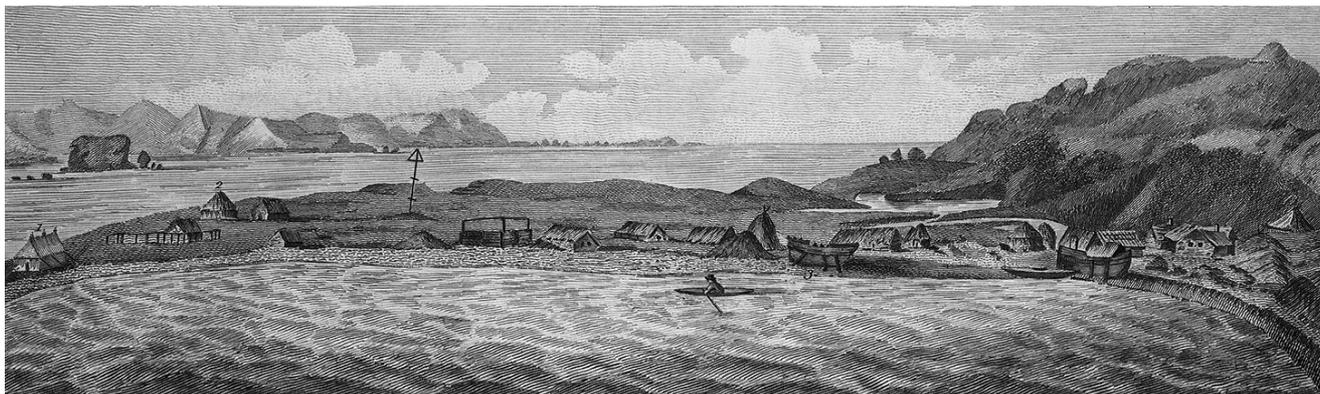
Факт первоначального распространения православных традиций участниками русских промысловых экспедиций и крещение местного населения до прибытия на Аляску духовной миссии признаётся рядом отечественных и зарубежных исследователей [1, р. 11–12, 14; 2, с. 251–257; 6,

с. 26–30]. Христианизация коренного населения происходила благодаря тому, что миряне, входившие в состав промысловых экспедиций, придерживались христианской веры и православной обрядности [7, с. 127–132]. Лишённые церковной службы, они собирались на общественную молитву и, взаимодействуя с местными жителями, крестили их и передавали им свои обычаи и представления.

Российские власти были заинтересованы в распространении православной традиции. Ещё при Петре I перед Православной церковью были поставлены прагматические задачи по укреплению российской государственности. По пониманию Петром задач церкви, она должна была воспитывать людей, ориентированных на интересы государства [8, с. 32]. Применительно к языческим народам, населявшим вошедшие в состав империи земли, задача церкви заключалась в том, чтобы вместе с христианством они воспринимали идею самодержавной власти, добровольно принимали российское подданство и верно служили православному царю. Несмотря на то, что крещение автохтонного населения не являлось обязательным [6, с. 30], оно, как правило, подкрепляло признание им российского подданства.

Просветительская деятельность мирян, подобно миссионерству православного духовенства, изменяла сознание язычников, привносила в него ценности русской христианской цивилизации, отталкиваясь от религиозности, свойственной всем народам. Благодаря этому коренное население постепенно подготавливалось к восприятию принципов государственного устройства Российской империи, которые не всегда были понятны народам, социальная организация жизни которых оставалась на уровне родоплеменных отношений.

Следует отметить, что с момента открытия Аляски царское правительство неизменно требовало от своих подданных дружелюбного отношения к обитателям новых земель и выражало желание видеть отдельных их представителей. Так, сенатской инструкцией 1733 г. как самому Берингу, так и всем его подчинённым под страхом военного суда было предписано не причинять обид местным жителям, не ожесточать их, но добиваться их



Первое поселение Г.И. Шелихова на острове Кадьяк

расположения настолько, чтобы они добровольно принимали российское подданство, и уговаривать отпустить в столицу хотя бы одного человека “из лучших людей”, а молодых обучать русскому языку [4, с. 151, 152].

Очевидно, подобными указаниями руководствовались участники промысловой экспедиции 1745—1746 гг. под руководством М.В. Неводчикова, который открыл ближайший к российским берегам остров Атту и первым из русских промышленников вступил в контакт с алеутами. В результате этого плавания на Камчатку был вывезен мальчик-алеут по имени Темнак, в крещении Павел [2, с. 71; 5, с. 8, 34; 9, с. 22; 10, р. 330]. В 1770 г. в Санкт-Петербурге побывал первый из коренных жителей Аляски алеут Ишока Киникин, сын тойона (вождя) с острова Атту, в крещении Осип (Иосиф) Арсентьевич Кузнецов [2, с. 254; 5, с. 88, 94; 11, л. 1—11].

Указ от 2 марта 1766 г. сибирскому губернатору Д.И. Чичерину императрица Екатерина II собственноручно дополнила следующим распоряжением: “Промышленным подтвердите, чтоб они ласково и без малейшаго притеснения и обмана обходились с новыми их собратиями, тех островов жителями” [12, с. 3—4]. В соответствии с указаниями из столицы местные власти также требовали от промышленников доброжелательно относиться к коренному населению заокеанской территории. В наставлении иркутского губернатора купцам, отправлявшимся на Курильские и Алеутские острова, подчёркивалось, что “благо-разумным поступ[к]ом и ласкою островные жители вводятся в приязнь, а по ней желательно предаются и в подданство к славе империи” [5, с. 170]. Использовалась процедура выдачи разрешения на отправку снаряжаемого судна [13, с. 108]. В одном из таких разрешений — указе Охотской канцелярии от 29 августа 1776 г., сказано, что все члены команды судна “Святой Павел”, включая капитана и передовщика, перед отправкой расписались в получении строгих предписаний, чтобы “в грабежи

и отъёмы насильные ни под каким видом, будучи на островах, не входили, и того над тамошними народами не чинили, под смертною казнию” [14, с. 51]. В этих же целях правительством воздействовало на участников частных экспедиций посредством налоговой политики. Промышленникам были выгодны миролюбивые отношения с местным населением, поскольку в случае признания коренными жителями российского подданства и уплаты ими ясака добытая на Аляске пушнина облагалась меньшей государственной пошлиной [2, с. 74; 12, с. 4; 13, с. 109, 110].

Требования властей не притеснять местных жителей способствовали распространению среди них православных традиций и христианских представлений, поскольку только в рамках мирных, доверительных отношений можно было приобщить их к русской духовной культуре.

Необходимо подчеркнуть, что, начиная с самых ранних этапов знакомства русских с обитателями Тихоокеанского севера, предпринимались попытки изучить их религиозные представления и обряды. Профессору Г.Ф. Миллеру, участнику Второй Камчатской экспедиции, предписывалось наблюдать, в частности, “какая есть в каждом народе вера... и какое понятие имеют о Боге и о вещах, до спасения принадлежащих, и какие наблюдают обряды при своём богослужении” [4, с. 151, 152], а также переводить на туземные языки молитву Господню (“Отче наш”).

Примечательно возникновение одной из версий происхождения слова “алеуты”, которую приводит академик А.С. Берг. Он пишет, что привезённый М.В. Неводчиковым туземец, от которого были получены первые сведения об алеутах, сообщил, что островитяне не имеют догматов веры, но признают Создателя мира и человека. Высшее существо они называют Алеукста-Агудах, и они ему кланяются на небо [15, с. 225]. Слово “алеукста”, по данной версии, послужило поводом для названия народа алеутами. Следует от-

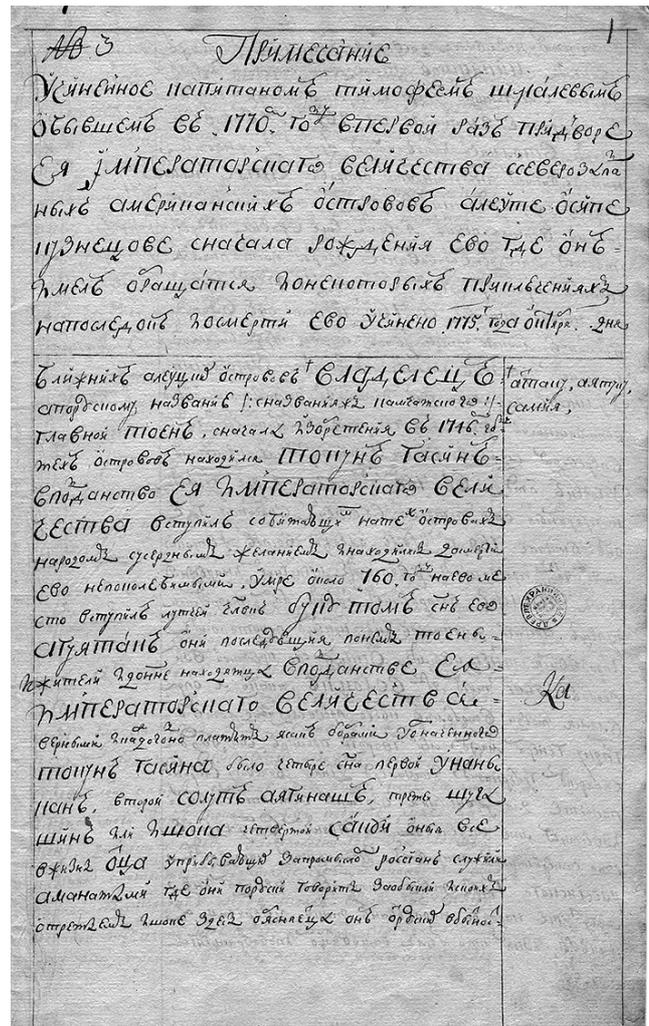
метить, что список вопросов, на которые отвечал “иноземец”, был направлен сибирскому губернатору из Санкт-Петербурга [13, с. 137].

Позже местным властям и через них командованию купеческих судов предъявлялось требование собирать сведения о новых землях и их жителях, в частности, о том, какую веру они исповедуют и каковы их религиозные обряды. Так, в отчёте о плавании на Алеутские острова купец Степан Черепанов сообщал об островных жителях: “веры никакой в них не признали, понеже всякой к вере принадлежащей приличности”, “веру какую имеют ли, того приметить не могли, ни шаманства никакого не видели” [3, с. 117].

Командиры основных портов Камчатки – Большерецка, Нижнекамчатка и Петропавловска-Камчатского – направляли на частных судах официальных лиц, в основном казаков, для сбора государственной подати, “руководствуясь старинными указаниями о ясаке” [14, с. 11]. Указом 1755 г. этот порядок был узаконен Сенатом [13, с. 136, 137]. В то время алеуты не могли осознать политико-правовой смысл слова “подданство”, у них отсутствовали представления о Российской империи, а уплата подати была для них скорее ответным подарком, чем данью [2, с. 79], и, чтобы собрать ясак, русским требовалось установить с ними дружественные отношения.

Именно сборщики ясака первыми сообщали властям о случаях жестокого обращения промышленников с местным населением, поскольку вследствие несправедливости возникала враждебность, не позволявшая им выполнять возложенные на них обязанности. Участники первой же промысловой экспедиции к Алеутским островам были преданы суду за жестокость по отношению к алеутам по доносу казака Шехурдина, которому не удалось собрать ясак с жителей Ближних островов Алеутской гряды [14, с. 10]. А по доносу “двух промышленников остальные члены команды предстали перед судом за их бесчинства в отношении алеутов; 40 промышленников в наказание были оставлены на Камчатке для хлебопашества” [2, с. 82]. Но даже строгие меры по отношению к виновным в жестокости были малоэффективны, ведь многие промышленники были отчаянными людьми, ожесточёнными ссылками и каторжными работами.

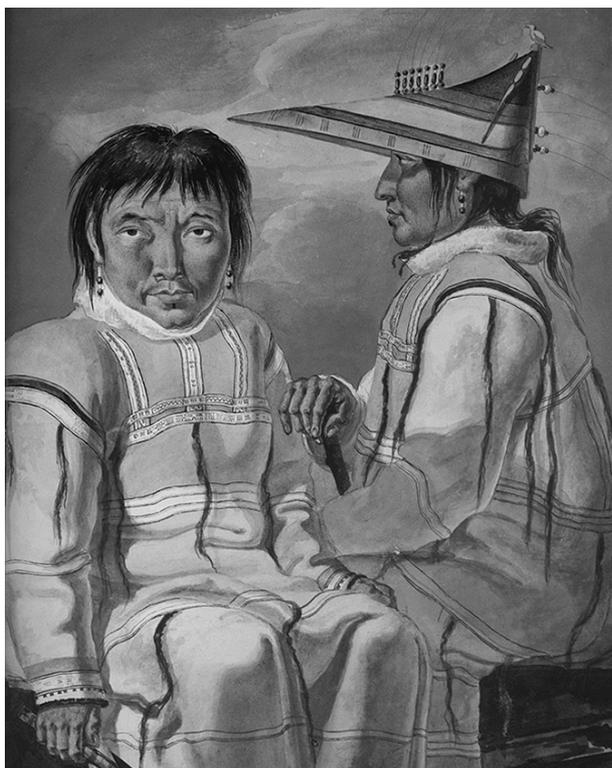
В этой ситуации власти возлагали надежды на моральное воздействие, которое должна была оказывать Православная церковь. Камчатский командир премьер-майор М.К. фон Бем в 1770-е годы пытался отправить на новые земли на частных судах православных миссионеров [16, л. 495]. Возможно, он рассчитывал, подобно Екатерине II, которая направляла на Аляску Первую духовную миссию [17, с. 237], что священники будут не только проповедовать среди коренных жителей,



Примечание капитана Т. Шмалёва о бывшем в 1770 г. при дворе алеуте Осипе Кузнецове (АВПРИ)

но и смягчать грубые нравы промышленников, а также осуществлять независимый надзор за промысловой деятельностью. На необходимость усиления административного контроля ему указывал иркутский губернатор Адам Бриль в своей инструкции 1772 г., предлагая для этого другое средство: постараться объединить в одну компанию купцов, снаряжавших промысловые экспедиции [2, с. 99], чему способствовал процесс концентрации и централизации купеческого капитала, особенно усилившийся с 1760-х годов [2, с. 82, 83].

Попытки сибирских и камчатских властей осуществлять контроль над деятельностью частных промысловых компаний путём назначения официальных лиц, представлявших интересы государства (сборщиков ясака, что практиковалось, и священнослужителей, что только планировалось), были направлены на установление мирных отношений с аборигенами. Наконец, распространению русской духовной культуры среди корен-



Алеут с острова Уникак по имени Умасик, в крещении Василий

ного населения Аляски содействовали донесения в столицу местных властей, в которых обосновывалась необходимость официального изучения и картографирования открытых земель с целью закрепления их за Россией. В результате на Аляску были снаряжены экспедиции Креницына—Левашова и Биллингса—Сарычева [12, с. 4, 5, 16, 17]. В правительственных экспедициях, как правило, принимали участие православные священники. О нахождении священнослужителей в первой из них сведений не обнаружено, а во вторую входил священник Василий Сивцов [18, ч. 1, с. 13].

С правительственной экспедицией Биллингса—Сарычева связано упоминание о первом православном храме на Аляске. Это была походная церковь, то есть временно устанавливаемая палатка, в которой размещалось всё самое необходимое для совершения богослужения. О такой церкви в Трёхсвятительской Гавани на острове Кадьяк, действовавшей с 30 июня по 6 июля 1790 г., писал капитан Г.А. Сарычев [18, ч. 2, с. 37, 39]. Об установке походной церкви на острове Уналашка прямых свидетельств нет, но это можно с большой вероятностью предполагать, поскольку там совершалось таинство Крещения.

Отряды правительственных экспедиций, по примеру промышленников, содержали заложников. Например, на корабле капитана-лейтенанта

Левашова находились 28 аманатов [19, л. 29 об.], в том числе восемь детей тойонов, привезённых зимовавшими на острове Уналашка русскими промышленниками [19, л. 27 об.]. Аманатам давали русские имена, обучали русским обычаям.

Кроме того, правительственными экспедициями на Аляске сооружались большие кресты, подобные поклонным крестам в России. Так, на острове Уналашка в начале 1790-х годов возвышался деревянный крест с надписью: “С 1768 на 1769 год зимовал здесь с судном флота капитан-лейтенант Левашов” [18, ч. 2, с. 20]. Участники этой же экспедиции под командованием капитана I ранга П.К. Креницына на острове Уникак водрузили деревянный крест, в который был врезан медный крест.

Направление на Аляску правительственных экспедиций способствовало дальнейшему распространению и закреплению православия среди автохтонного населения. Особенно это относится к экспедиции Биллингса—Сарычева, в составе которой был православный священник. Во время пребывания на севере Тихого океана русских экспедиций, организованных властями, коренные жители познакомились с материальными объектами православной культуры: если до того у русских промышленников они могли видеть иконы, свечи, кресты, церковные книги [2, с. 254; 13, с. 170], то теперь к ним добавились походный храм, облачения, церковная утварь, богослужебные предметы, используемые священниками. Местные жители присутствовали на богослужениях, над ними совершались церковные таинства [18, ч. 2, с. 26; 6, с. 29], и это не могло не произвести на них глубокого впечатления.

\* \* \*

Продвижение частных русских экспедиций вдоль гряды Алеутских островов регулировалось царским правительством и местными администрациями путём принятия мер, направленных на распространение русской духовной культуры среди коренного населения Аляски. К ним можно отнести включение духовенства в состав правительственных экспедиций, требование и поощрение мирных отношений с туземцами, направление сборщиков ясака на купеческих судах, предоставление промысловым компаниям льгот за приведение в российское подданство обитателей новых земель и сбор с них подати в государственную казну, а также предписание собирать сведения о религиозных представлениях и обрядах местных жителей. Шаги по содействию просветительской деятельности первопроходцев среди аборигенного населения были предприняты ещё в период подготовки Второй Камчатской экспедиции, задолго до введения в практику поощре-

ний экономической деятельности купечества на Тихоокеанском севере.

Меры косвенного влияния свидетельствуют о стремлении властей к защите государственных интересов на границах империи, избегая открытого противостояния ведущим морским державам. В силу того, что православие — стержень русской цивилизации и духовная основа российской государственности, усвоение автохтонным населением его религиозных и нравственных традиций готовило их к восприятию основ государственного и общественно-политического строя Российской империи, мирным путём закрепляло земли их проживания за российской короной.

**КЛИМЕНТ (КАПАЛИН),**  
митрополит Калужский и Боровский,  
кандидат исторических наук,  
кандидат богословия,  
председатель Издательского совета  
Русской православной церкви

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Bensin V.M.* Russian Orthodox Church In Alaska 1794–1967. N.Y., 1967.
2. История Русской Америки (1732–1867). В 3-х томах / Отв. ред. Болховитинов Н.Н. Т. 1: Основание Русской Америки, 1732–1799. М.: Международные отношения, 1997.
3. Русские открытия в Тихом океане и Северной Америке в XVIII в. / Под ред. Андреева А.И. М.: Гос. изд-во геогр. лит-ры, 1948.
4. Русские экспедиции по изучению северной части Тихого океана в первой половине XVIII в. / Сост. Фёдорова Т.С. и др. М.: Наука, 1984.
5. Русские экспедиции по изучению северной части Тихого океана во второй половине XVIII в. Сборник документов. М.: Наука, 1989.
6. *Климент (Капалин), митрополит.* Русская Православная Церковь на Аляске до 1917 года. М.: ОЛМА Медиа Групп, 2009.
7. *Болховитинов Н.Н.* У истоков православия в Северной Америке (середина XVIII века — 1794 год) // Американский ежегодник 1993 г. М.: Наука, 1994.
8. *Смолич И.К.* История Русской Церкви, 1700–1917. В 2-х частях / Пер. с нем. Ч. 1. М.: Издательство Спасо-Преображенского Валаамского монастыря, 1996.
9. *Марков С.* Русские на Аляске. М.: Военное изд-во Наркомата обороны СССР, 1946.
10. *Orthodox America 1794–1976: development of the Orthodox Church in America / Ed. Tarasar C.J.* N.Y.: Syosset, 1975.
11. АВПРИ. Ф. 341. Оп. 888. Д. 23.
12. *Тихменев П.А.* Историческое обозрение образования Российско-американской компании и действий её до настоящего времени / Сост. Тихменев П.А. В 2-х частях Ч. 1. СПб.: Типография Э. Веймара, 1861.
13. *Макарова Р.В.* Русские на Тихом океане во второй половине XVIII в. М.: Наука, 1968.
14. *Берх В.Н.* Хронологическая история открытия Алеутских островов, или Подвиги российского купечества. СПб.: Типография Н. Греча, 1823.
15. *Берг А.С.* Открытие Камчатки и экспедиции Беринга. М.—Л.: Изд-во АН СССР, 1946.
16. РГАДА. Ф. 7. Оп. 2. Д. 2539.
17. *Климент (Капалин), митрополит, Петров А.Ю., Ермолаев А.Н.* Документы по истории Русской Америки и российско-американским отношениям в государственных архивах Тюменской области // Американский ежегодник 2011 г. М.: Весь мир, 2011.
18. *Сарычев Г.А.* Путешествие флота капитана Сарычева по Северовосточной части Сибири, Ледовитому морю и Восточному океану, в продолжение осьми лет, при Географической и Астрономической морской Экспедиции, бывшей под начальством Флота Капитана Биллингса (1785–1793). В 2-х частях. СПб.: Типография Шнора, 1802.
19. РГАДА. Ф. 199. Оп. 2. Д. 742.

РАЗМЫШЛЕНИЯ  
НАД НОВОЙ КНИГОЙ

DOI: 10.7868/S0869587313090053

ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННЫЕ СВЯЗИ МЕЖДУ ПРОЦЕССАМИ  
В ПРИРОДЕ И ОБЩЕСТВЕ

Опубликован пятый том междисциплинарного «Атласа временных вариаций»\*. Он посвящён памяти трёх замечательных учёных — Григория Александровича Гамбурцева, Алексея Андреевича Ляпунова и Сергея Петровича Капицы.

В 2013 г. исполнилось 110 лет со дня рождения Г.А. Гамбурцева. Это был геофизик широкого профиля, директор Геофизического института АН СССР, впоследствии Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, один из основателей сейсмических методов разведки полезных ископаемых в нашей стране, прежде всего нефтяных и газовых месторождений. После Ашхабадского землетрясения 1948 г. усиленно занимался проблемой прогноза таких природных явлений, создал широкую междисциплинарную программу по изучению подготовки очага землетрясений, прогнозу места, силы и времени их протекания, привлёк к решению этой проблемы учёных разных специальностей не только из Москвы и Ленинграда, но и других городов России, а также из районов, особенно подверженных силе подземных стихий. Гамбурцев считал необходимым изучать проблему комплексно, всесторонне, с позиций математики, физики, геологии, географии, с помощью развития теории процесса подготовки землетрясений, моделирования процессов. Представляется, что он одобрил бы идею Атласа и сильно продвинул решение проблемы прогноза.

В сентябре 2011 г. исполнилось 100 лет со дня рождения замечательного учёного-математика и энциклопедиста А.А. Ляпунова. Несмотря на чрезвычайную занятость, он профессионально интересовался вопросами геологии, геофизики, географии, биологии, был в стане борцов с дремучей лысенковщиной. О Ляпунове написано много книг, его считают отцом отечественной кибернетики и программирования, зачинателем создания математических школ.

В 2012 г. ушёл из жизни С.П. Капица — учёный и выдающийся популяризатор науки. Он проявил к изданию Атласа большой интерес и написал для второго тома статью «Рост населения Земли и его

цикличность». Выступая на презентации двух первых томов Атласа, он сказал: «...В современной науке нет крупных обобщений, нет крупного интегративного взгляда на природу. В конце концов, каждому человеку, да и лицам, принимающим решения, важны не конкретные данные по той или иной области, а важны рекомендации по каким-то общим картинам. У нас по существу нет серьёзного методологического анализа того, как проводить, организовывать и, главное, реализовывать такие междисциплинарные исследования. Это ещё один урок, помимо того положительного содержания, которое имеется в этих атласах, который можно из него извлечь. Прямой выход этой работы — то, что она влияет на общественное сознание и на образование».

Авторы пятого тома исследуют динамику процессов в природе и обществе, динамику медицинских и некоторых гуманитарных (экономических, культуроведческих) показателей, выявляют не всегда очевидные, порой неожиданные причинно-следственные связи между процессами. Здоровье и качество жизни людей в значительной степени определяются состоянием среды обитания, которая дала человеку жизнь и возможность пользоваться благами природы, культуры и науки, но в то же время служит источником опасности. Реакции на внешние воздействия различных категорий населения да и просто отдельных людей могут быть сугубо индивидуальными и изменчивыми во времени.

Режимы изменения медицинских и других показателей зависят от множества факторов, большинство из которых есть результат взаимодействия природных, технических и социальных систем. Динамика этих показателей характерна переменной полиритмичностью и избирательной реакцией конкретного объекта на внешние воздействия. Возможно синхронное влияние двух или нескольких сильных факторов, например, изменения атмосферного давления, геомагнитной активности, неприятности у человека дома и на работе. Кроме этого, нелинейные системы могут характеризоваться неадекватной реакцией на внешние импульсы, в частности парадоксально сильным откликом на слабые воздействия извне.

\* Атлас временных вариаций природных, антропогенных и социальных процессов. Т. 5. Человек и три окружающие его среды. М.: Янус-К, 2013. 720 с.

Всё это нашло отражение в пятитомном “Атласе временных вариаций”, который можно рассматривать как результат большого и разностороннего междисциплинарного исследования. Издание интересно тем, что в нём анализируются и сопоставляются данные по фактической динамике самых разных процессов — естественных, социальных и техногенных [1–5]. Все публикуемые сведения основаны на долговременных измерениях многих параметров, свидетельствующих о динамике процессов в природе и обществе и влияющих на биосферу и человека.

В 2000 г. в журнале “Вестник РАН” была опубликована статья [6] о вышедших к тому времени двух томах Атласа (1994, 1998). Вместе с третьим, изданным в 2002 г., они содержали материалы по временным вариациям процессов, происходящих в природе (в космосе и во всех земных природных сферах) во временном диапазоне от миллисекунд до сотен миллионов лет. Рассмотрены также некоторые процессы в социуме, относящиеся к медицине, экономике, культуре, техногенной сфере. Изданный в 2009 г. четвёртый том и недавно появившийся пятый имеют одно и то же главное направление и подназвание: “Человек и три окружающие его среды” (речь идёт о природной, антропогенной и социальной средах). Данное направление больше всего связано с нашей жизнью, нынешними возможностями и устремлениями, и, конечно, с опасностями и рисками, поэтому на него обращено особое внимание.

При подготовке Атласа ставились две основные цели: выявить причинно-следственные связи между процессами в природе и обществе и продвинуться в научном прогнозировании будущих процессов и явлений. Составители и авторы работали над решением следующих задач: определить основные свойства динамики процессов в природе, обществе и отдельно взятом индивидууме, установить их сходства и различия, рассмотреть вопрос о воздействиях на природные и общественные объекты, а также на отдельного человека со стороны окружающих сред и реакцию этих объектов на внешние воздействия. Мы частично касались этих тем, в том числе, сформулировали нынешние представления о динамике процессов в окружающих средах [7]. В целом эти задачи сложны и многоплановы, сейчас решена лишь малая их часть.

Работу над Атласом проводил большой неформальный коллектив, связанный общими интересами — поиском связей между процессами, протекающими в разных средах, окружающих нас, и в нас самих. Представляется, что широкое и детальное сопоставление различных фактических данных в названном направлении проводится впервые. В результате установлены некоторые причинно-следственные связи между процессами в природной, антропогенной и социальной

средах и человеком — его здоровьем, медицинскими и другими гуманитарными показателями. Главное препятствие в раскрытии таких связей и в прогнозировании будущих процессов и явлений состоит в том, что существует много источников воздействий и в большинстве случаев свойства, характер внешних воздействий и способности объекта к их восприятию изменяются во времени. Поэтому необходимо проводить системный комплексный эколого-медицинский мониторинг.

В четвёртом и пятом томах Атласа больше внимания уделено анализу современных или близких к нам по времени процессов длительностью примерно от одних суток и недели до 100–150 лет. Это позволяет искать корреляционные и причинно-следственные связи между процессами, воздействующими на биосферу, общество и человека, и иными, которые можно считать реакцией на такие воздействия. Есть и более сложные варианты, например, влияние одной части общества на другую или влияние индивидуума (тирана или террориста) на общество и на отдельных людей. Подобные поиски ведутся многими авторами, но в большинстве случаев они ограничиваются исследованием связей между отобранными парами соответствующих параметров, например, геомагнитная активность — сердечно-сосудистое заболевание. Причиной заболеваний является стресс (будем здесь говорить о дистрессе) внешнего происхождения, влияющий на людей, различающихся по полу, возрасту, состоянию здоровья. Источников стресса множество, масштаб и сила их воздействия разные. Имеются в виду не те воздействия, которые непосредственно убивают или ранят людей (землетрясения, цунами, войны, транспортные катастрофы, техногенные аварии), а те, которые влияют на психику, сердечно-сосудистую систему и другие органы человека и вызывают разрушающий стресс и/или негативные изменения в этих органах и системах.

Пятый том состоит из двух больших разделов. В первом помещены данные и результаты обработки временных рядов процессов, протекающих в природных сферах: в космосе (гео- и гелиомагнитные индексы, лунно-солнечные приливы и отливы, скорость вращения Земли), атмосфере (метеорологические показатели, содержание озона, загрязнений в атмосфере, исследования ледовых кернов Антарктиды, данные дендрохронологии и т.д.), литосфере (сейсмичность и сейсмические шумы, вулканизм, уровень подземных вод), гидросфере (изменения уровня воды в океанах, морях и озёрах).

Судя по всему, сейчас Земля пребывает в активной фазе очередного цикла своего развития. В книге показано, что в результате усиления тектоно-магматической активности происходит положительное нарастание теплосодержания водной массы Мирового океана, оно вызывает про-

гессирующее развитие процессов глобального водообмена, определяющих рост глобального потепления воздушной оболочки, увеличение количества влаги в атмосфере, рост облачности и атмосферных осадков, активное таяние ледникового покрова и ускоряющееся повышение морского уровня. Приведены подробные данные о динамике гео- и гелиомагнитных показателей, скорости вращения Земли в разных временных масштабах и с разными периодами отсчёта — от суток до десятков лет. На фоне глобальных изменений происходят локальные во времени события: землетрясения с последующими цунами (Индонезия, Япония), неожиданное выпадение снега в жарких странах, аномально жаркое лето 2010 г. в европейской части России, наводнения, засухи и т.д. Делаются сопоставления и находятся корреляционные связи между такими процессами, как гео- и гелиомагнитная активность, с одной стороны, и сейсмическая и вулканическая активность — с другой.

Во втором разделе приведён подробный анализ временных рядов медицинских показателей, полученных из различных источников. Среди этих данных выделим ряды числа вызовов скорой помощи (ВСП) в Москве и Казани в течение ряда лет с суточным опросом; физиологические параметры отдельных людей — здоровых и больных разного возраста и пола. Проведён сопоставительный анализ рядов медицинских показателей с рядами различных параметров — природных, природно-техногенных и социальных — и установлены некоторые причинно-следственные связи, которые можно считать бесспорными. Обработано много временных рядов ВСП с суточным опросом за период с апреля 2006 г. по октябрь 2011 г. Рассмотрено влияние смены сезонов, аномально жаркого лета 2010 г. и дней недели на число ВСП в Москве по случаям многих распространённых заболеваний [8, 9]. Проанализировано также влияние праздничных дней, связанных со встречей Нового года и Рождества, на число ВСП. С очень большой вероятностью можно говорить о причинах годового ритма числа ВСП для целого ряда заболеваний. Причины кроются в смене сезонов, причём в Москве, в условиях континентального климата, разница между зимой и летом особенно велика. Зимой (в меньшей степени весной и осенью) наблюдаются быстрые, сильные и контрастные по сравнению с летом изменения величин этих параметров (например, атмосферное давление может быстро измениться на 30 ГПа и более). Как показано в ряде работ, в том числе в [5, 6], в период сравнительно небольших и быстрых (например, в течение суток) изменений атмосферного давления более, чем 10 ГПа, люди чаще вызывают скорую помощь. Как показано в [6], разница между числом летних и зимних вызовов скорой

помощи не может быть объяснена выездом москвичей летом в связи с отпусками. Известно, что в России и других странах Европы смертность в зимнее время выше, чем в летнее (чаще случаются и такие тяжёлые заболевания, как инсульт или инфаркт миокарда). Если бы эта печальная статистика объяснялась какими-то космическими или глобальными причинами, влияющими на динамику процессов, протекающих на всей планете, то в Южном полушарии наблюдалась бы такая же картина, как в Северном. Однако ряды смертности в Южном полушарии антикоррелированы с соответствующими рядами в Северном полушарии (то есть смертность в Южном полушарии выше тогда, когда там зима, а у нас лето).

Годовой ритм наблюдается не для всех заболеваний и не у всех возрастных групп. Между зимними и летними вызовами скорой помощи есть разница, она увеличивается с возрастом пациента. Заметим, что многие заболевания вообще не имеют годового ритма, значит, годовой (сезонный) ритм нельзя объяснить отъездом людей из Москвы в летнее время. Начата работа по исследованию особенностей динамики вызовов в разные дни недели. Дело в том, что по результатам обработки трёх больших массивов данных у всех без исключения рядов ВСП, с которыми мы имели дело, обнаружены недельный и полунедельный ритмы. То же можно сказать и о других массивах данных по ВСП, полученных в разные годы.

*О системном подходе к исследованию связей между процессами.* По силе воздействия на человека и биосферу внешние негативные процессы можно условно разделить на три группы: сильные, средние и слабые. К сильным следует отнести события в биосфере, влияющие на жизнь Земли и биосферы в целом. Из природных событий это падения астероидов и больших метеоритов, периоды оледенений и т.д. — всё, что ведёт к уничтожению биоты или её части; из антропогенных событий — ядерная война. К процессам средней силы отнесём те, которые оказывают заметные воздействия на жизнь регионов Земли: природные — землетрясения, оползни, сели, наводнения, эпидемии; антропогенные и природно-техногенные — локальные войны, террористические акты, в том числе на особо ответственных объектах (башни-близнецы в Нью-Йорке), аварии на АЭС (Чернобыль, Фукусима) и ГЭС, миграции населения, разрушение цивилизаций. Слабые процессы — те, которые оказывают некоторое, как правило, незначительное, влияние на состояние и настроение большинства людей: природные — изменения погоды (температура воздуха, атмосферное давление, влажность), гео- и гелиомагнитного поля, приливы и т.д.; антропогенные и социальные — питание, медицинское обслуживание, место проживания, транспортные проблемы, электрические, магнитные и радиоактивные поля,

вибрации, другие шумы, техногенные загрязнения, воздействия со стороны общества (СМИ, участие в общественной жизни, взаимоотношения людей на разных уровнях). В Атласе внимание уделяется в основном слабым воздействиям и отчасти средним.

В обоих разделах пятого тома имеются обзорные главы, посвящённые комплексам вопросов, в частности, связанных с динамикой явлений в области сейсмологии, вулканизма, климата, гидрологии, гео- и гелиомагнитной активности, с хрономедициной и биоритмологией, проблемами совместного рассмотрения медицинских и геофизических параметров, медицинских, метеорологических и некоторых социальных показателей (под медицинскими показателями здесь понимаются физиологические параметры и число вызовов скорой помощи).

В книге анализируются процессы-воздействия, происходящие в природе и в обществе. Системное сопоставительное изучение динамики процессов в природе, обществе и в организме отдельно взятого человека важно потому, что оно позволяет определить многие пока неясные причинно-следственные и часто многоступенчатые связи, помогает продвинуться в прогнозировании будущих событий и явлений. Динамика процессов в природе изменчива и зависит от множества изменяющихся же причин, в том числе от человеческой активности, причём решающую роль способно сыграть какое-то одно, часто слабое воздействие или группа синхронных воздействий, которые могут иметь катастрофические последствия. Динамика процессов в обществе так же, как и в природе, изменчива и разнообразна. При этом не следует забывать, что человек является не только объектом, испытывающим посторонние влияния, но он и сам влияет на свою жизнь. Как сказал один остроумец, «человек — сам кузнец своего несчастья». Самочувствие и здоровье, качество жизни зависят от таких факторов, как генетика, характер человека, его темперамент, образ жизни, воспитание, окружение, внимание к своему здоровью, вся предыдущая жизнь, включая младенчество, а также сиюминутные случайные воздействия. Эти же качества индивидуума влияют на других людей, и ясно, что чем сильнее воздействующая личность, тем большее влияние на людей она оказывает.

*Различия между динамикой процессов в природе и обществе.* О динамике процессов в природе и обществе писал И. Пригожин: «В физике и химии “события” — это бифуркации... Если проследить за траекторией системы, может оказаться, что в каких-то ситуациях траектория становится всё менее устойчивой и распадается на множество новых траекторий. По какой из этих ветвей пойдёт система — предугадать невозможно. Малей-

шая флуктуация может определить будущее миллиардов частиц, организуя их на надмолекулярном уровне. Так вот, верна и обратная аналогия, человеческую историю можно рассматривать как последовательность бифуркаций, и это не просто естественно-научная метафора...» [10].

Ход истории определяется развитием и деятельностью (созидающей и разрушающей) народов, значительными в историческом масштабе личностями, событиями, которые происходят при определённых природных условиях, причём наряду с увеличением продолжительности жизни (с развитием медицины и цивилизации) совершенствуются способы массовых убийств.

Ход естественной истории Земли до сих пор определяется природными событиями, но дело идёт к тому, что народы и личности будут творцами не только истории человечества, но и истории Земли. Однако вряд ли можно надеяться на то, что построение ноосферы — дело обозримого будущего. Человек с его наклонностями, далёкими от идеала, уже строит то, что является антиподом ноосферы. Академик Г.А. Заварзин назвал это какосферой [11]. В ней природа изменена деятельностью человека настолько, что это привело к искажению природных связей, к дисгармонии и ограничению способности к восстановлению. С действием какосферы в природе связано глобальное изменение химического состава атмосферы и усиленное вследствие парникового эффекта изменение климата. Имеют место многоэтапные антропогенные воздействия, приводящие к экологическим катастрофам, которые сказываются на здоровье людей, экономике, сельском хозяйстве. Самый яркий пример — воздействие человека на природные системы: возведение АЭС в сейсмоактивном районе в случае землетрясения или ошибки, допущенной строителями, грозит разрушением станции, гибелью людей и радиоактивным заражением местности. Логическим продолжением концепции какосферы являются негативные социальные процессы и их порой далеко не очевидная взаимосвязь. Например, на протяжении многих лет в сентябре каждого года количество криминальных событий в Москве увеличивалось по сравнению с августом, что объяснялось массовым возвращением людей из отпусков. Однако осенью 2000 г. роста преступлений отмечено не было, что связывают с пожаром на Останкинской башне: многие меньше смотрели телевизор и временно стали менее агрессивными. После ремонта башни в сентябре вновь стало отмечаться повышение уровня криминогенности. Таким образом, динамика общественных событий, связанных с поведением людей, часто бывает ещё менее предсказуема, чем динамика природных явлений.

Чтобы прогнозировать развитие процессов, событий и явлений в будущем, необходимо проводить их комплексный, системный мониторинг.

Несколько слов о возможностях прогнозирования. Есть процессы и события, которые легко прогнозируются. Так, со 100%-ной вероятностью мы прогнозируем смену дня и ночи, зимы и лета, с высокой степенью вероятности — жаркие дни летом в пустыне Сахара. Однако явления, близкие к случайным, предвидеть очень непросто. Это касается, например, изменения уровня Каспийского моря, сильное падение которого отмечалось в 1933—1940 гг. (на 1.7 м), а с 1977 г. начался его подъём. В течение долгого времени шёл процесс высыхания Каспийского моря; прогнозов составлялось много, и они были неутешительными. Прав был академик Л.С. Берг, считавший, что современное понижение уровня Каспийского моря есть один из эпизодов, какие за последние 2000 лет здесь уже бывали: уровень моря понижался, чтобы затем повыситься [12]. Действительно, на уровень Каспия влияют многие факторы — тектонические, метеорологические, гидрологические, антропогенные, и дать правильный прогноз сложно или даже невозможно.

В России и за рубежом уже давно изучается вопрос о предсказании землетрясений. Такая задача была поставлена в нашей стране более 60 лет назад, после Ашхабадского землетрясения, но, к сожалению, случаи правильного прогноза можно пересчитать по пальцам. Территория Японии — самая сейсмически опасная, однако сейчас в стране больше внимания уделяется сейсмостойкому строительству, чем прогнозированию землетрясений.

Мы знаем, что прогнозирование многих общественных явлений и событий бывает очень сложным, часто оно сопряжено с существенными ошибками. В ряде случаев процессы в обществе вызваны волей определённых групп людей или отдельных личностей, поэтому порой их гораздо труднее предугадать, чем природные. Нападение Германии на СССР в 1941 г. — пример легко предсказуемого события, а падение Берлинской стены, вывод российских войск из Афганистана, избрание президентом США афроамериканца — это уже примеры событий, которые трудно было бы спрогнозировать.

*Реакция человека на внешние воздействия.* Итак, мы знаем, что на человека одновременно оказывают воздействие многие факторы. Эти воздействия переменны во времени. Реакция на них зависит от множества обстоятельств, среди которых сила и продолжительность воздействия, например, метеофакторов, различного рода загрязнений атмосфер, гидросферы, почв, а также социальных факторов, таких, как экономические кризисы, потеря человеком трудоспособности или жилья.

Многое зависит от восприятия человеком внешних воздействий. Большая часть материалов пятого тома Атласа касается вопросов заболевае-

мости людей, можно сказать, континентов людей. Это означает, что мы можем судить о каких-либо зависимостях лишь в рамках общих (не индивидуальных) особенностей восприятия внешних воздействий, к которым относятся пол, возраст, образ жизни, пагубные пристрастия и т.д. В то же время большую роль играют индивидуальные качества человека — наследственность, физическое и психическое здоровье, ум, степень нравственности и порядочности, привычки, темперамент, ранимость, впечатлительность, внушаемость, мера активности, лабильность и т.д. Некоторые из них постоянно меняются по мере старения, возникновения новых жизненных ситуаций и т.д. (Известно также, что индивидуальны, уникальны не только люди, но и животные.) При социализме человек, хотя и “звучал гордо”, считался всего лишь *винтиком* и обычно не был первичным — первичным был *класс*, хотя и в то время не отрицалось, что у человека есть индивидуальные свойства. Сейчас человек и семья становятся выше класса, и можно сказать, что люди возвращаются к библейским ценностям, понятно, что не все и не всегда.

Сделаем ещё одно замечание. Известно (и показано ещё раз в пятом томе Атласа), что реакция человека на влияние извне переменна во времени — как в пределах года и десятков лет, так и в пределах часов и суток. Когда человек пребывает в юношеском возрасте и полон здоровья, он, как правило, не обращает внимания на метеоситуацию. Пожилые люди становятся метеозависимыми и с тревогой воспринимают прогноз погоды и гелиомагнитных возмущений. Каждый человек по-своему реагирует на происходящие возмущения, причём в зависимости от своего психического и физического состояния он в разное время может по-разному откликаться на одинаковые метеопроцессы. Что можно сделать, чтобы хорошее здоровье и комфортность нашей жизни были в порядке вещей и обеспечены нам на долгие годы? Прежде всего нужно заботиться о себе, своём окружении, и не только ближайшем. Формулировки десяти заповедей Моисея, Нагорной проповеди Христа и семи смертных грехов дают ключ к улучшению качества жизни и здоровья людей.

Авторы Атласа постарались продвинуться в раскрытии и понимании причинно-следственных связей между природными и социальными явлениями — этому посвящены многие главы, в частности, большая сопоставительная глава, где высказались авторы, представляющие разные научные направления, и, как нам кажется, достигли консенсуса, хотя до полного понимания ещё далеко. Однако следует сказать, что вопросы связей между внешней средой и здоровьем и качеством жизни человека освещены в Атласе не в одинаково-

вой степени, а некоторые связи и вовсе не раскрыты.

*Атлас в контексте современности.* Идея Атласа зародилась в Институте физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН после проведения длительного (1977–1984) сейсмического мониторинга литосферы в Южном Таджикистане в рамках исследований в области прогноза землетрясений [13]. Были получены интересные результаты, которые привели нас к мысли о необходимости междисциплинарных научных исследований динамики различных процессов в природной, антропогенной и социальной сферах во времени. Этому способствовало также то, что мы, академические геофизики, потеряв в ходе перестройки в стране возможность проводить масштабные научные экспедиции и получать экспериментальный материал, теперь можем более тщательно подойти к анализу ранее полученных материалов и делать важные выводы. Всё это послужило толчком к междисциплинарным исследованиям и созданию Атласа.

Поначалу несколько смущала ситуация, связанная с тем, что геофизики вроде бы взялись не за своё дело, но их инициативу поддержали ведущие учёные страны: О.Г. Газенко, А.О. Глико, Н.П. Лавёров, Н.Н. Моисеев, Д.В. Рундквист, Б.А. Рыбаков, В.Е. Хаин, В.А. Черешнев, А.Л. Яншин. Состоялось несколько презентаций томов Атласа, получены отзывы от многих учёных, в том числе в журналах “Вестник РАН”, “Природа”, “Ломоносов”, “Химия и жизнь” и др. В 2006 г. работа в заданном направлении удостоена премии Правительства РФ, а в 2009 г. — национальной экологической премии “Экомир”. Все пять томов поддержаны издательскими грантами РФФИ. В 1997 г. две Межведомственные комиссии Совета безопасности Российской Федерации приняли решение “О проведении эколого-медицинского мониторинга в регионах с неблагоприятной средой обитания”. Прошло внедрение ряда разработок в промышленность и в учебный процесс, однако оно имеет не тот масштаб, о котором можно было бы говорить. Системного междисциплинарного междоуведомственного мониторинга здоровья человека и биосферы и влияющих на них факторов до сих пор нет. Хочется надеяться, что время такого мониторинга наступит. Кроме того,

имеет смысл вести системный мониторинг и разрабатывать подобные атласы для отдельных регионов, например, для Москвы и для Европейского Севера России.

*А.Г. ГАМБУРЦЕВ,  
доктор физико-математических наук*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Атлас временных вариаций природных процессов. Т. 1. Порядок и хаос в литосфере и других сферах. М.: ОИФЗ РАН, 1994.
2. Атлас временных вариаций природных, антропогенных и социальных процессов. Т. 2. Циклическая динамика в природе и обществе. М.: Научный мир, 1998.
3. Атлас временных вариаций природных, антропогенных и социальных процессов. Т. 3. Природные и социальные сферы как части окружающей среды и как объекты воздействий. М.: Янус-К, 2002.
4. Атлас временных вариаций природных, антропогенных и социальных процессов. Т. 4. Человек и три окружающие его среды. М.: ИФЗ РАН, 2009.
5. Атлас временных вариаций природных, антропогенных и социальных процессов. Т. 5. Человек и три окружающие его среды. М.: Янус-К, 2013.
6. Гамбурцев А.Г., Александров С.И., Олейник О.В. Атлас временных вариаций // Вестник РАН. 2000. № 8.
7. Черешнев В.А., Гамбурцев А.Г., Бреус Т.К. Человек и три окружающие его среды // Вестник РАН. 2007. № 7.
8. Гамбурцев А.Г., Сигачёв А.В. Динамика вызовов скорой помощи Москвы за последние пять лет // Вестник РАН. 2012. № 5.
9. Черешнев В.А., Гамбурцев А.Г., Сигачёв А.В. Динамика биосферных процессов и её отражение в структуре вызовов скорой помощи // Человек. 2012. № 4.
10. Пригожин И.Р. Детерминизма нет ни в обществе, ни в природе // <http://gtmarket.ru/laboratory/expertize/2006/876>
11. Заварзин Г.А. Антипод ноосферы // Вестник РАН. 2003. № 7.
12. Берг Л.С. Очерки по истории русских географических открытий. М.—Л.: Изд-во АН СССР, 1946.
13. Гамбурцев А.Г. Сейсмический мониторинг литосферы. М.: Наука, 1990.

DOI: 10.7868/S0869587313090120

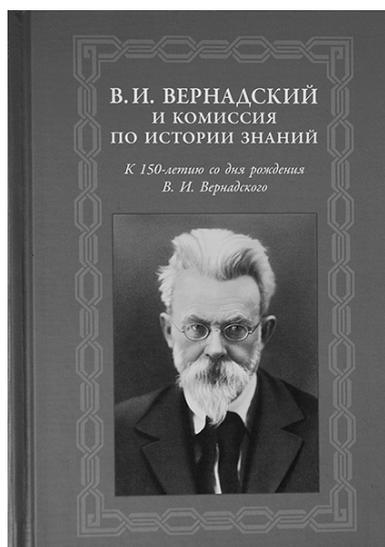
## В.И. ВЕРНАДСКИЙ И КОМИССИЯ ПО ИСТОРИИ ЗНАНИЙ

(К 150-летию со дня рождения В.И. Вернадского).

Сборник статей и документов.

Отв. ред. Ю.М. Батурин; ред.-сост. В.М. Орёл, Г.И. Смагина.

М.—СПб.: Росток, 2013. 608 с.



В наше время всё ещё недостаёт научных изданий о становлении истории науки, этапах её развития, особенностях национальных историко-научных школ и их лидерах. В значительной мере это относится и к формированию отечественной школы истории науки и техники как самостоятельной научной дисциплины. Признанным лидером и организатором исследований российских учёных по истории научных знаний в начале 1920-х — конце 1930-х годов был академик Владимир Иванович Вернадский. К его 150-летию приурочено издание рассматриваемой монографии. По воспоминаниям современников и записям его дневников, Вернадский любил говорить, что он, в сущности, историк науки. Для такой самооценки учёного имеется достаточно оснований: история науки в творчестве Вернадского играла большую роль, можно сказать, была постоянной спутницей практически всех его научных трудов и философских размышлений. Перу Вернадского, как отмечается в предисловии рецензируемой книги (с. 4),

принадлежит более 40 специальных историко-научных работ — монографий, статей и очерков. Добавим к этому такую распространённую в трудах учёного форму исторического исследования описываемой эпохи, как примечания, — сведения о мало известных или вовсе неизвестных даже специалистам учёных из глубины веков и близкого нам времени. Только в одной знаменитой “Геохимии” Вернадского приводится более 1100 примечаний, в большинстве своём составленных на основе историко-научных источников и представляющих краткие характеристики личности и творчества отдельных учёных [1].

Обращаясь к рецензируемой книге, следует отметить её хорошо продуманную структуру и отбор обширного историко-научного и справочно-информационного материала. Книга состоит из двух крупных частей: классических работ В.И. Вернадского по истории науки, его очерков в память коллег и ближайших соратников по Комиссии по истории знаний, написанных в период её организации и становления (1921–1930), и трудов по истории науки членов комиссии. Но, по существу, есть и третья, точнее, первая, неназванная, вводная часть, без которой монография утратила бы многие свои привлекательные черты и стала бы очередным, без сомнения, добротным, сборником для узкого круга специалистов. В неё входят предисловие и весьма обстоятельная вступительная статья “Роль В.И. Вернадского в организации и становлении Комиссии по истории знаний”. Вводная часть, написанная ёмко и выразительно известными историками науки доктором экономических наук В.М. Орлом и доктором исторических наук Г.И. Смагиной, имеет самостоятельное значение и даёт возможность яснее понять исторические реалии того трудного для страны и науки времени, когда в Академии наук в период “от Комиссии до Института” создавалась и успешно работала первая в России ячейка по изучению истории научных знаний. Люди трудились

в обстановке усиливающихся идеологизации и большевизации, чисток и репрессий, работали без каких-либо денежных оплат, “совсем даром для нашей Академии”, как говорил В.И. Вернадский в обоснование значимости работ комиссии и необходимости их продолжения.

Говоря о важном значении этой части книги, хотелось бы подчеркнуть, что именно в ней (и только в ней) читатель найдёт строго документированное изложение основных исторических вех развития Комиссии по истории знаний — от её создания 14 мая 1921 г., затем в 1922 г. приостановления работы в связи с длительной зарубежной командировкой В.И. Вернадского и восстановления деятельности 14 ноября 1926 г. до преобразования её в Институт истории науки и техники (ИИИТ) 28 февраля 1932 г. Под руководством его первого директора академика Н.И. Бухарина институт просуществовал до февраля 1938 г. После ареста и расстрела Бухарина, а затем после ареста и расстрела в 1938 г. следующего директора академика В.В. Осинского (настоящая фамилия Оболенский) институт был закрыт. Жертвами репрессий стали ещё несколько сотрудников ИИИТ, не принявших марксистскую идеологию применительно к историко-научной методологии. Авторы предисловия и вступительной статьи, опираясь на архивные источники, восстанавливают дальнейший извилистый путь многострадального академического историко-научного подразделения: “После закрытия ИИИТ руководство Академии наук стремилось сохранить работы по истории науки; в 1938 г. была создана Комиссия по истории Академии наук, в 1944 г. — комиссия по истории техники, по истории физико-математических наук и истории химии, в 1944 г. — Институт истории естествознания (ИИЕ), в 1953 г. на базе Института истории естествознания и Комиссии по истории техники был образован Институт истории естествознания и техники АН СССР (ИИЕТ), в 1990 г. Институту присвоено имя академика С.И. Вавилова” (с. 10).

В предисловии авторы-составители приводят ещё один факт из истории правопреемника Комиссии по истории знаний: «28 февраля 2012 г. Институт истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН торжественно отметил своё 80-летие. Это стало возможным после постановления Президиума РАН № 272 от 13 декабря 2011 г., в котором записано следующее: “Считать датой создания Учреждения Российской Академии наук Института истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН 28 февраля 1932 г.”» (с. 3).

Заключительным аккордом в современной истории организации историко-научных исследований, прозвучавшим уже после выхода в свет рецензируемой книги, явилось постановление Президиума РАН от 23 апреля 2013 г. (по обращению Учёного совета ИИЕТ РАН) о возвращении ин-

ституту его исторического названия — Институт истории науки и техники им. С.И. Вавилова РАН, с утверждением новых, расширенных направлений научной деятельности. Одновременно образован Национальный комитет по истории науки и техники, включающий ряд тематических историко-научных секций.

«В связи с юбилейными событиями, — отмечают авторы предисловия, — проявился заметный интерес ко всем учреждениям и отдельным периодам в истории Института, в том числе и к деятельности Комиссии по истории знаний — знаменитой предшественницы “бухаринского” Института истории науки и техники АН СССР. Вот тогда и возникла идея в связи со 150-летием со дня рождения Владимира Ивановича Вернадского (1863—1945) ... подготовить издание, куда войдут сочинения и материалы учёного по организации исследований по истории науки и историко-научные труды членов созданной им Комиссии по истории научных знаний» (с. 4).

Основная часть книги отведена историко-научным трудам В.И. Вернадского и его материалам по организации историко-научных исследований. Сюда включены три блока историко-научных работ, писем и документов. Первый составляют записки Вернадского о создании (1921) и необходимости возобновления (1926) Комиссии по истории знаний и две классические работы учёного по истории науки: “Мысли о современном значении истории знаний” (1926) и “Работы по истории знаний” (1927). Второй, обширный по объёму блок представляют письма, записки и документы, написанные Вернадским по различным вопросам организации историко-научных исследований в Академии наук. Среди них обращение учёного к В.Р. Менжинскому и в органы ОГПУ в защиту арестованного и отсидевшего трёхлетний срок в заключении учёного секретаря комиссии М.А. Блоха. Несмотря на сугубо документальный характер этих материалов (а, может быть, именно поэтому), они читаются с неослабевающим интересом. В них раскрывается поистине титанический труд Вернадского по созданию и организации деятельности единственного в России центра историко-научных исследований, высвечиваются новые грани личности гениального учёного как неустрашимого борца за правое дело, не только своё, которому отданы годы жизни, но и своих ближайших соратников и учеников. В этом блоке составители опираются на ими же подготовленный и опубликованный в 2003 г. сборник документов [2]. В третий блок рассматриваемой части книги вошли три статьи Вернадского, посвящённые памяти близких ему коллег по комиссии — академика А.П. Павлова, заместителя Вернадского по комиссии Э.Л. Радлова и учёного секретаря, одного из первых историков химии М.А. Блоха. Четвёртая статья посвящена

памяти академика К.М. Бэра в связи со 100-летием со времени выбора в члены-корреспонденты АН и 50-летием со дня смерти “одного из величайших естествоиспытателей, одного из самых замечательных людей прошлого, XIX, столетия и одного из создателей духовного уклада нашей Академии” (с. 191). Эта выдающаяся работа В.И. Вернадского, в которой дан глубокий анализ творчества К.М. Бэра и оценка его огромного вклада в развитие русской науки, неоднократно привлекала внимание естествоиспытателей XIX–XX вв. и современных историков науки [3].

Заключительная часть книги, озаглавленная “История науки в трудах членов Комиссии по истории знаний”, содержит 17 оригинальных историко-научных работ членов комиссии, внёсших значительный вклад в становление и развитие отечественной истории знаний. Представлены работы академиков А.А. Белопольского, Н.И. Бухарина, Н.И. Вавилова, С.И. Вавилова, П.П. Лазарева, В.Ф. Миткевича и С.Ф. Ольденбурга, а также 10 других учёных. В предисловии составители подробно приводят критерии отбора работ (разнообразие тематики с охватом естественных, гуманитарных и технических наук, разнообразие форм научной продукции, публикация в “Трудах” комиссии и “Очерках по истории знаний” и т.д.). Конечно, здесь неизбежен элемент личного вкуса и, возможно, некоторого научного пристрастия, но в целом отобраны действительно интересные работы, многие из которых практически неизвестны широкой научной общественности. От них трудно оторваться при первом знакомстве, невольно на ум приходят слова В.И. Вернадского: “...В прошлом слышится настоящее”. И в самом деле, практически все упомянутые здесь работы не потеряли своей актуальности, они ин-

тересны и сами по себе, и как крупницы истории науки. К сожалению, Н.И. Вавилов представлен, с нашей точки зрения, не очень выразительно, а ведь именно его Вернадский выделял в числе “незаменимых”. Не помешало бы и краткое заключение к книге.

Книга редакционно хорошо проработана и отлично издана. Нельзя не отметить со вкусом сделанные приложения и великолепно составленный подробный именной указатель. В целом рассматриваемый труд представляет плод серьёзной научной работы ответственного редактора и редакторов-составителей. Он предназначен для широких кругов научной и педагогической общест-венности, для нового поколения историков научного знания, для всех, кому дорога память о гениальном российском учёном, проложившем дорогу к созданию современных центров истории российской науки.

*А.Г. НАЗАРОВ,  
доктор биологических наук*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Вернадский В.И.* Очерки геохимии. 4-е (2-е русское) изд. М.—Л.: Горгонефтеиздат, 1934.
2. Комиссия по истории знаний. 1921–1932 гг. Из истории организации историко-научных исследований в Академии наук. Сб. документов / Сост. Орёл В.М., Смагина Г.И. СПб.: Росток, 2003.
3. *Назаров А.Г., Цуцкин Е.В.* Карл Максимович Бэр (1792–1876) / Отв. ред. Бабков В.В., Мочалов И.И. М.: Наука, 2008; *Мочалов И.И.* Карл Бэр и Владимир Вернадский: фрагменты жизненных сближений // I Академические Бэровские чтения. Сб. докладов / Гл. ред. Назаров А.Г. Отв. ред. Цуцкин Е.В. М.: Наука, 2010.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ  
ОТДЕЛ

ПРЕЗИДИУМ РАН РЕШИЛ

(апрель–май 2013 г.)

• Реорганизовать ФГБУ науки Институт социально-политических исследований РАН (ИСПИ РАН) путём присоединения к нему ФГБУ науки Института проблем международной безопасности РАН (ИПМБ РАН) с прекращением деятельности последнего в качестве юридического лица.

Поручить Отделению общественных наук РАН провести реорганизацию ФГБУ науки Института социально-политических исследований РАН в соответствии со статьями 57–60 Гражданского кодекса РФ.

Рекомендовать ИСПИ РАН создать в качестве структурного подразделения института Центр исследований военно-политических проблем России.

Контроль за выполнением постановления возложить на академика-секретаря Отделения общественных наук РАН академика **А.А. Кокошина**.

• Освободить академика **А.А. Кокошина** от должности директора ФГБУ науки Института проблем международной безопасности РАН по собственному желанию. Назначить кандидата экономических наук **А.М. Белолипецкого** исполняющим обязанности директора института на период реорганизации ФГБУ науки Института социально-политических исследований РАН путём присоединения к нему ФГБУ науки Института проблем международной безопасности РАН.

• На основании решения Комиссии Президиума РАН по оценке эффективности и совершенствованию структуры Российской академии наук и постановления Президиума ФГБУ науки Санкт-Петербургского научного центра РАН от 6 декабря 2012 г. № 31 Президиум РАН постановляет: ликвидировать ФГБУ науки Центр междисциплинарных исследований по проблемам окружающей среды РАН с прекращением его деятельности в качестве юридического лица. Ликвидацию центра поручить ФГБУ науки Санкт-Петербургскому научному центру РАН в соответствии со статьями 61–64 Гражданского кодекса РФ. Создать ликвидационную комиссию, председателем которой назначить академика **С.Г. Инге-Вечтомова**. Исполняющему обязанности директора центра доктору физико-математических наук **Ю.А. Пыху** уведомить регистрирующий орган о начале процедуры ликвидации. Председателю Президиума ФГБУ науки Санкт-Петербургского научного

центра РАН академику **Ж.И. Алфёрову** представить на утверждение в установленном порядке соответствующие изменения в Устав ФГБУ науки Санкт-Петербургского научного центра РАН. Передать материалы по инвестиционному проекту в правоохранительные органы.

Контроль за выполнением постановления возложить на вице-президента РАН академика **Ж.И. Алфёрова**.

• На основании решения Комиссии Президиума РАН по оценке эффективности и совершенствованию структуры Российской академии наук и постановления бюро Отделения физических наук РАН от 25 марта 2013 г. № 3/29 Президиум РАН постановляет: ликвидировать Центр нелинейных исследований при Институте теоретической физики им. Л.Д. Ландау РАН (Международный институт нелинейных исследований) с прекращением его деятельности в качестве юридического лица. Ликвидацию центра поручить провести Отделению физических наук РАН в соответствии со статьями 61–64 Гражданского кодекса РФ.

Контроль за выполнением постановления возложить на академика-секретаря Отделения физических наук РАН академика **В.А. Матвеева**.

• Утвердить состав Президиума ФГБУ науки Казанского научного центра РАН, избранный Общим собранием центра: академик **О.Г. Синяшин** – председатель; доктор физико-математических наук **А.А. Бухарев** (ФГБУ науки Казанский физико-технический институт им. Е.К. Завойского Казанского научного центра РАН) – заместитель председателя по научной работе; член-корреспондент РАН **Е.Е. Никольский** – заместитель председателя по научной работе; кандидат технических наук **Э.В. Шамсутдинов** – главный учёный секретарь; член-корреспондент РАН **И.С. Антипин**; доктор экономических наук **И.Р. Гафуров** (Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования Казанский (Приволжский) федеральный университет); доктор биологических наук **Т.А. Горшкова** (ФГБУ науки Казанский институт биохимии и биофизики КИЦ РАН); академик **А.Н. Гречкин**; член-корреспондент РАН **Д.А. Губайдуллин**; доктор физико-математических наук **А.М. Елизаров** (Казанский филиал ФГБУ науки Межведомственного суперкомпьютерного центра РАН); доктор физико-ма-

тематических наук **Р.Г. Зарипов** (ФГБУ науки Институт механики и машиностроения КНЦ РАН); доктор технических наук, член-корреспондент АН Республики Татарстан **В.П. Иванов** (ОАО «Научно-производственное объединение «Государственный институт прикладной оптики»»); доктор химических наук **А.А. Карасик** (ФГБУ науки Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова КНЦ РАН); доктор технических наук **А.М. Мазгаров** (АН Республики Татарстан); член-корреспондент РАН **В.Ф. Миронов**; кандидат технических наук **Г.Т. Осипов** (филиал ФГБУ науки КНЦ РАН Исследовательский центр проблем энергетики); академик **К.М. Салихов**; доктор физико-математических наук **В.Ф. Тарасов** (ФГБУ науки Казанский физико-технический институт им. Е.К. Завойского КНЦ РАН); академик **И.А. Тарчевский**; доктор технических наук **В.Н. Шлянников** (филиал ФГБУ науки КНЦ РАН Исследовательский центр проблем энергетики).

- Избрать академика **Ю.С. Пивоварова** директором ФГБУ науки Института научной информации по общественным наукам РАН сроком на пять лет.

- Избрать доктора экономических наук **М.М. Амирханова** директором ФГБУ науки Института природно-технических систем РАН сроком на пять лет.

- Утвердить в должности директоров институтов, объединяемых Сибирским отделением РАН, избранных Общим собранием СО РАН сроком на пять лет: члена-корреспондента РАН **Б.В. Базарова** – ФГБУ науки Институт монголоведения, буддологии и тибетологии СО РАН, на новый срок; члена-корреспондента РАН **Н.И. Воропая** – ФГБУ науки Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, на новый срок; доктора геолого-минералогических наук **Д.П. Гладко-чуба** – ФГБУ науки Институт земной коры СО РАН; доктора геолого-минералогических наук **М.Н. Железняк** – ФГБУ науки Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН; академика **Н.А. Колчанова** – ФГБУ науки Институт цитологии и генетики СО РАН, на новый срок; доктора физико-математических наук **В.А. Крутикова** – ФГБУ науки Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, на новый срок; члена-корреспондента РАН **В.А. Ламина** – ФГБУ науки Институт истории СО РАН, на новый срок; академика **Н.З. Ляхова** – ФГБУ науки Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН, на новый срок; доктора физико-математических наук **А.Г. Марчука** – ФГБУ науки Институт систем информатики им. А.П. Ершова СО РАН, на новый срок; доктора физико-математических наук **Г.Г. Матвиенко** – ФГБУ науки Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН, на новый срок; доктора филологических наук

**И.В. Силантьева** – ФГБУ науки Институт филологии СО РАН; академика **А.М. Шалагина** – ФГБУ науки Институт автоматизации и электрометрии СО РАН, на новый срок.

- Освободить академика **А.Л. Асеева** от должности директора ФГБУ науки Института физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН с 20 мая в связи с истечением срока трудового договора. За многолетнюю плодотворную научную и научно-организационную деятельность объявить Александру Леонидовичу Асееву благодарность.

Утвердить в должности директора ФГБУ науки Института физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН члена-корреспондента РАН **А.В. Латышева**, избранного Общим собранием СО РАН, с 21 мая сроком на пять лет.

- Освободить доктора физико-математических наук **С.А. Дзюбу** от должности директора ФГБУ науки Института химической кинетики и горения им. В.В. Воеводского СО РАН с 20 мая 2013 г. в связи с истечением срока трудового договора. За многолетнюю плодотворную научную и научно-организационную деятельность объявить Сергею Андреевичу Дзюбе благодарность.

Утвердить в должности директора ФГБУ науки Института химической кинетики и горения им. В.В. Воеводского СО РАН доктора физико-математических наук **В.А. Багрянского**, избранного Общим собранием СО РАН, с 21 мая 2013 г. сроком на пять лет.

- Освободить члена-корреспондента РАН **А.К. Тулохонова** от должности директора ФГБУ науки Байкальского института природопользования СО РАН с 3 апреля 2013 г. по собственному желанию. За плодотворную научную и научно-организационную деятельность объявить Арнольду Кирилловичу Тулохонову благодарность.

Назначить заместителя директора по научной работе ФГБУ науки Байкальского института природопользования СО РАН доктора географических наук **Е.Ж. Гармаева** исполняющим обязанности директора института с 4 апреля 2013 г. до избрания директора в установленном порядке.

- Утвердить доктора геолого-минералогических наук **А.П. Смелова** директором ФГБУ науки Института геологии алмаза и благородных металлов СО РАН сроком на два года.

- Назначить академика **А.Н. Скринского** исполняющим обязанности директора ФГБУ науки Института ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН с 26 апреля 2013 г. до избрания директора института в установленном порядке.

- Назначить заместителя директора по научной работе ФГБУ науки Геологического института СО РАН доктора геолого-минералогических наук **А.А. Цыганкова** исполняющим обязанности директора института до избрания директора в установленном порядке.

- Утвердить члена-корреспондента РАН **М.А. Гузева** директором ФГБУ науки Института прикладной математики ДВО РАН, избранного Общим собранием ДВО РАН, на новый срок (пять лет).

- Утвердить в должности директоров научных организаций, объединяемых Уральским отделением РАН, избранных Общим собранием УрО РАН на пять лет: доктора исторических наук **Е.Т. Артёмов** – ФГБУ науки Институт истории и археологии УрО РАН; доктора физико-математических наук **В.Г. Байдакова** – ФГБУ науки Институт теплофизики УрО РАН, на новый срок; члена-корреспондента РАН **В.Д. Богданова** – ФГБУ науки Институт экологии растений и животных УрО РАН; члена-корреспондента РАН **В.А. Демакова** – ФГБУ науки Институт экологии и генетики микроорганизмов УрО РАН, на новый срок; доктора исторических наук **А.Е. Загребина** – ФГБУ науки Удмуртский институт истории, языка и литературы УрО РАН, на новый срок; члена-корреспондента РАН **В.Л. Кожевникова** – ФГБУ науки Институт химии твёрдого тела УрО РАН, на новый срок; академика **В.П. Матвеев** – ФГБУ науки Институт механики сплошных сред УрО РАН, на новый срок; академика **В.В. Устинова** – ФГБУ науки Институт физики металлов УрО РАН, на новый срок; академика **В.А. Черешнева** – ФГБУ науки Институт иммунологии и физиологии УрО РАН, на новый срок.

- Освободить члена-корреспондента РАН **В.Н. Анфилогова** от должности директора ФГБУ науки Института минералогии УрО РАН с 20 мая 2013 г. в связи с истечением срока трудового договора. За многолетнюю плодотворную научную и научно-организационную деятельность объявить Всеволоду Николаевичу Анфилогову благодарность.

Утвердить в должности директора ФГБУ науки Института минералогии УрО РАН доктора геолого-минералогических наук **В.В. Масленникова**, избранного Общим собранием УрО РАН, с 21 мая 2013 г. на пять лет.

- Освободить академика **А.М. Липанова** от должности директора ФГБУ науки Института механики УрО РАН с 20 мая 2013 г. в связи с истечением срока трудового договора. За многолетнюю плодотворную научную и научно-организационную деятельность объявить Алексею Матвеевичу Липанову благодарность.

Утвердить в должности директора ФГБУ науки Института механики УрО РАН доктора технических наук **В.Б. Дементьева**, избранного Общим собранием УрО РАН, с 21 мая 2013 г. сроком на пять лет.

- Освободить академика **О.В. Бухарина** от должности директора ФГБУ науки Института клеточного и внутриклеточного симбиоза УрО

РАН с 20 мая в связи с истечением срока трудового договора. За многолетнюю плодотворную научную и научно-организационную деятельность объявить Олегу Валерьевичу Бухарину благодарность.

Утвердить в должности директора ФГБУ науки Института клеточного и внутриклеточного симбиоза УрО РАН доктора медицинских наук **С.В. Черкасова**, избранного Общим собранием УрО РАН, с 21 мая 2013 г. сроком на пять лет.

- Утвердить основные направления научной деятельности ФГБУ науки Института философии РАН: эпистемология и логика; философия науки и техники; социальная философия, политическая философия; философская антропология, философия религии, этика, эстетика, философия культуры; историко-философские исследования; междисциплинарные исследования человека. Направления научной деятельности института соответствуют Программе фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013–2020 гг., утверждённой распоряжением Правительства РФ от 3 декабря 2012 г. № 2337-р.

Директору института академику **А.А. Гусейнову** представить на утверждение в установленном порядке соответствующие изменения в Устав института.

Контроль за выполнением постановления возложить на академика-секретаря Отделения общественных наук РАН академика **А.А. Кокошина**.

- Утвердить основные направления научной деятельности ФГБУ науки Новосибирского института органической химии им. Н.Н. Ворожцова СО РАН:

- разработка методов синтеза ароматических, фторорганических, гетероциклических и гетероатомных (содержащих атомы азота, серы и др.) соединений, включая стабильные радикалы, полимеры, мономеры;

- разработка аналитических и инструментальных методик установления структуры и строения органических соединений, а также контроля объектов окружающей среды;

- синтез, изучение свойств и формирование органических, гибридных и полимерных материалов;

- разработка научных основ технологий получения практически важных веществ и препаратов;

- разработка методов и технологий выделения растительных метаболитов, изучение их химической природы, реакционной способности и биологической активности;

- направленные синтетические трансформации, изучение фармакологических свойств и механизмов действия биологически активных агентов природного и синтетического происхождения.

Направления научной деятельности института соответствуют Программе фундаментальных на-

учных исследований государственных академий наук на 2013–2020 гг., утверждённой распоряжением Правительства РФ от 3 декабря 2012 г. № 2337-р.

Исполняющей обязанности директора института доктору физико-математических наук **Е.Г. Багрянской** представить на утверждение в установленном порядке соответствующие изменения в Устав института.

Контроль за выполнением постановления возложить на вице-президента РАН, председателя СО РАН академика **А.Л. Асеева**.

• Утвердить основные направления научной деятельности ФГБУ науки Института проблем химико-энергетических технологий СО РАН:

разработка научных основ синтеза высокоэнергетических соединений; создание энергонасыщенных композиционных материалов с разработкой технологий их производства, методов обнаружения и применения в устройствах ракетной, военной и специальной техники и в боеприпасах в интересах обороноспособности и безопасности страны;

разработка научных основ химических и биохимических технологий производства лекарственных субстанций, конверсии возобновляемого растительного сырья в ценные продукты и биотопливо, переработка минерального и техногенного сырья в композиционные материалы, включая теплоизоляционные и конструкционные.

Направления научной деятельности института соответствуют Программе фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013–2020 гг., утверждённой распоряжением Правительства РФ от 3 декабря 2012 г. № 2337-р.

Директору института доктору химических наук **С.В. Сысолятину** представить на утверждение в установленном порядке соответствующие изменения в Устав института.

Контроль за выполнением постановления возложить на вице-президента РАН, председателя СО РАН академика **А.Л. Асеева**.

• В целях оптимизации использования материальных ресурсов, научного и кадрового потенциала, сосредоточения в одном месте экспериментальных площадок для испытаний новых форм и гибридов растений и животных, обеспечения материально-технической базы для сохранения и натурных испытаний селекционных достижений в области отдалённой гибридизации Президиум РАН постановляет: изменить организационно-правовую форму Федерального государственного унитарного предприятия Научно-экспериментального хозяйства “Снегири” РАН (ФГУП НЭХ “Снегири” РАН) на Федеральное государственное бюджетное учреждение научного обслуживания Научно-экспериментальное хозяйство “Снегири” РАН (ФГБУ НО НЭХ “Снегири” РАН).

Считать ФГБУ НО НЭХ “Снегири” РАН организацией, числящейся в списке организаций научного обслуживания и социальной сферы, курируемых Управлением делами РАН.

Поручить директору ФГУП НЭХ “Снегири” РАН **С.М. Дягильцу** до декабря 2013 г. привести баланс предприятия в соответствие с требованиями Бюджетного кодекса РФ, подготовить проект Устава ФГБУ НО НЭХ “Снегири” РАН для последующего утверждения в установленном порядке.

Считать директора ФГУП НЭХ “Снегири” РАН **С.М. Дягильца** исполняющим обязанности директора ФГБУ НО НЭХ “Снегири” РАН до избрания директора в установленном порядке.

Контроль за выполнением постановления возложить на вице-президента РАН академика **В.В. Козлова**.

• Утвердить академика **А.Ю. Цивадзе** членом редколлегии журнала “Доклады Академии наук” РАН.

## ЮБИЛЕИ

## АКАДЕМИКУ Ю.Д. ЦВЕТКОВУ – 80 ЛЕТ



Юрий Дмитриевич ЦВЕТКОВ – выдающийся учёный в области химической физики и радиоспектроскопии, организатор науки и педагог, автор 320 научных публикаций, в том числе 3 монографий и 3 учебников и учебных пособий для вузов. Он один из инициаторов широкого применения радиоспектроскопических

методов исследований в химии, с помощью которых им исследованы строение и реакции радикалов и ион-радикалов, возникающих при действии излучений в полимерах различной структуры, спиртах, кислотах, аминокислотах и пептидах. Развита представления о механизме радиолитического спектра соединений.

Учёным совместно с сотрудниками разработан импульсный радиоспектроскопический метод электронного спинового эха (ЭСЭ), открывающий новые возможности в химии и физике свободных радикалов; обнаружены и детально исследованы модуляционные явления в ЭСЭ хаотически ориентированных систем. Эти работы стали основой для создания нового направления в радиоспектроскопии – ESEEM-спектроскопии, которая обладает высокой разрешающей способностью и эффективностью при изучении слабых магнитных взаимодействий. Получены

уникальные данные о строении ловушек для электронов, атомов и радикалов в облучённых твёрдых матрицах, о структуре сольватных оболочек для ряда органических радикалов и атомов, об особенностях их взаимодействия с твёрдыми адсорбентами.

Юрием Дмитриевичем развита импульсная дипольная ЭПР-спектроскопия, позволяющая определять расстояние между парамагнитными частицами в нанометровом диапазоне. Это направление получило название PELDOR и стало одним из популярнейших в современной химической и биологической радиоспектроскопии.

Ю.Д. Цветков работал директором Института химической кинетики и горения им. В.В. Воеводского СО РАН, был членом Президиума СО РАН, главным учёным секретарём СО РАН, членом бюро Отделения химии и наук о материалах РАН, президентом Международного общества парамагнитного резонанса; в настоящее время он советник РАН. Среди его учеников 4 доктора и 15 кандидатов наук.

Ю.Д. Цветков – лауреат Государственной премии СССР, Брукеровской премии (по представлению Британского королевского химического общества), международной премии им. В.В. Воеводского, награждён орденами “За заслуги перед Отечеством” IV степени, “Знак почёта”, Дружбы народов, серебряной медалью Международного общества парамагнитного резонанса.

## ЧЛЕНУ-КОРРЕСПОНДЕНТУ РАН В.Ф. БАЛАКИРЕВУ – 80 ЛЕТ



Владимир Фёдорович БАЛАКИРЕВ – крупный учёный в области физической и неорганической химии оксидных систем, автор и соавтор более 800 научных публикаций, в том числе 10 монографий. Им внесён значительный вклад в исследование кинетики и термодинамики окислительно-восстановительных ре-

акций в оксидных системах, в развитие кристаллохимии равновесных и метастабильных фаз, фаз переменного состава, в разработку адсорбционно-каталитической теории восстановления металлов из оксидов. Учёным дано объяснение химических аспектов кооперативного эффекта Яна–Теллера в оксидных системах; от-

крыто явление изменения физических свойств расплавов и растворов при воздействии на них мощных наносекундных электромагнитных импульсов.

Под руководством и при непосредственном участии В.Ф. Балакирева разработаны технологии электрохимического синтеза наноразмерных порошков оксидов металлов и углерода, магнитомягких материалов и высокотемпературных сверхпроводников.

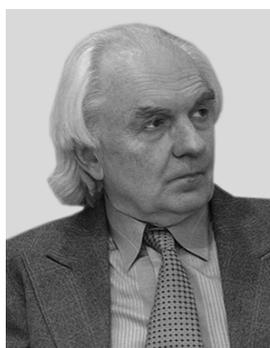
Владимиром Фёдоровичем предложены способы очистки жидких углеводородов нефти от серы, снижения активности радиоактивных растворов при переработке отходов ядерных реакторов; разработаны схемы комплексной переработки нетрадиционного полиметаллического сырья; созданы новые перспективные функциональные неорганические материалы на основе ферритов,

манганитов, алюминатов, титанатов, ванадитов и хромитов; разработана технология доменного получения ферроникеля. Совместно с учёными Казахстана предложен и внедрён ряд технологий извлечения благородных и цветных металлов; для космического центра Узбекистана разработан метод получения кислорода из аналогов лунного грунта; для Киргизского горно-металлургического комбината разработана технология производства высокотемпературного сверхпроводящего материала. Часть научных результатов вошла в отечественные и зарубежные справочники.

В.Ф. Балакирев с 1974 по 2003 г. руководил лабораторией статистики и кинетики процессов Института металлургии УрО РАН; в настоящее время он главный научный сотрудник института, советник РАН, член ряда научных советов, почётный профессор Химико-металлургического института Республики Казахстан. Среди его учеников 5 докторов и 20 кандидатов наук.

В.Ф. Балакирев — заслуженный деятель науки и техники РФ, лауреат Государственной премии РФ, награждён медалью им. Н.С. Курнакова и золотой медалью им. Н.Н. Семёнова РАН.

#### ЧЛЕНУ-КОРРЕСПОНДЕНТУ РАН О.В. БЕСОВУ — 80 ЛЕТ



Олег Владимирович БЕСОВ — крупный учёный-математик, автор более 100 научных публикаций, в том числе 1 монографии (совместно с В.П. Ильиным и С.М. Никольским) и учебника по математическому анализу. Им создана теория пространств  $B_{p,q}^s$  (“пространства Бесова”) дифференцируемых функций мно-

гих действительных переменных. Она оказала большое влияние на дальнейшее развитие теории дифференциальных функций, теории интерполяции линейных операторов в банаховых пространствах, теории приближений, общей теории краевых задач математической физики и других областей математики.

Олег Владимировичем получены важные результаты по кубатурным формулам, интегральным представлениям дифференцируемых функций, вложению, продолжению и интерполяции функциональных пространств, пространствам дифференцируемых функций с регулярной и нерегулярной областями определения, оценкам поперечников классов Соболева.

О.В. Бесов — заведующий отделом теории функций Математического института им. В.А. Стеклова РАН, профессор и заслуженный профессор Московского физико-технического института, академик Европейской академии наук, член редколлегии четырёх математических журналов. Среди его учеников 1 доктор и 6 кандидатов наук.

О.В. Бесов — лауреат Государственной премии СССР.

## НАГРАДЫ И ПРЕМИИ

### ПРЕМИЯ ИМЕНИ Л.А. ОРБЕЛИ 2013 ГОДА – А.И. ГРИГОРЬЕВУ И И.Б. КОЗЛОВСКОЙ



Президиум Российской академии наук присудил премию им. Л.А. Орбели 2013 г. академику Анатолию Ивановичу Григорьеву и члену-корреспонденту РАН Инессе Бенедиктовне Козловской за цикл работ “Гравитационная физиология”.

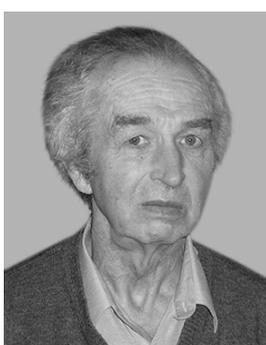
Удостоенный премии цикл работ внёс большой вклад в изучение роли гравитационного фактора в эволюции структуры и функций млекопитающих животных и человека. Выполненные полётные и наземные эксперименты продемонстрировали изменения в деятельности различных систем организма при снижении гравитации, позволили определить зависимость функций от гравитационного фактора. Получен-

ные результаты фундаментальных исследований показали, что в состоянии невесомости происходят глубокие нарушения различных функциональных систем, обусловленные изменениями эндокринного и нервного контроля.

Исследования на биоспутниках позволили охарактеризовать универсальную и специфическую роль гравитации в онтогенезе у различных представителей животного мира. Установлена определяющая роль нарушения опорной афферентации в развитии гипогравитационного синдрома. Гравирецепторная афферентация выполняет роль триггера, информирует системы двигательного управления, обеспечивает соответствующий уровень активации позно-тонической мускулатуры.

Полученные авторами новые данные и развиваемые на их основе представления способствовали развитию инновационных подходов к предупреждению гипогравитационных нарушений, легли в основу создания ряда новых технологий и средств, применяемых в длительных космических полётах. Разработанные методы нейрореабилитации внедрены в клиниках России и за рубежом для лечения двигательных расстройств различного генеза.

### ПРЕМИЯ ИМЕНИ Д.С. РОЖДЕСТВЕНСКОГО 2013 ГОДА – А.А. КАПЛЯНСКОМУ, А.К. ПРЖЕВУСКОМУ И С.П. ФЕОФИЛОВУ



Президиум Российской академии наук присудил премию им. Д.С. Рождественского 2013 г. академику Александру Александровичу Каплянскому, доктору физико-математических наук Александру Кирилловичу Пржеvusкому (Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики) и доктору физико-математических

наук Сергею Петровичу Феофилу (ФГБУ науки Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН) за цикл работ “Спектроскопические исследования структуры примесных центров и электронных процессов в диэлектриках, содержащих ионы редких земель и переходных материалов”.

В удостоенном премии цикле работ отражены результаты многолетних фундаментальных ис-

следований физических свойств диэлектрических твёрдых тел кристаллов, стёкол и нанокристаллов в порошках 4*f*-группы редких земель и 3*d*-группы железа. Существующий в мире большой интерес к этому классу материалов обусловлен многочисленными возможностями (как реализованными, так и перспективными)

их практического применения в квантовой электронике, оптоэлектронике и лазерной физике. В экспериментальных работах цикла использован широкий набор самых современных методов оптической спектроскопии. Работы авторов получили международную известность и признание.

#### ПРЕМИЯ ИМЕНИ К.А. ТИМИРЯЗЕВА 2013 ГОДА – Д.А. ЛОСЮ



Президиум Российской академии наук присудил премию им. К.А. Тимирязева 2013 г. доктору биологических наук Дмитрию Анатольевичу Лосю (ФГБУ науки Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН) за монографию “Сенсорные системы цианобактерий” и цикл работ по одной тематике.

Удостоенные премии монография и цикл работ посвящены изучению функционирования молекулярных биосенсоров фотосинтезирующих клеток. Особый интерес вызывает разработанная Д.А. Лосем гипотеза о едином механизме влияния стрессов на цианобактерии. Важным результатом работ является доказательство того, что экспрессия генов, индуцируемая низкими температурами и находящаяся под контролем сенсорной гистидин-киназы *Nik33*, зависит от текучести клеточных мембран.

#### ПРЕМИЯ ИМЕНИ В.Н. СУКАЧЁВА 2013 ГОДА – Л.П. РЫСИНУ



Президиум Российской академии наук присудил премию им. В.Н. Сукачёва 2013 г. члену-корреспонденту РАН Льву Павловичу Рысину за серию монографий “Хвойные леса России”.

В удостоенной премии монографической серии из пяти книг дан глубокий анализ существующих подходов к типологии лесов, влияния ландшафтно-экологических факторов на их структуру и разнообразие. На основе многочисленных и многолетних данных, характеризующих леса России в разных климатических, геоморфологических, почвенных условиях, разрабо-

таны оригинальные подходы и проведены работы по оценке типологического разнообразия лесов.

Согласно развиваемым представлениям, тип леса — это совокупность лесных биогеоценозов, существующих в пределах одного типа лесорастительных условий. К одному и тому же типу леса следует относить и коренной тип лесных биогеоценозов, и неопределённое число производных типов, которые могут отличаться друг от друга породным составом древостоев, структурой и рядом других признаков, представляя собой различные стадии восстановительных и дигрессионных сукцессий. Полученные материалы представляют большую научную ценность и имеют важное прикладное значение, найдут применение в государственной инвентаризации лесов и могут послужить основой для разработки лесных кадастров.

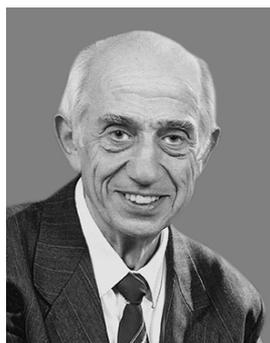
## ПРЕМИЯ ИМЕНИ Н.С. ШАТСКОГО 2012 ГОДА – В.Г. ТРИФОНОВУ



Президиум Российской академии наук присудил премию им. Н.С. Шатского 2012 г. доктору геолого-минералогических наук Владимиру Георгиевичу Трифонову (ФГБУ науки Геологический институт РАН) за цикл работ под общим названием “Неотектоника и природные катастрофы в развитии общества”.

В.Г. Трифонов признан в России и за рубежом как ведущий специалист в области неотектоники, активной тектоники, современной геодинамики, сейсмо тектоники, геологического применения аэрокосмической информации и воздействия тектонических процессов на человека и среду его обитания. Он опубликовал лично и в соавторстве 17 монографий и более 200 научных статей.

Удостоенный премии цикл работ состоит из трёх монографий: “Неотектоника Евразии” (1999), “Геодинамика и история цивилизаций” (2004) и “Динамика Земли и развитие общества” (2008). Первая монография заложила научные основы геодинамики и представлений о тектонических процессах, вторая впервые связала геодинамику с историей человеческого общества, третья развивает и дополняет материалы предыдущей монографии. Все книги вызвали широкий отклик и одобрение в отечественном научном сообществе. Это фундаментальный и оригинальный научный труд, содержащий результаты исследований автора и учитывающий достижения мировой тектоники последних лет, который не только внёс новый вклад в геотектонику и геодинамику, но имеет также большое культурное и общественное значение.

ПРЕМИЯ ИМЕНИ Е.С. ФЁДОРОВА 2012 ГОДА –  
Л.А. ФЕЙГИНУ, С.Н. ЧВАЛУНУ И М.А. ЩЕРБИНЕ

Президиум Российской академии наук присудил премию им. Е.С. Фёдорова 2012 г. доктору физико-математических наук Льву Абрамовичу Фейгину (ФГБУ науки Институт кристаллографии им. А.В. Шубникова РАН), доктору химических наук Сергею Николаевичу Чвалуну, кандидату физико-математических наук Максиму Анатольевичу Щербине (ФГБУ науки Институт синтетических полимерных материалов им. Н.С. Ениколопова РАН) за цикл работ “Структурообразование и фазовые превращения низкоразмерных самоорганизующихся систем различной симметрии”.

Удостоенный премии цикл работ, состоящий из 75 статей, включает в себя все возможные аспекты научной деятельности: теоретическую разработку метода, аппаратуры для его реализации, вычислительных программ для интерпретации данных, получение важных, практически значимых фундаментальных результатов. Представлены результаты двух тесно взаимосвязанных и взаимодополняющих друг друга направлений исследова-

ний: структурных исследований низкоразмерных систем, образованных линейными секторообразными и конусообразными молекулами-дендронами, и разработки оригинальных методов получения новых типов материалов, плёнок Ленгмюра–Блоджетт, ионоселективных мембран и различных покрытий с помощью подходов так называемой молекулярной архитектуры.

Разработанные Л.А. Фейгиным подходы были реализованы С.Н. Чвалуном и М.А. Щербиной при изучении тонких слоёв олиготипов. Методы, предложенные Л.А. Фейгиным, разработанные им приборы во многом способствовали созданию широко известной кристаллографической школы по исследованию строения сложных биоорганических и других материалов, что обеспечило решение конкретных задач материаловедения и микроэлектроники. В настоящее время они используются в целом ряде научно-исследовательских институтов для изучения нанообъектов и разработки технологий на их основе.

ПРЕМИИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
И НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ 2012 ГОДА

В соответствии с решением Российско-белорусской комиссии по межакадемическим премиям Российской академии наук и Национальной академии наук Беларуси, по итогам конкурса, проведенного в 2012 г., Президиум Российской академии наук присудил премии Российской академии наук и Национальной академии наук Беларуси:

в области естественных наук — доктору физико-математических наук Евгению Зиновьевичу Гусakovу (Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН), доктору физико-математических наук Валерию Ивановичу Архипенко, доктору физико-математических наук Леониду Васильевичу Симончику (Институт физики им. Б.И. Степанова НАН Беларуси) за выдающиеся научные результаты, полученные в ходе совместных исследований по циклу работ “Физика параметрических распадных неустойчивостей в неоднородной плазме и разработка методов их диагностики и контроля”;

в области технических наук — академику Константину Александровичу Солнцеву, члену-корреспонденту РАН Сергею Мироновичу Баринovu, доктору технических наук Алексею Георгиевичу Колмакову (Институт металлургии и материалo-

ведения им. А.А. Байкова РАН), академику НАН Беларуси Петру Александровичу Витязю, члену-корреспонденту НАН Беларуси Александру Фёдоровичу Ильющенко, доктору технических наук Михаилу Львовичу Хейфецу (Отделение физико-технических наук НАН Беларуси) за выдающиеся научные результаты, полученные в ходе совместных исследований по циклу работ “Наноструктурные порошковые конструкционные материалы и покрытия: проектирование, синтез, обработка и применение”;

в области социальных и гуманитарных наук — доктору исторических наук Елене Фёдоровне Фурсовой, кандидату исторических наук Анне Алексеевне Люцидарской, кандидату технических наук Александру Ивановичу Голомянову (Институт археологии и этнографии СО РАН), кандидату филологических наук Александру Викторовичу Титовцу, кандидату исторических наук Сергею Алексеевичу Милюченкову, доктору исторических наук Галине Ивановне Касперович (Институт искусствоведения, этнографии и фольклора им. Кондрата Крапивы НАН Беларуси) за монографию “Белорусы в Сибири: сохранение и трансформации этнической культуры”.

**БОЛЬШИЕ ЗОЛОТЫЕ МЕДАЛИ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК 2012 ГОДА**

Высшие награды Российской академии наук – Большие золотые медали им. М.В. Ломоносова 2012 г. – присуждены академику Глебу Всеволодовичу Добровольскому за выдающийся вклад в почвоведение и профессору Ричарду Уоррену Арнольду (США) за выдающийся вклад в развитие теоретического и прикладного почвоведения и создание моделей поведения почв в разных ландшафтах мира.

**АКАДЕМИК ГЛЕБ ВСЕВОЛОДОВИЧ ДОБРОВОЛЬСКИЙ**

Научная деятельность Г.В. Добровольского (р. 1915 г.) в области почвоведения, географии почв, экологии и рационального природопользования получила мировое признание. Он сформулировал и разработал фундаментальную научную концепцию эколого-генетических функций почв в биосфере. Эта концепция послужила основой нового научного направления “Структурно-функциональная роль почв и почвенной биоты в биосфере”. Им разработаны теоретические основы генезиса, классификации и рационального использования аллювиальных почв; выявлены эколого-геохимические закономерности почвообразования и эволюции почв в долинах и дельтах рек Европейской России и Западной Сибири; обоснован

метод последовательного минералого-микроморфологического исследования генезиса почв.

Г.В. Добровольский – научный руководитель нового направления по изучению наноструктур почв, автор и редактор многих региональных и разномасштабных почвенных карт и карт почвенно-географического районирования России, стран СНГ, Монголии и мира, автор новейшей почвенной карты России, опубликованной в Большой российской энциклопедии (2004), Национального атласа почв России (2010), справочно-аналитического издания “Почвы заповедников и национальных парков Российской Федерации” (2012). Г.В. Добровольский координирует научную деятельность всех институтов почвенного профиля в России, являясь председателем Научного совета РАН по проблемам почвоведения. В разные годы он являлся членом научных советов РАН по проблемам биосферы, экологии и охраны природы, экспертных советов ВАК СССР и РФ. Глеб Всеволодович – почётный президент Докучаевского общества почвоведов, почётный член Общества почвоведов Украины, Казахстана, почётный доктор Грузинского аграрного университета. Он пользуется большим авторитетом в мировой науке, избран почётным членом Международного союза наук о почве.

Огромный вклад Г.В. Добровольского в развитие науки и подготовку специалистов получил достойную оценку. Он лауреат многих престижных научных академических премий РФ, награждён орденами “За заслуги перед Отечеством” III степени (2005) и IV степени (1995), Отечественной войны II степени (1985), Трудового Красного Знамени (1976, 1986), Дружбы народов (1981), “Знак Почёта” (1971), многих медалей.

## ПРОФЕССОР РИЧАРД УОРРЕН АРНОЛЬД



Ричард Уоррен Арнольд (Richard W. Arnold) (р. 1929 г.) изучал почвоведение и агрономию в Корнельском университете и Университете Айовы, в 1963 г. защитил докторскую диссертацию. С 1963 г. работал в Гельфском университете в Канаде, в 1975 г. стал профессором Корнельского университета. С 1980 по 1996 г. занимал пост директора Почвенной службы США. Сейчас он главный почвовед Почвенной службы США, научный консультант, остаётся членом многих международных и национальных комитетов и программ. Под его руководством осуществлялась, модернизировалась и совершенствовалась система учёта и оценки почвенных ресурсов США, развивалась оригинальная национальная почвенная классификация “Таксономия почв”, на основе

которой ведутся исследования в области почвоведения и смежных наук во многих странах мира.

Р.У. Арнольд долгое время был председателем Комиссии по генезису и классификации почв Международного союза наук о почве, является почётным членом национальных обществ почвоведов России, Болгарии, Румынии и Международного общества почвоведов, членом редколлегий ряда ведущих международных почвоведческих журналов. Его научные интересы лежат в области генетического почвоведения, классификации и инвентаризации почв и почвенных ресурсов. Эти интересы сформировались в ходе проведения исследований во многих странах мира (США, Китай, Венесуэла, Болгария, Индия, Германия, Румыния, Индонезия, Венгрия, Россия и др.), благодаря руководству почвенной съёмкой в Соединённых Штатах, как результат преподавания в крупных университетах США.

Профессор Арнольд разрабатывает общие принципы почвенных классификаций, принимает активное участие в создании ряда национальных классификаций, он был редактором английской версии классификации почв России. Последнее объясняется его приверженностью к принципам российской докучаевской школы почвоведения, стремлением распространить идеи В.В. Докучаева в мире, что ему с успехом удаётся.

Пропаганда почвоведения, популяризация представлений о почвах как средоточии взаимосвязей в природе и важнейшем компоненте биосферы, вопросы сохранения почв для будущих поколений — это центральные задачи, которые Р.У. Арнольд решает в своей многогранной деятельности.

---

Сдано в набор 19.06.2013 г.	Подписано к печати 18.07.2013 г.	Дата выхода в свет 23 ежем.	Формат 60 × 88 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>
Офсетная печать	Усл. печ. л. 12.0	Усл. кр.-отт. 24.7 тыс.	Уч.-изд. л. 12.6
	Тираж 1972 экз.	Зак. 1453	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