

ВЕСТНИК РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

научный и общественно-политический журнал

том 84 № 3 2014 Март

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

*Журнал издаётся под руководством
Президиума РАН*

Главный редактор
В.Е. Фортов

Редакционная коллегия

Ж.И. Алфёров, А.Ф. Андреев, В.Н. Большаков, А.А. Боярчук,
В.И. Васильев, Г.С. Голицын, А.И. Григорьев,
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. Спирин, В.С. Стёпин,
Л.Д. Фаддеев, Е.П. Чельшев, А.О. Чубарьян,
В.Л. Янин

Заместитель главного редактора
Г.А. Заикина

Заведующая редакцией
В.В. Володарская

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

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

Москва
Издательство “Наука”

СОДЕРЖАНИЕ

Том 84, номер 3, 2014

Наука и общество

А.А. Кокошин

Стратегическое ядерное и неядерное сдерживание: приоритеты современной эпохи 195

С кафедры Президиума РАН

С.А. Богачёв, А.С. Кириченко

Космические исследования Солнца методами изображающей рентгеновской спектроскопии 206

Обозрение

*И.Б. Ушаков, Б.В. Моруков, Ю.А. Бубеев, В.И. Гуцин, Г.Ю. Васильева,
А.Г. Виноходова, Д.М. Швед*

Основные результаты психофизиологических исследований в эксперименте “Марс-500” 212

Из рабочей тетради исследователя

П.П. Фёдоров, А.И. Попов

Взаимосвязь показателей цитирования российских учёных 222

Проблемы экологии

А.Г. Дегерменджи, А.А. Тихомиров

Создание искусственных замкнутых экосистем земного и космического назначения 233

Точка зрения

Ю.Д. Гранин

Глобализация и национальные формы глобальных стратегий 241

Интервью

Перспективный метод поиска нефтегазовых залежей. *Беседа с академиком А.Ю. Цивадзе* 249

Эссе

Ю.В. Наточин

Предвосхищение Максимилиана Волошина и эволюция гомеостаза 253

Этюды об учёных

Н.П. Лавёров, В.И. Осипов

Человек, учёный, патриот. *К 100-летию со дня рождения академика Е.М. Сергеева* 261

Письма в редакцию

А.В. Кузнецов

Для начала надо навести порядок в существующей системе РИНЦ 268

Размышления над новой книгой

А.В. Головнёв

Время ответственных смыслов 270

А.П. Назаретян

Середина XXI века: загадка сингулярности 275

Официальный отдел

Президиум РАН решил. — Юбилеи. — Награды и премии 278

Демидовская премия 2013 года 286

CONTENTS

Vol. 84, No. 3, 2014

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

Science and Society

A.A. Kokoshin

Strategic Nuclear and Conventional Deterrence: Priorities of the Modern Era 195

On the Rostrum of the RAS Presidium

S.A. Bogachev, A.S. Kirichenko

Space Solar Research Using Methods of Depicting X-ray Spectroscopy 206

Review

*I.B. Ushakov, B.V. Morukov, Yu.A. Bubeev, V.I. Gushchin, G.Yu. Vasil'eva,
A.G. Vinokhodova, D.M. Shved*

The Main Results of Psychophysiological Research in the Experiment "Mars-500" 212

From the Researcher's Notebook

P.P. Fedorov, A.I. Popov

The Relationship of Indicators of Citing Russian Scientists 222

Problems of Ecology

A.G. Degermendzhi, A.A. Tikhomirov

Creation of Artificial Closed Ecosystems for Terrestrial and Space Applications 233

Point of View

Yu.D. Granin

Globalization and National Forms of Global Strategies 241

Interview

A Promising Method for Search of Oil and Gas Deposits. *Conversation with Academician A.Yu. Tsivadze* 249

Essay

Ju.V. Natochin

Anticipation of Maximilian Voloshin, and Homeostasis Evolution 253

Profiles

N.P. Laverov, V.I. Osipov

Man, Scientist, Patriot. *On the 100th Anniversary of the Birth of Academician E.M. Sergeev* 261

Letters to the Editor

A.V. Kuznetsov

For the Beginning it is Necessary to Establish Order in the Existing System RSCI 268

Reflections on a New Book

A.V. Golovnev

It is Time for Responsible Sense 270

A.P. Nazaretyan

The Middle of the XX1st Century: Enigma of Singularity 275

Official Section

Decisions of the RAS Presidium. Anniversaries. Awards and Prizes 278

Demidov Prize 2013 286

НАУКА И ОБЩЕСТВО

DOI: 10.7868/S0869587314030086

Обеспечение национальной безопасности России в её военном измерении требует постоянного совершенствования сил и средств сдерживания потенциальной агрессии против нашей страны по широкому спектру возможных угроз. Всё более важную роль играет обеспечение стратегического неядерного сдерживания с применением высокоточного дальнобойного оружия, которое рассматривается не как альтернатива стратегическому ядерному, а в качестве дополнения к нему. Эффективное стратегическое неядерное сдерживание в ещё большей степени, чем ядерное, зависит от возможностей соответствующей информационно-коммуникационной инфраструктуры. Этой инфраструктуре, утверждается в статье, необходимо уделять повышенное внимание, она должна развиваться с упреждением по отношению к ударным средствам.

СТРАТЕГИЧЕСКОЕ ЯДЕРНОЕ И НЕЯДЕРНОЕ СДЕРЖИВАНИЕ: ПРИОРИТЕТЫ СОВРЕМЕННОЙ ЭПОХИ

А.А. Кокошин

Дискуссия о роли ядерного сдерживания в обеспечении национальной безопасности Российской Федерации продолжается уже более двух десятилетий. С политико-военной точки зрения вполне оправданно, что многие специалисты уделяли в ходе дискуссии особое внимание ядерному оружию. В значительной мере это было связано с серьёзными проблемами в области средств общего назначения Вооружённых сил России.

В развитии дискуссии можно выделить три этапа. Первый из них охватывает 1990-е годы, и для него характерны полярные суждения. С одной стороны, это призывы отказаться от базовых положений ядерного сдерживания как устаревшего наследия времён “холодной войны” (прежде всего речь шла о принципе “взаимного гарантированного уничтожения”); с другой стороны, это стремление возложить на ядерное оружие основную нагрузку в обеспечении обороны страны в условиях резкого ослабления сил общего назначения.



КОКОШИН Андрей Афанасьевич — академик, академик-секретарь Отделения общественных наук РАН, декан факультета мировой политики МГУ им. М.В. Ломоносова, 6-й секретарь Совета безопасности РФ.

Черту под этими спорами подвели принципиальные решения по ядерной политике государства, принятые в конце 1990-х годов, в том числе на заседании Совета безопасности России в июне 1998 г. Они предусматривали сохранение трёхкомпонентной структуры стратегических ядерных сил, нестратегического ядерного оружия (оружия тактического и оперативно-тактического назначения), совершенствование ядерного оружейного комплекса России, высокоточного дальнобойного оружия и др. Эти решения стали важной вехой в развитии ядерной политики страны и во многом сохраняют свою значимость и поныне. Оценивая уроки того времени, В.В. Путин отмечал, что именно потенциал стратегического сдерживания “помог нам сохранить государственный суверенитет в сложный период 90-х годов, когда других весомых материальных аргументов у нас, будем откровенны, не существовало” [1].

Второй этап обусловлен возникновением в начале XXI столетия новых вызовов и угроз национальной безопасности России, которые вновь потребовали тщательно проработанных решений, адекватных мер, в том числе с применением военной силы. Важно подчеркнуть, что многие из этих вызовов и угроз не были напрямую связаны с деятельностью государств, обладающих ядерным оружием. В то же время больше внимания стало уделяться требующей постоянных усилий целого ряда государств, в том числе России и США, проблеме предотвращения терроризма с применением ядерных боезарядов или расщепляющихся материалов (“грязная бомба”). Такие события могут иметь катастрофические последствия, поэтому большую роль здесь играют международные дей-

ствия по контролю за распространением расщепляющихся материалов. Тогда же на передний план выдвинулся комплекс проблем, связанных с противоракетной обороной. Ещё раз было подчеркнута значимость базовых принципов строительства сил ядерного сдерживания (СЯС), определённых в конце 1990-х годов.

В настоящее время актуальная задача — разнобразное дополнение принятых ранее решений в связи с изменением политико-военной и военно-стратегической обстановки в мире, в том числе в ядерной сфере. Можно с уверенностью утверждать, что ядерное сдерживание сохранило своё место в системе инструментов национальной политики. Как отмечает В.В. Путин, “мы ни при каких условиях не откажемся от потенциала стратегического сдерживания и будем его укреплять” [1]. Альтернативы ядерному сдерживанию в политико-военном сегменте системы мировой политики в обозримой исторической перспективе нет. Этот вывод можно сделать с учётом всех опасностей и проблем обеспечения “сдерживания посредством устрашения”, с учётом огромного накопленного опыта случаев сбоев в работе систем предупреждения о ракетном нападении. В современных условиях подавляющим большинством политиков и военных профессионалов ядерное сдерживание рассматривается как военное средство предотвращения войны. В то же время некоторые специалисты указывают на целый ряд парадоксов, связанных с тем, что после завершения холодной войны система мировой политики радикально изменилась, а ядерное сдерживание продолжает играть значительную роль.

Сохранение роли ядерного оружия обусловлено природой отношений между государствами, многие из которых ведут непрекращающуюся борьбу за влияние, за ресурсы, за усиление экономических и политических позиций, за обеспечение национальной безопасности. Безусловно, государства (государства-нации — nation-states) остаются главными действующими лицами мировой политики, несмотря на рост числа других игроков — различных негосударственных, межгосударственных и надгосударственных структур [2, с. 7–9]. История последних двух десятилетий более чем убедительно показала, что в этой борьбе по-прежнему важную роль играет военно-силовой фактор, хотя и в изменившихся по сравнению с периодом “холодной войны” формах. Наличие большого числа общих для многих государств и народов проблем (загрязнение окружающей среды, климатические изменения, финансово-экономические кризисы, эпидемии, голод, нехватка водных ресурсов) не отменяет непрекращающегося соперничества между ними, в котором одним из важнейших аргументов остаётся военная сила.

Говоря об обеспечении стратегической стабильности в условиях сокращения арсеналов противостоящих сторон, следует иметь в виду, что сам по себе факт уменьшения численности боезарядов и их носителей у обеих сторон с оперативно-стратегической и военно-технической точек зрения ещё не означает более высокого уровня устойчивости военно-стратегического равновесия (равновесие может иметь разные степени устойчивости). Постоянного внимания требует предотвращение случайного и несанкционированного применения ядерного оружия. В этой области возможно и необходимо международное сотрудничество.

В современном мире проблема стратегической стабильности предполагает решение вопросов кибербезопасности, максимальной защищённости систем боевого управления от возможного воздействия со стороны разного рода злоумышленников.

В течение десятилетий краеугольным камнем обеспечения стратегической стабильности является способность подвергшейся нападению стороны в ответном ударе нанести нападающему так называемый неприемлемый ущерб. Однако ряд отечественных и зарубежных специалистов справедливо обращают внимание на отсутствие научных критериев оценки масштабов такого ущерба [2, с. 24]. Выявление на научной основе, по крайней мере, рамочных параметров неприемлемого ущерба — междисциплинарная комплексная задача, требующая серьёзных усилий учёных разного профиля [3]. Как представляется, в “Военной доктрине Российской Федерации” (2010) используется более адекватный термин — “заданный ущерб агрессору в любых условиях обстановки” [4, п. 27 “в”].

В планировании боевого применения СЯС и других ядерных сил и средств любой ядерной стране приходится определять число боевых блоков, доставляемых до целей, прежде всего с учётом их мощности в тротиловом эквиваленте. В ряде случаев немаловажную роль играет и ряд других поражающих факторов ядерного взрыва, вторичные и даже третичные последствия применения ядерного оружия [3], так что вопрос о неприемлемом ущербе как об одном из важнейших показателей эффективности всего комплекса сил и средств ядерного сдерживания на практике всегда стоит перед государственным руководством и высшим военным командованием ядерного государства. Политико-военное и оперативно-стратегическое планирование должно быть достаточно гибким, чтобы государственное руководство заранее располагало вариантами действий в зависимости от обстановки в той или иной кризисной ситуации. Необходимо принимать во внимание, как будет воспринято применение ядерного оружия другой стороной, какова степень его “непри-

емлемости” с точки зрения противника. Этот вопрос в значительной мере лежит в плоскости политической групповой и индивидуальной (личностной) психологии [5] и является весьма сложно идентифицируемым параметром, что в полной мере относится и к проблеме стратегического неядерного сдерживания. Указанная тема и с политико-военной, и с военно-стратегической точки зрения требует углублённой междисциплинарной проработки.

В настоящее время дискуссия о ядерном сдерживании продолжается, и современный (третий по счёту) её этап связан с выдвижением нескольких заметных инициатив по радикальному, вплоть до нулевого, сокращению ядерного оружия.

В январе 2007 г. четыре видных государственных деятеля США (Дж. Шульц, Г. Киссинджер, С. Нанн, У. Перри) выступили с целым набором предложений: по снижению угрозы ядерной войны, по сокращению ядерных арсеналов, по отказу от ядерного оружия ближнего действия (тактического ядерного оружия), по ратификации Договора о всеобъемлющем запрете на испытания ядерного оружия, о прекращении в глобальном масштабе производства расщепляющихся материалов, пригодных для изготовления ядерных боезарядов, и др. — все в направлении создания в будущем мира, свободного от ядерного оружия [6]. Летом 2008 г. в таком же формате (газетная статья четырёх бывших министров, представляющих обе основные партии) появился британский ответ на эти предложения [7]. 15 октября 2010 г. статью о ядерном разоружении и общей безопасности опубликовали такие авторитетные российские политики и учёные, как Е.М. Примаков, Е.П. Велитов, И.И. Иванов, М.А. Моисеев [8].

Усилия выступивших с заявлениями видных государственных деятелей были направлены на создание более благоприятной атмосферы для предотвращения распространения ядерного оружия. Неслучайно публикация первой из названных статей последовала за ядерным испытанием в КНДР в октябре 2006 г. Надо сказать, что призывы российских деятелей двигаться к безъядерному миру содержали некоторые оговорки. В частности, отмечалось, что “следующий этап ядерного разоружения не может быть исключительно двусторонним”. Этой позиции придерживается и государственное руководство России.

* * *

Оценивая перспективы “глобального нуля”, полезно обратиться к урокам истории. Из всего опыта разоруженческих инициатив, большая часть которых носила чисто декларативный характер, следует выделить советский проект, одобренный М.С. Горбачёвым 15 января 1986 г. и предусматривавший достижение “глобального ну-

ля” к 2000 г. Мероприятия первого этапа этой инициативы почти все реализованы: прекращены ядерные испытания, достигнуто 50%-ное сокращение стратегических наступательных вооружений, ликвидированы ракеты средней дальности. Однако важны уроки нереализованной части: взаимосвязь наступательных и оборонительных вооружений (ставшая камнем преткновения в Рейкьявике), переход от двустороннего формата сокращения вооружений к многостороннему, ликвидация тактического ядерного оружия. Все эти проблемы сохраняют своё значение и сегодня, нет никаких свидетельств того, что другие ядерные державы готовы активно подключиться к ядерному разоружению. До сих пор известен только один случай, когда обладающее ядерным оружием государство добровольно от него отказалось. Это сделала Южно-Африканская Республика в 1991—1992 гг., причём причина отказа — сугубо внутренняя, связанная с нежеланием правящей партии оставлять ядерное оружие своим преемникам.

Из членов “большой пятёрки” только Великобритания близко подходила к черте, за которой мог последовать отказ от ядерного оружия. Но и в данном случае требуется оговорка. Ещё в начале 1950-х годов Великобритания уступила часть суверенитета в области ядерного оружия, поставив себя в зависимость от иностранных средств доставки и включившись в систему ядерного планирования США. Тем не менее черта под дебатами, достигавшими высокого накала в 1980—1990-е годы, была подведена в 2007 г., когда парламент поддержал принятое годом ранее правительственное решение о замене морской ракетно-ядерной системы “Трайдент” на новую. Подтверждением приверженности ядерному выбору служит опубликованный в июне 2013 г. доклад правительства о вариантах такой замены. Партийные разногласия сводятся лишь к тому, что консерваторы выступают за сохранение существующего количества стратегических подводных ракетно-носителей, а либерал-демократы готовы сократить его до трёх корпусов. Действующий премьер-министр отмечает, что сейчас Великобритания “нуждается в ядерном сдерживании более, чем прежде”.

Не собирается отказываться от национальных сил сдерживания и Франция, для которой ядерная программа изначально была символом суверенитета. Эта сфера остаётся практически единственной в современной французской политике, где можно говорить о сохранении наследия Ш. де Голля.

Борьба за достижение реального суверенитета, которым в современных условиях обладает сравнительно небольшое число стран [9], является для целого ряда государств важным компонентом их функционирования. Причём во многих случаях в качестве важного средства обеспечения суве-

ренитета рассматривается ядерное оружие. Это демонстрируют такие государства, как КНР, Индия, Пакистан, Израиль, КНДР. Особенно активно совершенствуют силы и средства ядерного сдерживания Китай, Индия и Пакистан. При этом они образуют сложный “ядерный треугольник”, для которого характерно наличие нерешённых территориальных вопросов, значительных культурно-цивилизационных различий, сложных политико-военных проблем. В то же время роль ядерных сил КНР выходит далеко за рамки отношений в пределах “треугольника”, в том числе потому, что КНР обладает наземными и морскими стратегическими ядерными силами межконтинентальной дальности, которые активно развиваются в качественном отношении. Как отмечается в официальном документе Госсовета КНР (2013), Народно-освободительная армия Китая силами “второй артиллерии” (стратегические ракетные войска) и морских подводных ракетносцев обеспечивает “стратегическое устрашение”, демонстрирует способность к нанесению ответного удара. Большое внимание уделяется качественному совершенствованию ядерных и неядерных сил “второго артиллерийского корпуса”, немаловажная роль отводится повышению способности ракетных средств к прорыву обороны.

Есть серьёзные основания полагать, что уже в ближайшие несколько лет обладателем межконтинентальной баллистической ракеты, способной нести ядерное оружие, может стать Индия. Эта страна также стремится создать морской компонент своих стратегических ядерных сил межконтинентальной дальности. Кроме того, в Индии ведутся активные работы по созданию объектов противоракетной обороны (в том числе в сотрудничестве с Израилем) для прикрытия Нью-Дели и Мумбаи. Как справедливо отмечает В.И. Трубников, «для Индии “ядерный статус” — это символ фактической принадлежности к державам не только с региональными, но и глобальными интересами и соответствующими позициями, способствующими их отстаиванию в двусторонних и многосторонних форматах, прежде всего это относится к ООН и её Совету Безопасности, на место постоянного члена в котором Индия последовательно, но пока безуспешно претендует» [10, с. 14]. Трубников также обоснованно говорит о том, что «наличие ядерного оружия де-факто уравнивает Индию с “ядерной пятёркой” постоянных членов Совета Безопасности» [10, с. 15]. По мнению А.Г. Володина, ядерное оружие для Индии — это “фактор глобального самоутверждения в качестве шестого центра силы (другие пять — США, Западная Европа, Япония, Россия, Китай) в полицентрическом мировом порядке”. Важно учитывать, что усилия государственного руководства Индии по развитию ядерного оружия на про-

тяжении длительного времени пользуются поддержкой более 95% её населения [11, с. 101].

Из сказанного следует очевидный вывод: в целом вопрос о подключении других, помимо России и США, ядерных держав к ограничению и сокращению ядерных вооружений в обозримой перспективе выглядит весьма и весьма проблематичным.

* * *

В современных условиях взаимосвязь наступательных и оборонительных вооружений становится ещё более актуальной, чем в 1980-е годы, когда удалось сохранить Договор по ПРО. Несколько десятилетий назад и советские и западные учёные и военные специалисты признали, что по мере сокращения ядерных арсеналов военно-стратегическое равновесие становится всё более чувствительным к фактору противоракетной обороны. Последняя при определённых условиях может серьёзно ослабить ответный удар возмездия со стороны, подвергшейся агрессии. При этом необходимо в полной мере учитывать специфику стратегической ПРО и нестратегической ПРО, их конкретные тактико-технические характеристики, дислокацию и пр.

В 1997 г. России и США практически удалось договориться о разграничении подобных систем, выработав три критерия: скорость перехватчика, скорость и дальность полёта мишени. Однако в условиях, когда базовый договор утратил силу, практическое значение данных соглашений невелико. В то же время размывание границы между стратегическими и нестратегическими средствами ПРО становится одной из основных политических проблем в этой сфере. На роль основного средства в архитектуре ПРО выдвигается система морского базирования, носителями которой являются “обычные” крейсера и эсминцы. В ближайшей перспективе — вероятность развёртывания ракет-перехватчиков ПРО на самолётах тактической авиации. На этом фоне снижается значение традиционных “позиционных районов” ПРО, неслучайно существовавшие ранее планы их развития оттягиваются на более поздние сроки.

В том, что касается тактического (и оперативно-тактического) ядерного оружия, очевидно, что для России данный класс вооружений имеет иное значение, нежели для США, учитывая огромное превосходство американцев в силах и средствах общего назначения, в обычных вооружениях. Ядерное оружие ближнего действия играет немаловажную роль в военной политике ряда ядерных государств (за исключением Франции и Великобритании).

Возвращаясь к судьбе советской инициативы 1986 г., необходимо отметить важный фактор, оставшийся в то время за скобками. Речь идёт о

соотношении ядерных и обычных вооружений. Следует обратить внимание на историю появления данной инициативы, изложенную в своё время маршалом С.Ф. Ахромеевым и дипломатом Г.М. Корниенко. Проект был разработан в 1984–1985 гг. не дипломатами, а военными специалистами в Генеральном штабе Вооружённых сил СССР. Это может показаться удивительным, если не учитывать, что именно в то время получило развитие направление мысли, названное “революцией в военном деле”.

Уже в начале 1980-х годов некоторые отечественные и зарубежные специалисты обратили внимание на тот факт, что обычные виды вооружений благодаря одновременному повышению точности и мощности приближаются к ядерному оружию малой мощности. (В нашей стране на это указал такой высокоавторитетный военный деятель и технический специалист, как генерал армии В.М. Шабанов [12, с. 210, 211]). В то же самое время на вооружение поступили крылатые ракеты воздушного и морского базирования, новое поколение баллистических ракет средней дальности оперативно-тактического и тактического назначения. Появление более совершенных средств доставки, развитие средств разведки и целеуказания создавали материальную базу для нового вида сдерживания — неядерного стратегического. Драматические события конца 1980-х — начала 1990-х годов в нашей стране задержали развитие у нас этого направления военной мысли, но ненадолго.

Вопросы неядерного (“предъядерного”) сдерживания мне довелось рассматривать с рядом моих коллег по Министерству обороны, Совету обороны и Совету безопасности России, с учёными и экспертами, представлявшими оборонно-промышленный комплекс РФ и Российскую академию наук, ещё в 1990-е годы. Эта работа велась в тесной увязке с деятельностью отечественного оборонно-промышленного комплекса по развитию высокоточного дальнобойного оружия в неядерном оснащении. Создание такого оружия в условиях разрыва многих кооперационных связей вследствие распада СССР и постоянного сокращения государственных оборонных расходов потребовало огромных усилий. В дальнейшем оно начало поступать на вооружение нашей армии. Речь идёт, в частности, о таких уже довольно хорошо известных комплексах, как Х-555 (глубокая модернизация Х-55) воздушного базирования и особенно крылатая ракета “воздух–поверхность” Х-101, которую характеризует повышенная дальность (4500–5500 км) [13]. Получили развитие и крылатые ракеты большой дальности для многоцелевых атомных подводных лодок с пониженным уровнем шумности [14].

В настоящее время эта тенденция получила продолжение. Главком ВМФ России адмирал В.В. Чирков, говоря о перспективах, отмечал, что

к 2020 г. российский флот должен исполнять функции стратегического неядерного сдерживания, что “важным направлением развития ВМФ должно стать создание группировок морских сил общего назначения, оснащённых высокоточным оружием большой дальности, способных решать задачи стратегического неядерного сдерживания угрозой поражения критически важных военных и экономических объектов противника” [15].

Прорывные достижения в информационных технологиях позволяют обнаруживать противника и избирательно уничтожать его высокоточным оружием, при этом боевые платформы — корабли и самолёты — могут находиться за сотни километров от “поля боя”. За всем этим стоит гигантский комплекс средств обеспечения — разведки, целеуказания, обработки данных в режиме реального времени, навигации, объединённых в сложнейшие технические и человеко-машинные системы.

“Постъядерную революцию в военном деле” можно в значительной мере объяснить стремлением уйти от абсолютной неизбирательности, которая является одной из важнейших характеристик ядерного оружия. В своё время его появление означало величайшую революцию в военном деле. Произошёл скачкообразный, многопорядковый рост разрушительной мощи. Более того, эта мощь оказалась многомерной (включив в себя, помимо ударной волны, ещё и проникающую радиацию, световое излучение, вторичные и третичные последствия, значение которых было в полной мере оценено лишь по прошествии десятилетий). А развитие средств доставки (сначала стратегической авиации, а потом межконтинентальных ракет наземного базирования и баллистических ракет подводных лодок) сделало войну поистине глобальной [16, с. 162].

Подавляющая часть профессиональных военных не осознала сразу тех перемен, к которым привело принятие на вооружение ядерного арсенала. Маршал Советского Союза Н.В. Огарков писал, что вначале пытались вести планирование, относясь к атомной бомбе как к обычному боеприпасу, но только гораздо большей мощности [17], многие военачальники разных стран видели в ней не средство сдерживания, а средство ведения боевых действий, причём не только на стратегическом, но даже на оперативном и тактическом уровне. Это как раз тот случай, когда стратегическое мышление решительным образом отставало от развития вооружений.

Важную роль в осознании роли ядерного оружия, в понимании природы ядерного сдерживания, в формировании общих подходов к проблемам обеспечения стратегической стабильности сыграл Карибский кризис 1962 г., уроки и детали которого продолжают изучаться [18]. Пришло осознание того, что обмен массированными ядерными ударами будет означать взаимное уничтожение,

что ни о какой победе в этих условиях говорить не приходится. Противостоявшие друг другу СССР и США предпочитали во всё большей мере вести противоборство косвенным образом, избегая прямого военного столкновения. Постепенно была создана многосторонняя система договоров и соглашений, цель которой — исключить возможность самоубийственного конфликта в результате случайности или неверной интерпретации действий сторон. Карибский кризис в том числе подстегнул стремление уйти от абсолютной неизбирательности ядерного оружия, чтобы война оставалась операционным орудием политики.

В этом направлении развивались все виды ядерных боеприпасов и средств доставки — и тактических, и оперативно-тактических, и стратегических. Основной тенденцией стало уменьшение мощности боезарядов и повышение их точности, в том числе ради поражения высокозащищённых сравнительно малоразмерных объектов. Одновременно разрабатывались различные концепции ограниченной ядерной войны, формулы “управляемых ядерных конфликтов”.

К ядерному сдерживанию нельзя относиться как к чему-то неизменному, данному. В этой сфере происходят динамичные трансформации, которые необходимо не просто учитывать, но и осуществлять нам самим, опираясь на собственный и зарубежный опыт, на новейшие тенденции в развитии военного дела, в средствах ведения вооружённой борьбы. Весь комплекс сил и средств, обеспечивающих надёжное ядерное сдерживание для России, должен постоянно совершенствоваться и в техническом, и военно-стратегическом, и в оперативно-тактическом отношении. Требуется развития и политико-военные доктринальные установки, связанные с пониманием роли ядерных сил и средств, как стратегических, так и нестратегических.

* * *

Одной из важнейших тенденций 1990-х годов, нашедших отражение в нынешней военной доктрине России, стало понижение порога при применении ядерного оружия в случае крупной военной угрозы. В утверждённых Президентом РФ в марте 1999 г. “Основных положениях политики Российской Федерации в области ядерного сдерживания” отмечалось, что применение ядерного оружия допускается только в качестве крайней меры пресечения критических угроз национальной безопасности России и её союзников, когда все иные меры оказались недейственными. В соответствии с этим документом, ядерное оружие может быть применено в случае вторжения на территорию страны или иного нападения на Российскую Федерацию, нападения на союзников России или на государство, с которым она имеет

обязательства в отношении взаимной безопасности (без оговорок относительно применения или неприменения ядерного оружия). То есть спектр ситуаций, когда может быть использовано ядерное оружие, в политике РФ в 1990-е годы стал выглядеть несколько иначе, нежели в ядерной стратегии Советского Союза, провозгласившего в своё время политику неприменения первым ядерного оружия.

В Военной доктрине Российской Федерации 2010 г. порог применения ядерного оружия был несколько поднят, хотя официально он остаётся ниже того уровня, который был заявлен СССР. В статье 22 этого документа говорится: “Российская Федерация оставляет за собой право применить ядерное оружие в ответ на применение против неё и (или) её союзников ядерного и других видов оружия массового поражения, а также в случае агрессии против Российской Федерации с применением обычного оружия, когда под угрозу поставлено само существование государства”. Установление более низкого, чем в советскую эпоху “ядерного порога” объясняется главным образом серьёзными проблемами, которые характеризуют состояние сил общего назначения России.

Многие специалисты и политические деятели обоснованно подвергают сомнению однозначность ценности понижения ядерного порога, особенно применительно к ситуации, когда друг другу противостоят соизмеримые по ядерному потенциалу “оппоненты”. Сдерживание должно быть убедительным, то есть другая сторона должна верить, что в случае агрессии по ней будет нанесён ответный удар [19, с. 277], при этом сдерживающей стороне необходимо демонстрировать соответствующие технические возможности.

Проблема политико-психологической убедительности сдерживания при понижении “ядерного порога” во взаимоотношениях как с ядерными, так и безъядерными государствами требует рассмотрения других возможностей, связанных с развитием высокоточного дальнобойного оружия различных видов и типов с обычными боеприпасами, включая боеприпасы повышенной силы. Речь также может идти о головных частях ракет с оружием на новых физических принципах. Работы в этой области ведутся уже десятилетиями в нашей стране, в США, в других государствах, на эту тему есть публикации в открытой печати. В частности, это касается использования взрывных магнитно-динамических генераторов [20] на платформе подводных и надводных боевых кораблей, а также дальней бомбардировочной авиации (в наземном компоненте мы ограничены условиями Договора о ликвидации ракет средней и малой дальности). Относительно дальней авиации при должной модернизации и применении высокоточных ракет повышенной дальности ещё

долгое время могут эффективно использоваться такие платформы, как Ту-95МС и Ту-160.

Сейчас в России рассматривается вопрос о создании Перспективного авиационного комплекса дальней авиации (ПАК ДА) [21]. Споры вокруг оптимального облика комплекса ведутся уже несколько лет. Обсуждались такие варианты, как гиперзвуковой летательный аппарат, дозвуковой самолёт, характеризующийся малой заметностью, и многоцелевая платформа — носитель высокоточного дальнобойного оружия.

Вопрос о реализации проекта ПАК ДА следует решать с учётом такой задачи, как неядерное (предъядерное) сдерживание. Отечественная дальнобойная авиация должна обладать способностью нести значительное число высокоточных ракет большой дальности. При этом эффективность ПАК ДА (а точнее, соотношение стоимости, эффективности и реализуемости) в неядерном стратегическом сдерживании нужно оценивать в сопоставлении с другими упомянутыми выше платформами, в том числе с тяжёлыми бомбардировщиками Ту-95МС и Ту-160, а также бомбардировщиками Ту-22МЗ, имея в виду потенциал их модернизации на основе отечественного и зарубежного опыта применительно к таким платформам. Определённый вклад в решение этой задачи может внести и сравнительно новый фронтальной бомбардировщик Су-34 (при обеспечении ряда дополнительных военно-технических решений): с дозаправкой в воздухе Су-34 способен находиться в полёте непрерывно 24 часа и нести 6–8 т вооружений.

Важным фактором обеспечения эффективности системы стратегического неядерного (предъядерного) сдерживания является возможность преодоления нашими средствами поражения систем ПВО—ПРО тех или иных противников. Здесь имеются свои сходства и различия с задачей преодоления ПРО другой стороны нашими средствами ядерного сдерживания*.

Весьма интересным представляется вариант неядерного сдерживания, отрабатываемый Китайской Народной Республикой, прежде всего

применительно к политико-военным аспектам проблемы Тайваня. По оценкам зарубежных и отечественных специалистов, Народно-освободительной армией Китая создаётся значительная группировка баллистических ракет различной дальности в неядерном оснащении — ракет, обладающих характеристиками высокоточного оружия. У американских специалистов в последнее время особый интерес вызывает баллистическая ракета средней дальности (мобильный ракетный комплекс) “Дунфэн-21Д”. В ряде публикаций сообщается, что эта ракета оснащена обычной головной частью, способной к маневрированию на подлётном участке в целях преодоления ПРО. Одна из важнейших задач ракетной неядерной группировки Китайской армии — удержать от вхождения американской авианосной ударной группы в зону потенциального конфликта вокруг Тайваня, держать её на расстоянии, на котором она не может эффективно задействовать мощь палубной авиации.

С повышением возможностей разведки и до-разведки целей, точности наведения, которая в последние 15–20 лет постоянно возрастает, потенциал боеприпасов в обычном снаряжении для поражения широкого спектра военных и экономических целей ещё более увеличивается. При этом применение подобных средств даже самой большой мощности не сопровождается эффектами, которые неизбежны в случае использования любых видов ядерного оружия, даже боеприпасов субкилотонной мощности (“мини-нюклов”, как их называют в США), — проникающей радиацией, радиоактивным заражением почвы, воды и др. [22]. В связи с этим некоторые отечественные и зарубежные авторы говорят о возможности постепенного замещения ядерного сдерживания неядерным [23]. Однако, учитывая политику, которая проводится целым рядом государств, обладающих ядерным оружием, этот вывод представляется нереалистичным.

Внимание многих специалистов привлекает вопрос о гипотетическом поражении российских СЯС американским высокоточным дальнобойным оружием в обычном снаряжении, в котором США многократно нас превосходят. Делается обоснованное заключение: “Обезоруживающий ядерный удар по нашим СЯС возможен, но чисто теоретически. Он сопровождается таким количеством рисков и неопределённостей, что пренебречь ими в Вашингтоне могли бы лишь в том случае, если бы отношения с Россией дошли почти до состояния войны” [24]. А.Г. Арбатов, В.З. Дворкин, Л.А. Пикаев, С.К. Ознобишев справедливо указывают на исключительно сложный характер планирования одномоментного поражения российских СЯС неядерным высокоточным оружием, а тем более подготовки к нанесе-

* К неядерному сдерживанию в известной степени можно отнести угрозу применения противоспутникового оружия в отношении определённой части космической группировки “оппонента”. Противоспутниковые возможности технически сравнительно несложными средствами продемонстрировали в 2007 г. КНР и в 2008 г. США, когда американская противоракета “Стандарт-3М” сбита аварийный спутник США US-193. В 1970-е — начале 1980-х годов в СССР и США велись довольно интенсивные разработки более сложного и эффективного противоспутникового оружия со значительно большим диапазоном оперативно-тактических возможностей. Раскручивание соперничества может открыть дорогу к масштабному насыщению космоса противоспутниковыми средствами поражения (как кинетическими, фугасными, так и основанными на новых физических принципах), что крайне негативно скажется на общей стратегической стабильности.

нию подобного удара [2]. Совершенствование средств обнаружения (и поражения) применительно к высокоточным крылатым ракетам большой дальности (и к их платформам) может сделать такой удар ещё менее вероятным. Однако, несмотря на особую сложность нанесения обезоруживающего удара по российским СЯС с использованием высокоточного дальнобойного оружия США в неядерном снаряжении, эта тема должна постоянно оставаться в центре внимания. Необходимо оценивать появляющиеся новые технологические и оперативные возможности, поведение оппонента в условиях обострения обстановки и пр.

В последние годы внимание и специалистов, и неспециалистов привлекла отрабатываемая в Соединённых Штатах формула “быстрого глобального удара” — либо с использованием баллистических ракет подводных лодок в неядерном оснащении, либо с применением перспективных гиперзвуковых средств. Отмечается, что речь идёт прежде всего о сравнительно ограниченных ударах по базам террористов, их обнаруженным группам [25]. Многими экспертами в США эта концепция признана дестабилизирующей, негативно влияющей на обеспечение стратегической стабильности в современной системе мировой политики. Весьма неодобрительно (что вполне обоснованно) эта концепция воспринята в России, Китае и ряде других стран.

Я далёк от того, чтобы представить где-то даже в отдалённом будущем адекватную замену ядерному оружию (имея в виду все поражающие факторы ядерного взрыва) как средству сдерживания агрессии или агрессивного политико-военного поведения в условиях острого международного кризиса. (В военной сфере, когда говорится о сдерживании, речь, конечно, идёт о сдерживании посредством устрашения.) Реалистический взгляд на политико-военные аспекты мирополитического процесса предполагает, что сдерживание посредством устрашения является одним из важнейших (если не важнейшим) факторов предотвращения агрессии и противодействия политико-силовому давлению на наше государство.

В 2012 г. В.В. Путин заявил: «Мы ни при каких условиях не откажемся от потенциала стратегического сдерживания... До тех пор, пока “порох” стратегических ядерных сил, созданных огромным трудом наших отцов и дедов, остаётся “сухим”, никто не посмеет развязать против нас широкомасштабную агрессию» [1]. Обратившись к одной из моих работ [26], Е.В. Мясников справедливо фокусирует внимание на том, что я выступаю именно за дополнение ядерного сдерживания неядерным, а не за замену одного другим [23]. Представляется, что убедительная угроза применения высокоточного дальнобойного носителя с боезарядом в обычном оснащении могла бы стать

основой системы стратегического неядерного (предъядерного) сдерживания, дополняющей систему ядерного сдерживания. Потенциальный агрессор должен иметь в виду, что возможно нанесение удара не только по его силам и средствам, непосредственно развёрнутым и задействованным против России, но и по ряду других объектов.

Угроза использования высокоточного дальнобойного оружия должна быть соответствующим образом “обставлена” политически, как акт последнего предупреждения в ходе военных действий перед селективным применением сравнительно маломощных ядерных боеприпасов. Это положение необходимо концептуально оформить в военной доктрине России, в оперативных документах Генерального штаба и соответствующих видов Вооружённых сил РФ. (Применительно к новой военной доктрине РФ такие предложения были в своё время выдвинуты в специальной разработке на эту тему [27, с. 186].) При использовании подобного оружия речь должна идти прежде всего об объектах высокой ценности, при этом нужно иметь в виду не столько денежное исчисление, сколько их важность с точки зрения обеспечения национальной безопасности, в том числе при ведении боевых действий. К таким объектам, в частности, относятся наземные центры радиоэлектронной разведки, крупные корабли аналогичного назначения, узлы связи, управления. Они, как правило, удалены от густонаселённых районов, и их поражение не повлечёт за собой многочисленных жертв. На более серьёзных этапах эскалации конфликта, но всё ещё в рамках предъядерной стадии, в зону поражения могут быть включены аналогичные объекты гражданской инфраструктуры, сравнительно удалённые от крупных городских агломераций, чтобы минимизировать потери мирного населения, но нанести агрессору ощутимый экономический ущерб, например, путём вывода из строя электростанций (кроме атомных), обеспечивающих энергией мегаполисы.

Развивая систему стратегического неядерного сдерживания, необходимо иметь в виду, что она в ещё большей мере, чем система ядерного сдерживания, зависит от развития соответствующей информационно-коммуникационной инфраструктуры — высоко интегрированных средств разведки, целеуказания, навигации (включая космическую навигацию ретрансляции, топогеодезии и др.) [28, с. 8, 9]. Значительную часть этой инфраструктуры составляют средства двойного назначения, имеющие свою специфику функционирования и развития. В этой сфере необходимо предпринимать огромные усилия, причём сразу по многим направлениям, опираясь на глубокую системно-аналитическую проработку с решением вопросов развития (и воссоздания на новейшей научно-технической основе) большого числа отечествен-

ных наукоёмких производств, со строительством десятков, если не сотен, новых заводов, располагающих кадрами высочайшей квалификации.

Обеспечению неядерного стратегического сдерживания призвана служить в том числе российская система космической навигации “ГЛОНАСС”, создание основной части космической группировки которой удалось завершить в сложнейших условиях в середине 1990-х годов. К сожалению, к концу 1990-х годов из-за финансового кризиса и ликвидации на несколько лет Военно-космических сил ВС РФ как самостоятельного рода войск эту группировку сохранить не удалось, она была воссоздана значительно позже. (В настоящее время после ряда реорганизаций состав Вооружённых сил РФ включает Войска воздушно-космической обороны, которые решают широкий спектр задач [29].)

Развивая систему стратегического неядерного сдерживания и все её компоненты, следует постоянно иметь в виду необходимость высокой степени их защищённости от разного рода кибератак, проведения боевых кибернетических операций (такие системы сами являются частью бурно развивающегося киберпространства с его во многом ещё непознанными закономерностями). Борьба в виртуальном пространстве ведётся перманентно, причём враждебное воздействие может длительное время осуществляться незаметно, анонимно, что усиливает стратегическую неопределённость XXI столетия. Выявление источника угрозы и кибератак, нейтрализация эффекта анонимности — задача колоссальной сложности.

Борьба в киберпространстве идёт и в мирное время, в значительной своей части она не связана с функциями военных ведомств. Но Вооружённые силы участвуют в этом противостоянии, и их действия в киберпространстве должны вестись параллельно с применением огневых средств, с небоевой демонстрацией военной силы.

Следует как можно точнее определить параметры киберпространства, его характеристики в различных сегментах, устойчивость к внешним воздействиям и внутренним возмущениям, в том числе за счёт возникновения спонтанных процессов. Необходимо во всей полноте учитывать основные “жёсткие” и “мягкие” компоненты киберпространства — от супер-ЭВМ до микропроцессоров, от сверхсложных программ до сравнительно простого софта, используемого в мобильной телефонной связи. Не следует забывать, что в функционировании и развитии киберпространства огромную роль играет человеческий фактор, что развитие информационно-коммуникационных технологий происходит значительно быстрее, чем мы успеваем понимать, что они собой представляют.

Киберпространство — это арена постоянного противоборства самых разных структур. Можно сказать, что оно создаётся за счёт функционального объединения взаимосвязанных сетей электронно-вычислительной техники, информационных систем и телекоммуникационных инфраструктур. В известной степени операторы таких систем тоже являются частью киберпространства (по крайней мере, выступают в качестве “модема” между киберпространством и социальными структурами).

Применительно к действиям вооружённых сил вместо термина “кибервойна” уместно использовать термин “боевые действия в киберпространстве”. В отсутствие официально объявленной войны — это “использование сетевых возможностей одного государства для искажения, нарушения целостности, деградации, манипулирования или уничтожения информации, постоянно находящейся в компьютерах или циркулирующей в компьютерных сетях, или собственно компьютеров и сетей другого государства”. Изолированные случаи применения кибероружия, которые не обязательно ведут к масштабной кибервойне, можно рассматривать как “киберинцидент” [30, с. 61].

Решение задачи создания мощной, высокоэффективной информационно-коммуникационной инфраструктуры (с высокой степенью информационной независимости, боевой устойчивости) потребует от соответствующих государственных органов и должностных лиц огромного интеллектуального и физического напряжения, высокого профессионализма, преданности делу. Наличие в вооружённых силах высоко устойчивой к внешнему воздействию, безопасной информационно-коммуникационной инфраструктуры — императивное требование для всей отечественной военной машины, начиная от мотострелковых подразделений до стратегических ядерных сил. Огромную роль здесь играют различные “тонкие характеристики” систем и подсистем, на которые нередко не обращают должного внимания, включая качество электронно-компонентной базы и программного обеспечения.

В этой связи можно говорить о возникновении новой стратегической триады. Уже на протяжении ряда лет в соответствии с новой ядерной доктриной США, о содержании которой стало известно в 2002 г. из соответствующего доклада Пентагона, было провозглашено создание “новой триады”: “старая триада” (межконтинентальные баллистические ракеты, атомные подводные лодки с баллистическими ракетами и тяжёлые бомбардировщики с бомбами, крылатыми ракетами и аэробаллистическими ракетами) вместе с высокоточным обычным оружием образует наступательную составляющую, ПРО — оборонительную, а третьим элементом станет инфра-

структура, обеспечивающая боевые действия. Все три элемента новой триады связываются благодаря обширному, многомерному комплексу информационно-коммуникационных разведывательных средств. Но следует учитывать, что формула “новой стратегической триады” довольно основательно критикуется рядом авторитетных зарубежных специалистов. В нашем случае “новой стратегической триадой” можно считать совокупность ядерного сдерживания, неядерного стратегического сдерживания и кибероружия (наступательного и оборонительного).

* * *

Выше уже отмечалось, что стратегическое ядерное сдерживание может осуществляться в отношении как ядерных, так и неядерных государств. Высокоточное дальнобойное оружие в неядерном снаряжении является в современных условиях реальным средством ведения военных действий, в том числе весьма ограниченного применения военной силы (с точки зрения политических и военных целей, длительности и масштабов применения). Оно вполне может быть использовано для ударов по базам и лагерям террористов, тем или иным элементам инфраструктуры.

При всей значимости ядерного сдерживания оно не панацея в обеспечении национальной безопасности России. Любому, кто занимается проблемами национальной безопасности, очевидно, что невозможно за счёт ядерного сдерживания попытаться нейтрализовать весь спектр политико-военных угроз. Чрезмерное упование на ядерное сдерживание вредно и даже опасно. Ядерной мощью можно лишь частично компенсировать слабость в экономической и политической области, в развитии технологий и сил общего назначения. Поэтому ядерное сдерживание необходимо дополнить эффективным стратегическим неядерным (предъядерным) сдерживанием с использованием высокоточного дальнобойного оружия в неядерном оснащении. В центре внимания должны находиться концептуальные политико-военные, международно-правовые, оперативные и военно-технические аспекты стратегического неядерного сдерживания с широким спектром применяемых средств и задач. Помимо прочего, это важное условие предотвращения “эскалационного доминирования” со стороны вероятного противника в ситуации острого политико-военного кризиса.

Как писал в начале XX в. российский историк и идеолог развития военно-морского флота П.И. Белавенец, постоянная “готовность нападения на территорию врага удержит его от нападения на наши земли”. Неоправданно забытый автор подчёркивал справедливость этой истины в условиях, когда сохраняется вероятность войны и необходимость в войсках как на суше, так и на море.

ЛИТЕРАТУРА

1. Путин В.В. Быть сильными: гарантии национальной безопасности для России // Российская газета. 2012. 20 февраля. <http://www.putin2012.ru/#article-6> (дата обращения 18.11.2013).
2. Арбатова А.Г., Дворкин В.З., Пикаев А.А., Ознобищев С.К. Стратегическая стабильность после холодной войны. М.: ИМЭМО РАН, 2010. www.imemo.ru/ru/publ/2010/10026.pdf (дата обращения 30.09.2013).
3. Кокошин А.А. Проблемы обеспечения стратегической стабильности: Теоретические и прикладные вопросы. Изд. 2-е, доп. М.: КРАСАНД, 2010.
4. Военная доктрина Российской Федерации 2010. news.kremlin.ru (дата обращения 15.10.2013).
5. Журавлёв А.Л., Нестик Т.А., Соенин В.А. Психологические аспекты стратегической стабильности и ядерного сдерживания. URL: www.ipas.ru/engine/documents (дата обращения 30.09.2013).
6. Shultz G.P., Perry W.J., Kissinger H.A., Nunn S. Word Free of Nuclear Weapons // Wall Street Journal. 2007. January 30. <http://online.wsj.com/news/articles/sb1678751525166636> (дата обращения 14.11.2013).
7. Rifkind M., Owen D., Hurd D., Robertson G. Start Wor-rying and Learn to Ditch the Bomb // The Times. 2008. 30 June. www.timesonline.co.uk/tol/commtnt/guest_contributors/article4237387.ece (дата обращения 25.11.2013).
8. Примаков Е., Иванов И., Велихов Е., Моисеев М. От ядерного сдерживания к общей безопасности // Известия. 2010. 21 октября.
9. Кокошин А.А. Реальный суверенитет в современной мирополитической системе. Изд. 3-е, доп. М.: Европа, 2006.
10. Трубников В.И. “Ядерный статус” во внешней и внутренней политике Индии и Пакистана: взгляд из России // Перспективы присоединения Индии и Пакистана к ограничению ядерных вооружений / Под ред. Арбатова А.Г., Дворкина В.З., Ознобищева С.К. М.: ИМЭМО РАН, 2012.
11. Володин А. Эволюция внешнеполитической стратегии Индии // МЭиМО. 2013. № 2.
12. Кокошин А.А. В поисках выхода. Военно-политические аспекты международной безопасности. М.: Политиздат, 1989.
13. Новая ракета для стратегических бомбардировщиков // topinar.ru (дата обращения 20.10.2012); X-101 / X-102. militaryrussia.ru (дата обращения 09.06.2013).
14. “Длинная рука” для “Северодвинска”. <http://vprk-news.ru/news/2106> (дата обращения 10.05.2013).
15. Чирков В. Развитие ВМФ невозможно без взгляда в дальнюю перспективу // Национальная оборона. 02.08.2013. http://vprk.name/news/94207_viktor_chirkov_razvitie_vmf_nevozmozno_bez_vzglyada_v_dalnyuyu_perspektivu.html (дата обращения 31.10.2013); Морской авиационный комплекс должен быть создан до 2020 года // Новости ВПК. 21.12.2012. http://vprk.name/news/81193_morskoi_avianesushi_complex (дата обращения 31.10.2013).
16. Кокошин А.А. Армия и политика. Эволюция советской военно-политической и военно-стратегиче-

- ской мысли. 1918–1991 годы. М.: Международные отношения, 1995.
17. *Кокошин А.А.* О революции в военном деле в прошлом и настоящем. http://magazines.russ.ru/oz/2005/5/205_5_4-pr.html
 18. *Трунов Ф.О.* Факторы формирования политики СССР в период Карибского кризиса // Вестник Московского университета. Серия 25: Международные отношения и мировая политика. 2013. № 1; *Есин В.И.* Карибский кризис 1962 года: открытые вопросы и наиболее поучительные уроки // Вестник Московского университета. Серия 25: Международные отношения и мировая политика. 2013. № 1.
 19. *Clad B.* Dilemmas of Deterrence: Rational and Nonrational Perspectives // Psychological Dimensions of War / Ed. by B. Clad. London, New Delhi: SAGE Publications, 1990.
 20. Взрывные генераторы мощных импульсов электрического тока / Отв. ред. Фортон В.Е. М.: Наука, 2012.
 21. *Фролов А.* Новый бомбардировщик для дальней авиации // Армейский вестник. 28.08.2012. URL: army-news.ru/2012/08/ (дата обращения 8.07.2013); Бомбардировщик будущего. 29.09.2012. gunm.ru (дата обращения 10.07.2013)
 22. *Веселов В.А.* Ядерный фактор в мировой политике: структура и содержание // Вестник Московского университета. Серия 25: Международные отношения и мировая политика. 2010. № 1.
 23. *Мясников Е.* Стратегическое ядерное оружие в неядерном оснащении и его влияние на роль ядерных вооружений. www.armscontrol.ru/pubs (дата обращения 29.08.2013).
 24. *Храмчихин А.* Удар по России: миф или реальность? // Национальная оборона. 2012. № 8. www.oborona.ru (дата обращения 29.10.2012).
 25. *Маглинов Н.* Упредить быстрый глобальный удар. Инновации для воздушно-космической обороны // ВПК-ньюс. 3.10.2012. № 39 (456). vpk-news.ru/articles/12645 (дата обращения 31.10.2012); Advanced Hypersonic Weapon (AHW), United States of America. <http://www.army-technology.com/projects/advanced-hypersonic-weapon-ahw/> (дата обращения 08.08.2013); Разработка в США гиперзвуковых средств быстрого глобального удара. Военный паритет. http://www.militaryparitet.com/perevodnie/data/ic_perevodnie/2733/ (дата обращения 07.10.2012); U.S. Faces Choice on New Weapons for Fast Strikes // The New York Times. <http://www.nytimes.com/2010/04/23/world/europe/23strikes.html/> (дата обращения 08.09.2013).
 26. *Кокошин А.А.* Ядерные конфликты в XXI веке. М.: Медиа-Пресс, 2003.
 27. *Кокошин А.А., Савельев А.Г., Потапов В.Я.* К вопросу о возможной структуре и содержании новой редакции Военной доктрины // К новой редакции Военной доктрины Российской Федерации / Сост. Савельев А.Г. Изд. 2-е, испр. и доп. М.: Едиториал УРСС, 2009.
 28. *Кокошин А.А.* Инновационные вооружённые силы и революция в военном деле. М.: ЛЕНАНД, 2008.
 29. Войска воздушно-космической обороны. structure.mil.ru/structure/forces/cosmic.htm (дата обращения 12.10.2013).
 30. *Канто А.С.* Кибервойна: генезис и доктринальные очертания // Вестник РАН. 2013. № 7.

DOI: 10.7868/S0869587314030025

Рентгеновская спектроскопия — основной современный метод исследования Солнца. Его суть — в построении изображений солнечного диска в узких спектральных диапазонах. Основное преимущество данного метода состоит в возможности регистрировать излучение плазмы в определённом температурном диапазоне, что позволяет изучать конкретные слои солнечной атмосферы или классы явлений. В статье обсуждаются результаты применения метода рентгеновской спектроскопии Солнца на аппарате КОРОНАС-Фотон, которые характеризуют современное состояние исследований Солнца в нашей стране.

КОСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СОЛНЦА МЕТОДАМИ ИЗОБРАЖАЮЩЕЙ РЕНТГЕНОВСКОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

С.А. Богачёв, А.С. Кириченко

Космические исследования Солнца и солнечной радиации ведутся в Физическом институте им. П.Н. Лебедева РАН (ФИАН) с конца 1940-х годов на геофизических ракетах, а с конца 1950-х по начало 1960-х годов — на искусственных спутниках Земли (ИСЗ). Первый продолжительный эксперимент по измерению потоков рентгеновского излучения в диапазоне длин волн короче 120 Э был проведён на ИСЗ “Спутник-2”, запущенном 3 ноября 1957 г. [1]. На нём был установлен прибор с открытыми фотоумножителями, разработанный под руководством С.Л. Мандельштама и А.А. Лебедева.

В 1963–1965 гг. с помощью камер-обскура на геофизических ракетах удалось осуществить прямое фотографирование Солнца в рентгеновской и далёкой ультрафиолетовой областях спектра.

Первая фотография солнечной короны получена 19 апреля 1960 г. группой Г. Фридмана (США) в области спектра 20–60 Э [2]. Аппаратура эксперимента представляла собой камеру-обскуру с отверстием диаметром 0.125 мм, закрытым алюминированной органической плёнкой с угловым разрешением порядка 3' (3 угловые минуты), что равняется 0.1 диаметра Солнца. Аппаратура имела ориентацию только по оси, направленной на Солнце, и вращалась вокруг неё. Поворот во время экспозиции составил более 70°, из-за чего первое рентгеновское изображение Солнца было сильно смазано в направлении вращения.

6 июня 1963 г. в ФИАНе был проведён аналогичный советский эксперимент, в котором впервые в мире использовалась следящая система, обеспечивающая трёхосную ориентацию и стабилизацию камеры-обскуры. Благодаря этому удалось значительно уменьшить угловую скорость вращения аппаратуры и получить наиболее чёткие на тот момент фотографии Солнца. Камера-обскура, использованная в первом советском эксперименте, имела апертуру 0.2 мм при длине камеры (расстояние от входного отверстия до плёнки) 200 мм, что обеспечивало пространственное разрешение примерно 3' [3].

По результатам анализа первых рентгеновских фотографий Солнца установлено, что его рентгеновское излучение распределено в короне неравномерно и большей частью генерируется в компактных активных областях короны размером порядка 1–3', расположенных над яркими хромосферными флоккулами, видимыми в линии К ионизованного кальция CaII. Эти области имеют повышенную температуру и плотность и могут сохраняться на Солнце в течение длительного



Авторы работают в Физическом институте им. П.Н. Лебедева РАН. БОГАЧЁВ Сергей Александрович — доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник. КИРИЧЕНКО Алексей Сергеевич — инженер первой категории.

времени — нескольких суток и даже недель. Обнаруженные источники рентгеновского излучения примерно совпали с источниками дециметрового радиоизлучения Солнца.

Более продолжительные (несколько месяцев) наблюдения Солнца были проведены ФИАНом на борту космических станций “Электрон-2” (1964) и “Электрон-4” (1965) в период Международного года спокойного Солнца [4]. Следующим важным этапом советских космических исследований стал запуск первых специализированных солнечных обсерваторий “Космос-166” (16 июля 1967 г.) и “Космос-230” (1 июня 1968 г.), научная аппаратура которых состояла из рентгеновского фотометра, дифракционного ультрафиолетового спектрометра и рентгеновского гелиографа оригинальной конструкции [5–6]. Гелиографы были оснащены шелевыми коллиматорами, которые обеспечивали получение двух одновременных взаимно перпендикулярных сканов Солнца с пространственным разрешением до 20" (20 угловых секунд). В ходе трёхмесячного эксперимента описанный метод сканирования солнечного диска позволил построить более 1 тыс. изображений Солнца в пяти спектральных каналах. Впоследствии принцип программного сканирования солнечного диска использовался на американских станциях серии “OSO” и японском спутнике “Hinotori”.

Первый советский эксперимент был поставлен сотрудниками ФИАНа в 1988 г., в нём был задействован современный метод рентгеновской спектроскопии Солнца с помощью телескопа ТЕРЕК на космическом аппарате ФОБОС [7]. В телескопе впервые была использована комбинация многослойных рентгеновских зеркал и высокочувствительных приёмников изображения на основе электронно-оптических преобразователей (ЭОП) и приборов с зарядовой связью (ПЗС-матриц). Систематические наблюдения Солнца проводились одновременно в двух спектральных диапазонах (175 и 304 Å), основное излучение в которых создаётся плазмой с температурой 1 и 0.05 МК соответственно. В течение месяца было получено более 100 изображений Солнца. Эти данные позволили выявить тонкую структуру корональных дыр и исследовать среднесрочную динамику солнечной активности. Данный эксперимент подвёл итог почти 40-летней программы советских солнечных исследований.

В современной российской истории эксперименты по рентгеновской изображающей спектроскопии Солнца были продолжены учёными ФИАНа в рамках программы Комплексных орбитальных околоземных наблюдений активности Солнца (КОРОНАС), которая была заложена советским физиком С.Л. Мандельштамом ещё в начале 80-х годов прошлого века. Первый спутник этой программы (КОРОНАС-И) выведен на око-

лоземную орбиту в 1994 г. В состав аппаратуры входили многоканальный телескоп ТЕРЕК-К и спектрогелиометр РЕС-К. Для построения изображений применялись двухкоординатные детекторы, включавшие в себя люминесцентный экран, усилитель изображения и ПЗС-матрицу. Мощное излучение оптического диапазона от диска Солнца блокировалось с помощью системы тонкоплёночных алюминиевых фильтров. Полученные данные позволили исследовать структуру образований в солнечной короне и переходной области в диапазоне температур от 10^5 до 10^7 К и их изменения на временных масштабах от нескольких секунд до трёх солнечных оборотов.

Следующий спутник (КОРОНАС-Ф) оснастили новым комплексом аппаратуры СПИРИТ, характеристики которого были существенно улучшены за счёт использования многослойной широкоапертурной (до 100 мм) оптики и более мощного бортового компьютера. В телескопических каналах применялась двухзеркальная схема Ричи–Кретьена и однозеркальная система Гершеля. Зеркала в телескопе Гершеля (на диапазоны вблизи длин волн 175 и 304 Å) были установлены на механизмы наклона, позволяющие смещать поле зрения телескопа в дальнюю корону. В качестве детекторов использовалась комбинация усилителя изображений с открытой микроканальной пластиной (МКП) на входе и ПЗС-матрицы. За более чем четырёхлетний срок проведения эксперимента накоплен большой наблюдательный материал: более 500 тыс. изображений и спектрогелиограмм Солнца в различных спектральных диапазонах [9–14].

Эксперимент ТЕСИС на спутнике КОРОНАС-Фотон. Спутник КОРОНАС-Фотон, третий и на сегодняшний день последний космический аппарат программы КОРОНАС, был выведен на орбиту 30 января 2009 г. с космодрома Плесецк. Разработанный в ФИАНе комплекс научной аппаратуры ТЕСИС, установленный на космическом аппарате, включал в себя пять основных инструментов, позволяющих проводить наблюдения в шести спектральных каналах: двухканальный телескоп Гершеля — на длины волн 171 и 304 Å; одноканальный телескоп Гершеля — на длину волны 132 Å; изображающий монохроматический спектрогелиометр — на длину волны MgXII 8.42 Å; коронограф широкого поля зрения системы Ричи–Кретьена — на длину волны 304 Å и изображающий спектрометр — на диапазон 280–330 Å [15]. Помимо основных приборов, в состав ТЕСИСа входили два высокочувствительных оптических датчика.

Комплекс инструментов отличался широким полем зрения — от 1° (4 солнечных радиуса) у телескопов до 2.5° (10 солнечных радиусов) у коронографа, имел широкий температурный охват —

от 40 тыс. до 30 млн. К, а также высокое угловое (до 1.7") и рекордное временное разрешение, достигавшее 4 с. Таким образом, инструменты обеспечивали широкие возможности для комплексного исследования "спокойной" солнечной короны в области температур порядка 1 МК, плазмы активных областей и солнечных вспышек (5–30 МК), а также эруптивных процессов в диапазоне высот от 1 до 4 солнечных радиусов над поверхностью Солнца.

Для всех каналов в ФИАНе были разработаны детекторы нового типа на основе ПЗС-матриц с обратной освещённостью. Матрицы обладали хорошей квантовой эффективностью (до 50%) и низким уровнем собственного шума, что позволило проводить прямую регистрацию коротковолнового излучения Солнца без использования люминесцентных экранов и усилителей сигнала. Три инструмента (два телескопа и спектрогелиометр) были оснащены системой наклона зеркал и фокусировки оптической системы. Для блокирования интенсивного оптического излучения впервые в истории отечественных исследований Солнца были применены многослойные тонкоплёночные фильтры, закреплённые на поддерживающих сетках, а также напылённые на чувствительную поверхность ПЗС-матрицы. Все каналы (кроме изображающего спектрометра) были оснащены механическими затворами, обеспечивающими выбор экспозиций в диапазоне от 0.1 с до 10 мин.

Угловое разрешение телескопов ТЕСИС (1.7") сейчас не является рекордным, однако в период проведения эксперимента оно существенно превосходило разрешение основной зарубежной солнечной обсерватории SOHO, составлявшее 2.6". Временное разрешение до 5–10 с было на порядок лучше, чем максимальное разрешение SOHO — чуть больше 1 мин. Можно уверенно утверждать, что по качеству изображающих наблюдений в крайней УФ-области спектра обсерватория КОРОНАС-Фотон на момент функционирования относилась к лучшим обсерваториям мира.

Время работы спутника КОРОНАС-Фотон совпало с глубоким минимумом солнечной активности, который характеризовался крайне низким уровнем излучения в мягком рентгеновском диапазоне и чрезвычайно малым количеством вспышечных событий. За время наблюдений не зарегистрировано ни одной вспышки, рентгеновский класс которой превышал бы уровень C3. Такие условия оказались чрезвычайно благоприятными для изучения слабых событий — микро- и нановспышек (10^{27} – 10^{30} и 10^{24} – 10^{27} эрг соответственно). Для современной физики Солнца важны наблюдения в мелком масштабе, так как это имеет прямое отношение к одной из наиболее важных задач солнечной физики — проблеме коронального нагрева, которую кратко можно сформулировать следующим образом. Температура короны со-

ставляет около 1 МК и содержит довольно значительный объём тепловой энергии. Поддержание температуры требует постоянной "подкачки" энергии в корону в довольно высоком темпе (характерное время радиационного охлаждения короны составляет около 1 ч). Доказано, что вспышечная активность Солнца не может обеспечить такой темп. Это привело к формированию общепринятой сейчас точки зрения, согласно которой нагрев короны осуществляется "скрытым" образом через волновые колебания либо через многочисленные вспышечные события низкой энергии — нановспышки. Для того чтобы нановспышки могли выполнять эту функцию, необходимы два условия: достаточно большое количество вспышек, а также возможность эффективного нагрева плазмы в них. Поэтому определение темпа высвобождения энергии в нановспышках и поиск свидетельств нагрева плазмы являются одними из основных задач современной физики Солнца.

В ходе эксперимента ТЕСИС было зарегистрировано около 20 тыс. нановспышек (рекордное количество), что позволило с высокой точностью построить их распределение по энергиям [16]. Это распределение является степенным (функция, в которой количество событий связано с энергией по закону $N \sim E^{-\phi}$, где ϕ — показатель функции). Если $\phi < 2$, то основной вклад в полную вспышечную энергию Солнца дают крупные события. Если $\phi > 2$, то определяющую роль играют микро- и нановспышки. Предыдущие измерения показателя ϕ из-за малой статистики давали достаточно большую погрешность: $\phi = 1.5$ – 3 . Данные, полученные в эксперименте ТЕСИС, свидетельствуют, что $\phi > 2$ — в пределах точности измерений.

Оценка температуры плазмы, формирующейся во время микро- и нановспышек, является не вполне простой задачей. В эксперименте ТЕСИС соответствующий анализ проводился с помощью монохроматического телескопа, регистрировавшего излучение вспышек в линии иона MgXII 8.42 Å (канал — MISH). Это высокотемпературная линия, чувствительная только к плазме с температурой более 4 МК. Таким образом, сам факт регистрации источника излучения в данном канале позволяет установить нижнюю границу для температуры — 4 МК. Далее приводятся некоторые результаты, полученные в ходе исследования.

Регистрация высокотемпературной плазмы в микровспышках рентгеновского класса A1.0 и ниже. В исследовании использовались данные за период с 1 апреля по 31 мая 2009 г., в течение которого активность Солнца находилась на наиболее низком уровне за всё время работы спутника КОРОНАС-Фотон. Прибор MISH работал с относительно низким каденсом (интервал времени между двумя последовательными изображениями) от 15 до 90 мин., поскольку в условиях низкой

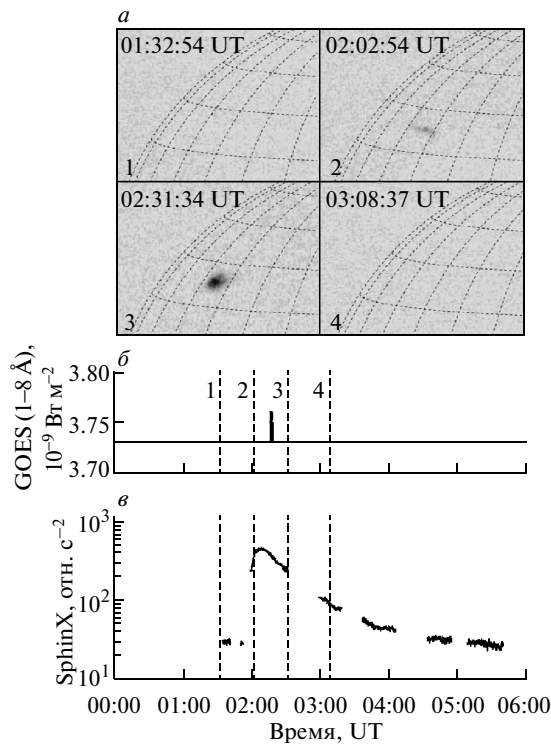


Рис. 1. Микровспышка 19 апреля 2009 г. по наблюдениям различных приборов

a – прибор ТЕСИС/MISH в линии $\text{MgXII } 8.42 \text{ \AA}$ (широтные и долготные линии проведены с шагом 10°); *b* – профиль рентгеновского излучения Солнца в диапазоне $1-8 \text{ \AA}$, полученный рентгеновским монитором GOES с 00:00 до 06:00 UT; *c* – профиль рентгеновского излучения Солнца в диапазоне $1-8 \text{ \AA}$, полученный спектрофотометром SphinX на спутнике КОРОНАС-Фотон (разрывы на временном профиле возникают при заходе спутника в тень Земли при его вращении по орбите)

пятнообразовательной деятельности Солнца и отсутствия вспышечной активности не предполагалась возможность формирования в короне Солнца плазмы с температурой 4 МК и выше. Всего в апреле 2009 г. прибор MISH получил 1373 кадра, а в мае – 3127. Рост числа изображений в мае связан с более высоким каденсом, установленным в результате роста уровня солнечной активности.

Целью исследования был поиск высокотемпературной плазмы в микровспышках предельно низких рентгеновских классов (порядка A1.0 и ниже), которые примыкают к классу нановспышек. При обработке данных найдено несколько областей предположительного повышения температуры. Поскольку речь идёт о наблюдениях на пределе чувствительности, мы постарались во всех случаях найти дополнительные подтверждения нагрева плазмы, для чего привлекались данные со следующих приборов: рентгеновский монитор GOES (канал $1-8 \text{ \AA}$), рентгеновский спектрофотометр SphinX/КОРОНАС-Фотон, телескоп Hinode/XRT и телескоп FET/КОРОНАС-Фотон.

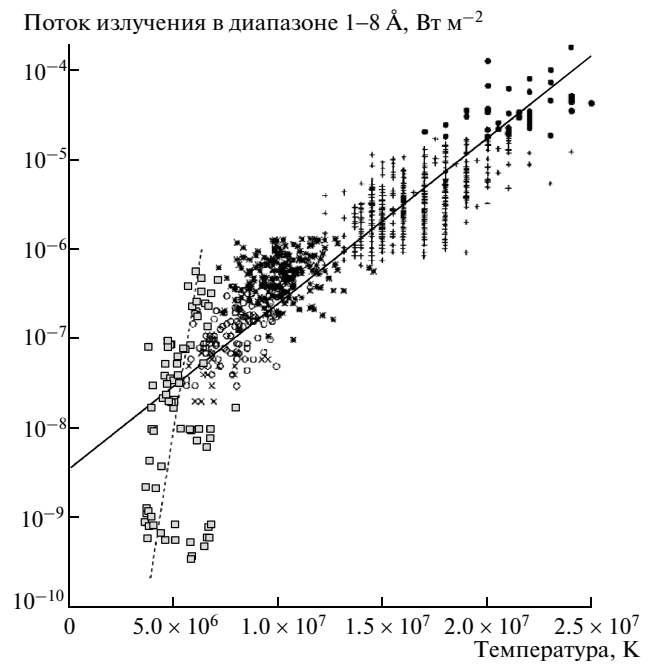


Рис. 2. Зависимость температуры вспышечной плазмы от рентгеновского класса события

Символом “квадрат” отмечены результаты измерений в эксперименте ТЕСИС на спутнике КОРОНАС-Фотон, полученные для вспышек низких рентгеновских классов (пунктирная линия – наилучшее приближение данных линейной функцией). Остальные символы – данные более ранних космических экспериментов из работы [18]. Различные символы соответствуют разным экспериментам. Сплошная линия – наилучшее линейное приближение данных

На рисунке 1 показан пример высокотемпературного источника излучения, обнаруженного нами в микровспышке 19 апреля 2009 г. [17]. Для данного события удалось найти прямое соответствие на временных профилях рентгеновского монитора GOES $1-8 \text{ \AA}$ (рис. 1, *b*) и спектрофотометра SphinX (рис. 1, *c*), благодаря чему стало возможным точно измерить рентгеновский класс события – A0.38. Высокотемпературная плазма была зарегистрирована за несколько минут до максимума микровспышки и через 20 мин. после. Полное время жизни высокотемпературного источника составило около получаса.

Всего подобным способом зарегистрировано и исследовано 157 микровспышек, сопровождавшихся нагревом окружающей плазмы до температуры не менее 4 МК. Из них 14 событий относились к рентгеновскому классу В, 30 – к классу А и 113 событий имели рентгеновский класс ниже уровня A1.0. Для всех событий, зарегистрированных с апреля по май 2009 г., была проведена температурная диагностика. Температура определялась путём сравнения одновременных потоков излучения из области вспышки в разных каналах наблюдений, включая данные GOES и SphinX. Рассчитанные значения температуры сравнива-

лись с результатами, полученными Г. Фельдманом [18] для вспышек более высоких рентгеновских классов — от А2 до Х2. На рисунке 2 чёрным цветом показаны данные, полученные Фельдманом, серым — исследованные в настоящей работе микровспышки. Согласно зависимости Фельдмана, в слабых событиях (микровспышки с рентгеновским классом ниже А) горячая плазма наблюдаться не должна. Добавление на этот график данных ТЕСИС приводит к формированию ранее неизвестного излома в области событий класса А. Таким образом, зависимость температуры плазмы от класса вспышки претерпевает существенные изменения в области вспышек низкой энергии. Всего горячая плазма была обнаружена нами в 86% исследованных событий. Это свидетельствует о том, что микровспышки могут внести существенный вклад в процесс нагрева короны. Температура плазмы в исследованных событиях составила от 3.7 до 8.0 МК, мера эмиссии находилась в диапазоне 4.3×10^{44} – 3.4×10^{48} см⁻³. Измеренная концентрация плазмы равна 2.8×10^8 – 8.4×10^9 см⁻³. Полная тепловая энергия, высвобождаемая в одной микровспышке, составляет 2.4×10^{27} – 9.9×10^{29} эрг.

* * *

Работы в области рентгеновской изображающей спектроскопии Солнца в рамках Федеральной космической программы (ФКП) России планируется продолжить в ходе двух космических экспериментов. В настоящее время ФИАН приступил к созданию научной аппаратуры (рабочее название “Арка”) для малого космического аппарата № 5 программы МКА-ФКИ (Малые космические аппараты для фундаментальных космических исследований) [19]. Два телескопа с диаметром зеркал 200 мм будут строить изображения Солнца в спектральных диапазонах 171 и 304 Å, с угловым разрешением 0.1" в поле зрения около 10' (треть солнечного диска). Указанное разрешение является рекордным и превышает точность действующей солнечной обсерватории SDO (НАСА) примерно в 6 раз. Срок запуска обсерватории, установленный ФКП России, — конец 2015 г. По состоянию на середину 2013 г. по проекту завершено эскизное проектирование. Технологический и конструкторско-доводочные образцы аппаратуры должны быть разработаны до конца 2014 г.

Второй проект — космическая обсерватория Интергелиозонд [20, 21], представляющая собой эксперимент нового типа, в рамках которого будут проведены первые длительные исследования Солнца и плазменной межпланетной среды с расстояний до 60 солнечных радиусов от Солнца, включая опыты вне пределов плоскости эклиптики. В состав разрабатываемой ФИАНом научной

аппаратуры входит многоканальный телескоп ТРЕК, работающий на основе метода изображающей спектроскопии и предоставляющий изображения короны и переходного слоя Солнца в линиях вакуумного УФ-диапазона, недоступных для регистрации с поверхности Земли. Пространственное разрешение наблюдений в каналах высокого разрешения будет составлять около 250 км на пиксель в точке перигелия, что в 5 раз больше, чем разрешение телескопов на спутнике КОРОНАС-Фотон и в 1.7 раза превышает пространственное разрешение действующей солнечной обсерватории SDO. Научная программа эксперимента основана на использовании как особенностей орбиты (приближение к Солнцу на расстояние 0.3 а.е., в том числе выход за пределы плоскости эклиптики), так и особенностей комплекса научной аппаратуры — широкое перекрытие наблюдений по высоте и температурному диапазону и высокое угловое разрешение. В результате планируется получить большой объём новой информации о физике активных солнечных явлений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мандельштам С.Л., Тиндо И.П., Воронько Ю.К. Исследование рентгеновского излучения Солнца. I: Измерения при помощи космических кораблей // Искусственные спутники Земли. Вып. 11. М.: Изд-во АН СССР, 1961.
2. Friedman H. Solar X-Ray Emission // The Solar Corona. Proceedings of IAU Symposium № 16. N.Y.: Academic Press, 1963.
3. Житник И.А., Крутов В.В., Малявкин Л.П. и др. Изображения и спектр Солнца в области 9.5–200 Å // Космические исследования. Вып. 2. 1967. Т. 5. С. 274–279.
4. Мандельштам С.Л. Исследования коротковолнового излучения Солнца // Успехи СССР в исследовании космического пространства. М.: Наука, 1968.
5. Васильев Б.Н., Житник И.А., Корнеев В.В. и др. Предварительные результаты исследований Солнца с помощью спутника Космос-166 // Космические исследования. 1968. № 3.
6. Бейгман И.Л., Вайнштейн Л.А., Васильев Б.Н. и др. Исследование рентгеновских вспышек на Солнце с помощью спутника Космос-230 // Космические исследования. 1971. № 1.
7. Sobelman I.I., Zhitnik I.A., Ignat'ev A.P., et al. Diagnostics of the inner corona by XUV-imaging of the Sun // Advances in Space Research 1991. V. 11. P. 99–107.
8. Oraevsky V.N., Sobelman I.I. Comprehensive Studies of Solar Activity on the CORONAS-F Satellite // Astronomy Letters. 2000. № 6.
9. Житник И.А., Кузин С.В., Собельман И.И. и др. Основные результаты эксперимента СПИРИТ на ИСЗ КОРОНАС-Ф // Астрономический вестник. 2005. № 6.

10. *Чертюк И.М., Слемзин В.А., Кузин С.В. и др.* Солнечное эруптивное событие 4 ноября 2001 г. по данным телескопа СПИРИТ на спутнике КОРОНАС-Ф // *Астрономический журнал*. 2004. № 5.
11. *Grechnev V.V., Chertok I.M., Slemzin V.A., et al.* CORONAS-F/SPIRIT EUV observations of October–November 2003 solar eruptive events in combination with SOHO/EIT data // *Journal of Geophysical Research*. 2006. V. 110 (A9). A09S07.
12. *Kuzin S.V., Chertok I.M., Grechnev V.V., et al.* CME-associated dimmings on the Sun observed with the EUV SPIRIT telescope on the CORONAS-F spacecraft // *Advances in Space Research*. 2006. V. 38 (3). P. 451–455.
13. *Гречнев В.В., Кузин С.В., Урнов А.М. и др.* О долгоживущих горячих корональных структурах, наблюдавшихся на ИСЗ КОРОНАС-Ф/СПИРИТ в линии MgXII // *Астрономический вестник*. 2006. № 4.
14. *Grechnev V.V., Uralov A.M., Zandanov V.G., et al.* Plasma Parameters in a Post-Eruptive Arcade Observed with CORONAS-F/SPIRIT, Yohkoh/SXT, SOHO/EIT, and in Microwaves // *PASJ*. 2006. V. 58 (1). P. 55–68.
15. *Кузин С.В., Богачёв С.А., Житник И.А. и др.* Эксперимент ТЕСИС по рентгеновской изображающей спектроскопии Солнца на спутнике КОРОНАС-Фотон // *Известия РАН. Серия физическая*. 2010. № 1.
16. *Ульянов А.С., Богачёв С.А., Кузин С.В.* Динамика ярких точек и выбросов на Солнце по наблюдениям прибора ТЕСИС на спутнике КОРОНАС-Ф // *Астрономический журнал*. 2004. № 10.
17. *Кириченко А.С., Богачёв С.А.* Длительный нагрев плазмы в солнечных микровспышках рентгеновского класса A1.0 и ниже // *Письма в Астрономический журнал*. 2013. № 11.
18. *Feldman G., Doschek G.A., Behring W.E., Phillips K.J.H.* Electron Temperature, Emission Measure, and X-Ray Flux in A2 to X2 X-Ray Class Solar Flares // *Astrophysical Journal*. 1996. V. 460. P. 1034–1041.
19. *Богачёв С.А., Кузин С.В., Перцов А.А. и др.* Техническая концепция и научные задачи комплекса научной аппаратуры АРКА для малого космического аппарата МКА-ФКИ № 5 // *Научные эксперименты на малых космических аппаратах. Труды научно-технического семинара* / Под ред. Назирова Р.Р., Чулкова И.В., Юрова В.Н. М.: Изд-во ИКИ РАН, 2013.
20. *Кузин С.В., Богачёв С.А., Шестов С.В. и др.* Комплекс изображающих инструментов проекта “Интергелиозонд” // *Труды рабочего совещания «Проект “Интергелиозонд”», 11–13 мая 2011 г., Таруса / Ред. Кузнецов В.Д.*
21. *Кириченко А.С., Зимовец И.В., Богачёв С.А., Кузин С.В.* Солнечный рентгеновский телескоп СОРЕНТО для проекта “Интергелиозонд” // *Труды рабочего совещания «Проект “Интергелиозонд”», 11–13 мая 2011 г., Таруса / Ред. Кузнецов В.Д.*

DOI: 10.7868/S0869587314030219

Международный научный эксперимент “Марс-500” позволил за относительно короткие сроки получить большой объём уникальной научной информации о комплексном влиянии факторов межпланетного космического полёта (таких, как автономность существования, задержка связи, международный состав экипажа, наличие в структуре экспедиции кульминационного события — высадки на другую планету) на поведение и деятельность изолированной малой группы. Полученные закономерности обуславливают необходимость внесения изменений в отбор, подготовку и медико-психологическое обеспечение будущего экипажа пилотируемой экспедиции к другим планетам.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ “МАРС-500”

И.Б. Ушаков, Б.В. Моруков, Ю.А. Бубеев, В.И. Гущин, Г.Ю. Васильева,
А.Г. Виноходова, Д.М. Швед

Целью проводившегося Роскосмосом и реализованного в 2010–2011 гг. Институтом медико-биологических проблем (ИМБП) РАН эксперимента “Марс-500” являлось изучение взаимодействия “человек—окружающая среда” и получение экспериментальных данных о состоянии здоровья и работоспособности человека, находящегося в условиях изоляции в герметично замкнутом пространстве ограниченного объёма при моделировании основных отличий и ограничений, присущих марсианскому полёту. В рамках проекта изучались медико-биологические аспекты автономного пилотируемого полёта на Марс международного экипажа из шести человек в возрасте от 25 до 40 лет: трёх россиян, двух представителей Европейского космического агентства (ЕКА) и представителя Китайского космического агентства.

В ходе 520-суточной изоляции экипаж выполнял интенсивную научную программу, составленную Российской академией наук, Европейским космическим агентством и Институтом медико-биологических исследований США, включаю-

щую более 100 экспериментов, реализовывал мероприятия по профилактике действия моделируемых неблагоприятных факторов длительного космического полёта. Автономные условия существования создавались путём ограничения количества имеющихся у экипажа ресурсов (продуктов питания, расходных материалов, запчастей и пр.) и прекращения дооснащения с 36-х суток эксперимента. Впервые применительно к межпланетному полёту с помощью компьютерной сети воссоздавалась нарастающая задержка связи Центра управления полётами (ЦУП) с экипажем, которая к 350-м суткам эксперимента достигла 12 мин. Кроме того, на 320–327-е сутки эксперимента моделировалось полное прекращение связи с экипажем. В период задержки связи для общения с ЦУПом экипаж использовал электронные послания и видеосообщения.

Впервые изучалась не только сверхдлительная 520-суточная изоляция, имитирующая межпланетный перелёт, но и воспроизводился этап высадки на поверхность планеты Марс (244–272-е сутки эксперимента) с выполнением ключевых исследовательских операций, запланированных в рамках сценария, разработанного Роскосмосом и Российской академией наук [1]. При моделировании высадки экипаж разделялся на две части: орбитальная группа оставалась в макете Марсианского корабля, а десантная часть экипажа из трёх человек изолировалась в имитаторе спускаемого модуля. В ходе трёхнедельной имитации высадки десантная часть экспедиции выполняла следующие ключевые операции: работа в скафандрах на имитаторе марсианской поверхности (рис. 1),

Авторы работают в Институте медико-биологических проблем РАН. УШАКОВ Игорь Борисович — член-корреспондент РАН, директор. МОРИКОВ Борис Владимирович — член-корреспондент РАН, заместитель директора. БУБЕЕВ Юрий Аркадьевич — доктор медицинских наук, заведующий отделом. ГУЩИН Вадим Игоревич — доктор медицинских наук, заведующий лабораторией. ВАСИЛЬЕВА Галина Юрьевна — кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник. ВИНХОДОВА Алла Геннадьевна — кандидат психологических наук, ведущий научный сотрудник. ШВЕД Дмитрий Михайлович — кандидат медицинских наук, научный сотрудник.

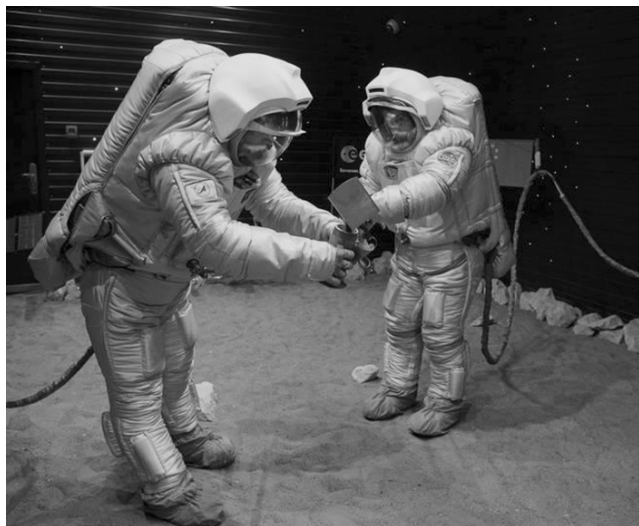


Рис. 1. Имитация деятельности на поверхности Марса

управление физическими и виртуальными роботизированными средствами исследования Марса (рис. 2) и т.д. Подробно основные условия проекта “Марс-500” описаны в работе А.И. Григорьева, И.Б. Ушакова и Б.В. Морукова [2].

Научные результаты эксперимента “Марс-500” связаны с определением особенностей действия моделируемых факторов межпланетного космического полёта на психофизиологические возможности человека-оператора. Целесообразно представить их в виде отдельных разделов, каждый из которых посвящён влиянию одного ключевого фактора. При этом мы понимаем, что в реальности имеем дело с комплексным воздействием на организм и психику человека выделенных факторов.

АВТОНОМНОСТЬ И ФЕНОМЕН “ОТРЫВА”

В настоящее время в сообществе медиков и психологов общепризнанно, что наиболее значимой медико-психологической проблемой межпланетного полёта на Марс является фактор автономности [3, 4]. В главе о возможных психофизиологических эффектах длительного автономного полёта к Марсу Н. Канас и Д. Манзей высказали гипотезу о возможности психологического “отрыва” автономного экипажа от Земли [5]. Под “отрывом” подразумевается:

- прогрессирующее по мере удаления от родной планеты и увеличения “физической” автономности (отсутствие допоставок ресурсов) снижение мотивации на выполнение программы работ и общей активности экипажа;
- “огруппление” мышления (“groupthink” [6]) — независимость поведения космонавтов от рекомендаций Центра управления, преобладание при принятии решений опоры на собственные ценности и приоритеты, переоценка своих возможностей;
- нарастание чувства изолированности, тоски по Земле, оставшимся на ней родным и близким.

Аналогичное предположение высказывалось в работах А.К. Юсуповой, И.Б. Ушакова, В.И. Гущина, Д.М. Шведа и других [7–10], где авторы описывают данные феномены как результат воздействия длительной изоляции и считают, что при развитии на фоне нарастающей из-за пребывания в гермообъёме астензации центральной нервной системы, снижения физической активности, в том числе коммуникативной, подобные процессы могут привести к открытому противостоянию между экипажем и ЦУПом.

Изучение коммуникации в проекте “Марс-500” позволило во многом подтвердить данную гипотезу.



Рис. 2. Интерфейс виртуального управления пилотируемым ровером

тезу [11]. В ходе эксперимента по мере “удаления от Земли”, прекращения дополнительных поставок ресурсов в гермокамеры и появления задержки связи отмечалось снижение потребностей экипажа в советах и рекомендациях ЦУПа. Марсонавты осознали необходимость полного использования имеющихся ресурсов гермокомплекса, научились решать возникающие проблемы самостоятельно и, что нам более важно, эффективно, без потерь качества обеспечивать выполнение программы экспедиции. Сформированное пребыванием в изоляции знание систем жизнеобеспечения “корабля”, его возможностей, неоднократное выполнение необходимых операций привело к тому, что экипаж фактически перестал нуждаться в справочной и уточняющей информации специалистов ЦУПа. Естественно, после выхода на удаляющуюся от Земли траекторию полёта, делающую невозможными допоставки материальных объектов, отпала необходимость обращений по поводу получения аппаратуры, оборудования и ресурсов жизнедеятельности.

На этом фоне снизилось информирование экипажем ЦУПа о поломках оборудования и нехватках тех или иных ресурсов. Экипаж не всегда считал нужным сообщать о своих проблемах, поскольку наземные службы не могли непосредственно способствовать их разрешению [8–10]. Наиболее ярким примером “отрыва” стало отсутствие у наземных служб в течение нескольких недель информации об аварийном состоянии систем физиологической регистрации одного из экспериментов, и только когда данное обследование было вновь запланировано в полном объёме, соответствующее сообщение экипаж направил в ЦУП.

Тем не менее у марсонавтов постепенно нарастала потребность в психологической поддержке со стороны ЦУПа. По словам европейских членов команды, речь шла не об инструкциях и рекомендациях, а о необходимости обратной связи, подтверждающей значимость для Земли выполняемых экипажем заданий, интереса к каждому новому результату, достигаемому марсонавтами. Как указывают европейские участники проекта, в тех случаях, когда экипаж чувствовал непрерывную информационную поддержку и заинтересованность в его деятельности, ему было проще сохранять высокую мотивацию к выполнению операций. Но порой даже кратковременная потеря контакта со специалистом наземных служб или учёным приводила к снижению доверия и формализации отношения как к конкретному человеку, так и к предложенной им программе работ. Подобные рекомендации и решения вызывали непонимание экипажа и часто игнорировались. В этом случае обе стороны зачастую предпочитали не вступать в конфликт и отстаивать свои позиции, вы-

бирая стратегию избегания. Нарастающая задержка связи лишь усугубляла проблему.

По мере увеличения срока пребывания в автономных условиях с задержкой связи всё большее значение для участников проекта приобретало общение с родными и близкими, а также с национальными группами психологической поддержки. Российские и европейские марсонавты в соответствии с индивидуальными потребностями регулярно выходили на конфиденциальный контакт с психологами, что смягчало влияние нарастающего дефицита социальных контактов. Кроме того, как и в предыдущих международных модельных экспериментах с изоляцией – HUBES-94 и SFINCSS-99, отмечался прогрессивный рост числа и объёма исходящих от экипажа сообщений по электронной почте родным и близким.

Таким образом, результаты эксперимента в целом подтвердили гипотезу Н. Канаса и Д. Манзеля о возможности возникновения феномена психологического “отрыва” в ходе длительной автономной экспедиции в условиях изоляции [5]. В проекте “Марс-500” он выражался в виде снижения зависимости экипажа от решений и рекомендаций ЦУПа, росте числа самостоятельных решений, основанных на знаниях, ценностях и целях изолированной малой группы. Однако мы, в отличие от упомянутых авторов, рассматриваем данный феномен как элемент общего адаптационного процесса и процесса автономизации [3], необходимого изолированному экипажу для существования и эффективной деятельности в условиях долговременной изоляции в гермообъёме на фоне невозможности получения материальной помощи извне. По мнению авторов публикации “Некоторые особенности организации жизнедеятельности экипажа марсианской экспедиции” [3], только опираясь на собственные ресурсы и самостоятельно принимая решения, основанные на оперативной информации, опыте и знаниях членов экипажа, можно успешно преодолеть возникающие в автономном полёте трудности и выполнить программу реальной межпланетной экспедиции. Для работы в непредсказуемой, полной разного рода нештатных ситуаций разведывательной экспедиции к другой планете необходимо отбирать тех, кто в данных условиях будет решителен, независим и способен быстро, без посторонней помощи и опеки творчески решать новые задачи. При этом, как показывают результаты эксперимента, сами условия автономного полёта способствуют выработке у экипажа именно такой поведенческой стратегии.

В то же время автономизация экипажа сопровождается снижением информирования служб эксперимента о его потребностях, происходящих в макете космического комплекса событиях, состоянии логистики и ресурсов. Это порой не позволяло ЦУПу принимать более эффективные реше-

ния, основанные на чётком понимании ситуации, мешало выдавать обоснованные инструкции. Следует отметить, что открытых конфликтов в контуре “экипаж—ЦУП” отмечено не было. Мы связываем это с профессиональной работой психологов, не позволивших службам обеспечения выражать экипажу недоумение и некоторое раздражение, возникающие на основе дефицита данных из гермокамер, как это иногда происходило, по данным [12], во время моделирования автономного поведения экипажа в американском подводном проекте NEEMO. В проекте “Марс-500” ЦУП постепенно сменил традиционный, принятый в орбитальных полётах командно-указательный стиль управления на консультативно-рекомендательный, чаще работал исходя из запросов экипажа, а не из собственных информационных потребностей. Следует отметить достаточно высокую толерантность и терпение марсонавтов, их коммуникативные и социальные навыки. Именно такое взаимодействие социально-компетентного экипажа и стремящегося прежде всего оказать помощь ЦУПа представляется нам наиболее эффективным применительно к будущим полётам на другие планеты [13]. Попытки командовать, оказывать давление на космонавтов в автономном полёте могут привести к частичной либо полной потере взаимного доверия, ещё большему снижению информационного обмена вплоть до отказа экипажа выполнять распоряжения Земли, как случилось в эксперименте SFINCSS-99 [14].

Важным компонентом феномена “отрыва” является растущая по мере увеличения продолжительности изоляции и дефицита общения с внешними абонентами потребность в психологической поддержке значимых для членов экипажа конфидентов (людей, внушающих личное доверие). В их число входят участники национальных групп психологической поддержки, а также родные и близкие, для общения с которыми использовались конфиденциальные линии связи. Как указывает Б. ван Баарсен, недочёты системы психологической поддержки (отсутствие своевременной реакции на запрос об информировании, контакте с близкими, жалобу, недостаточное внимание к психоневрологической симптоматике) могут усугубить растущую тоску по Земле, близким и чреватые продолжительными депрессивными расстройствами [15]. Поэтому только оперативная индивидуализированная психологическая поддержка от хорошо информированного о психофизиологическом состоянии космонавта психолога, знающего национальные и культурные особенности члена экипажа, способна компенсировать действие данного компонента феномена “отрыва”. Однако, как указывают Н. Канас и Д. Манзей, реализация традиционной, разработанной российскими специалистами психологической поддержки в условиях задержки связи будет затруднительна [5].

По мнению авторов, в этом случае упор следует сделать на систему электронных посланий, как это и было реализовано в проекте “Марс-500”.

ЗАДЕРЖКА СВЯЗИ

Как рассказывали участники “Марса-500” в своих постэкспериментальных интервью, важна не столько величина задержки в общении (она достигала 20 мин), сколько сам факт её наличия. Ряд случаев, связанных с принятием решений (например, телемедицинская ситуация с отработкой оказания помощи марсонавту), показал, что отсутствие возможности сразу получить подкрепление своего мнения, удовлетворить потребность, связанную с информационным дефицитом, приводит к размыканию информационного контура “экипаж—ЦУП”. При этом у обеих сторон не только развивалось чувство неудовлетворённости контактом и ощущение его неполноценности, но и гораздо хуже проходило принятие последующих решений, основанных не на знании взаимной позиции, а на предположениях. В случае отсутствия ответа запрос повторялся, причём нередко он оказывался негативно эмоционально окрашенным. Реже встречалась стратегия отказа от контакта и одностороннее принятие решений, что усугубляло непонимание действий другой стороной. Кроме того, без привычного одобрения извне у экипажа, как мы уже указывали, снижалась мотивация к выполнению запланированных операций [16] и постепенно — мотивация к общению с ЦУПом. Проведённое моделирование полного отсутствия информационного обмена с Землёй в течение семи дней лишь подтвердило данную негативную тенденцию. После восстановления связи экипаж не только не испытывал потребности компенсировать недельный дефицит общения со службами, но и продолжил коммуникации на новом, сниженном уровне объёма переговоров (рис. 3) [17].

Конечно, нельзя не отметить, что к этому времени марсонавты отлично знали все запланированные операции, аппаратуру и оборудование станции и гораздо меньше нуждались в информировании и советах извне. Однако то, что полное отключение связи подтолкнуло их ещё больше ограничить информирование ЦУПа о происходящем в гермокамере, является негативным фактором, нарушающим эффективное консультирование экипажа при выполнении программы экспедиции. Кроме того, сам экипаж лишается таким образом обратной связи и коррекции принятых решений со стороны социума, которые присущи нормальному общению на Земле. Редукция функции сверки своей позиции с позицией большинства, как указывает А.А. Леонтьев, может неблагоприятно сказаться на качестве решений, их соответствии принятым социальным нормам [18].

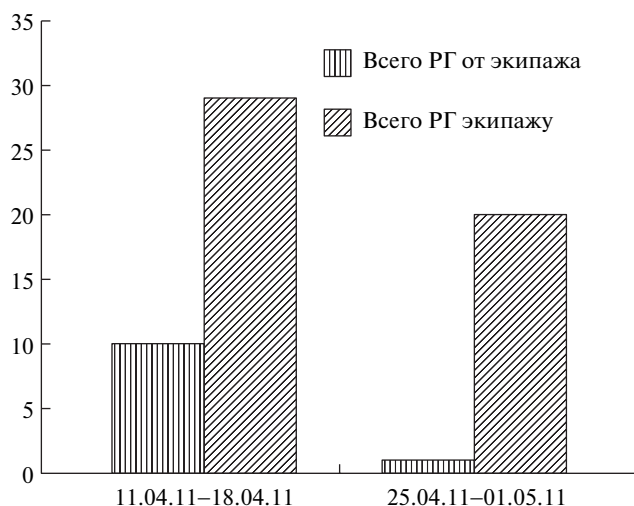


Рис. 3. Количество сообщений-радиограмм (РГ), отправленных до и после периода полного отсутствия связи «экипаж–Центр управления»

Таким образом, результаты эксперимента «Марс-500» подтвердили опасения возможного неблагоприятного влияния задержки связи на качество информационного обмена в контуре «борт–Земля». Необходимо провести исследования, направленные не только на дальнейшее изучение данного феномена, но и на поиски и отработку эффективных средств профилактики воздействия задержки связи на принятие решений при выполнении космических и наземных операций.

ВЛИЯНИЕ ЗНАЧИМЫХ СОБЫТИЙ

Как уже отмечалось, особенностью организационной структуры межпланетного полёта является наличие в его ходе кульминационного события — высадки на планету, что делает программу экспедиции принципиально отличной от программы орбитальных миссий. При этом успех экспедиции на Марс связан не только и не столько с её окончанием и возвращением на Землю, но в огромной степени с эффективным проведением всего комплекса операций по высадке: посадка, выполнение операций на поверхности и взлёт. «Марс-500» стал первой попыткой изучения медико-психологических аспектов моделирования операций по высадке на планету Марс. Значимость события подкреплял интерес СМИ. Это не могло не вызвать дополнительной психологической напряжённости у экипажа, состав которого к тому же был определён достаточно поздно — за месяц до «высадки»; поэтому в ходе высадки приходилось выполнять комплекс новых, недостаточно тренированных на этапе подготовки экспедиции операций.

В результате члены экипажа испытывали неуверенность, в частности, по поводу возможности

выполнения операций в тяжёлом скафандре «Орлан» на фоне связанной с пребыванием в гермообъекте гиподинамией, а также смоделированного в течение недели перед «высадкой» перераспределения жидких сред в организме. Уровень стресса повысился в связи с особой ответственностью за эффективное выполнение операций на публике в ходе телевизионной трансляции. В дальнейшем, после трёх безошибочно выполненных выходов на «поверхность Марса», негативный эмоциональный фон экипажа спускаемого модуля сменился на явно позитивные переживания, связанные с успешным выполнением сложных задач и массой положительных отзывов общественности об их работе. Психофизиологические корреляты адаптации к условиям моделированной высадки (данные анализа переговоров, опросников, биохимические исследования и изучение сна) подтверждают повышение эмоциональной напряжённости у членов экипажа марсианского десанта. В то же время уровень напряжённости у орбитального экипажа был существенно ниже. Таким образом, эмоциональный всплеск, вызванный операциями по высадке, разделил программу экспедиции на две значимые части, а сам экипаж — на тех, кто испытал в связи с этим существенные переживания, и тех, для кого экспедиция мало отличалась от обычного орбитального полёта. Следует отметить, что испытанный десантной частью экипажа эмоциональный подъём в дальнейшем сменился естественным спадом показателей напряжённости систем организма [19, 20].

Ещё одним психологически значимым событием для всех участников «Марса-500» оказался затянувшееся время обсуждения с руководством эксперимента продолжительности и содержания постэкспериментального периода. Естественно, сверхдлительное пребывание в изоляции стимулировало у обследуемых потребность быстро покинуть объект, сократить срок карантина, необходимого для профилактики возникновения инфекционных заболеваний на фоне сниженного после пребывания в искусственной среде гермокамер иммунитета. Кроме того, долговременная социальная изоляция, вынужденный характер общения усугублялись для трёх членов экипажа ещё более продолжительным пребыванием на территории другой страны, вдали от родных и близких. Поэтому дискуссии на тему длительности и содержания постэкспериментального периода весной 2011 г. заняли много времени и, как показывают данные психофизиологических исследований, оказали существенное влияние на объём и структуру общения с ЦУПом, психоэмоциональное состояние обследуемых, биохимические показатели уровня стресса, а также фазовую структуру сна [19–21]. Следует подчеркнуть, что изменения отмечались у всего экипажа, что, видимо, обуслов-

лено вовлечённостью каждого обследуемого в решение данной проблемы. После достижения компромиссных решений, удовлетворяющих как потребности экипажа, так и установленные программой эксперимента требования к проведению постэкспериментального периода, показатели вернулись к своим средним нормативным значениям.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют, что наличие в программе значимых событий (прежде всего высадки на другую планету) вызывает дополнительное, не связанное непосредственно с влиянием факторов пребывания в гермообъёме, напряжение адаптационных систем организма. При этом наблюдаются проявления психофизиологической напряжённости: изменяется психоэмоциональное состояние членов экипажа, фазовая структура сна, коммуникативное поведение, биохимические показатели и показатели психической работоспособности. Очевидно, что значимость событий и связанная с этим выраженность психофизиологических изменений определяется степенью личной вовлечённости обследуемого в проблемную ситуацию, выполняемыми им функциями, индивидуальной стратегией преодоления стресса.

АВТОНОМНОСТЬ И КУЛЬТУРНО ОБУСЛОВЛЕННЫЕ ПОТРЕБНОСТИ ЧЛЕНОВ ЭКИПАЖА

Сверхдлительная изоляция и фактор автономности, а именно, отсутствие возможности гибкого реагирования на изменяющиеся потребности членов экспедиции, показали важность учёта культурных особенностей членов экипажа при планировании и подготовке межпланетной экспедиции. Характерные для кратковременных полётов терпение, толерантное отношение к невозможности немедленно удовлетворить или компенсировать чем-либо свои индивидуальные потребности отступают на задний план под влиянием фактора времени.

Наиболее наглядно иллюстрируют данный тезис проблемы с питанием, возникшие у некоторых членов экипажа “Марса-500”. Диета марсонавтов на первой стадии моделируемого полёта была составлена из известных западноевропейских продуктов и, безусловно, отвечала всем основным медицинским параметрам (энергетическая ценность, соотношение белков, жиров и углеводов). При этом несоответствие некоторых компонентов данной диеты культурно обусловленным пищевым привычкам отдельных членов экипажа постепенно, примерно с третьего месяца изоляции, стало основанием для психологического дискомфорта, а затем открытых жалоб участников. Это повлияло на психологический климат в экипаже, участники которого пытались

смягчить фрустрацию потребностей у своих партнёров. Психологи также были вынуждены уделить особое внимание психологическому статусу жаловавшихся, стремились поддержать их и компенсировать неудовлетворённость данной потребности дополнительными контактами с родными и близкими, а также другой отвлекающей информацией. Автономная среда обитания и невозможность поставок законсервировали эту негативную ситуацию, поддерживая уровень дискомфорта на постоянном, весьма значительном, уровне до момента окончания периода высадки, когда экипаж получил доступ к “хранившимся на Марсе” запасам. Смена диеты на более интернациональный вариант после моделирования высадки на Марс существенно облегчила психофизиологическое состояние отдельных участников и экипажа в целом.

Результатом совокупного влияния культурных предпочтений не только на пищевые предпочтения, но и на эстетические потребности человека в условиях изоляции являются особенности использования марсонавтами различных оранжевых комплексов [22]. На количество времени, проведённое около растений, влияли как факторы сенсорной депривации и монотонности окружающей среды (что обусловило выбор экипажем для выращивания в малой оранжерее растений с большими красными цветами), так и национальные предпочтения — использование в пищу определённых овощей и салатной зелени (рис. 4).

Ещё один пример необходимости учёта культурных различий при организации медико-психологического обеспечения межпланетной экспедиции связан с потребностью экипажа в общении и психологической поддержке. По данным Э. Фейхтингера, психолога ЕКА, потребность в общении с близкими, а также в получении информации о происходящем в родной стране была более выражена у европейских участников экспериментов “Марс-105” и “Марс-500”, что, вероятно, обусловлено “отрывом” не только от Земли, но и от родины [23]. Этот вывод подтвердили сами европейские марсонавты. Следует добавить, что, как и в случае с питанием, фрустрация данной потребности нарастала и достигла своего пика в момент прекращения задержки связи. Для её компенсации психологи эксперимента организовали несколько длительных телеконференций, после которых психологический дискомфорт и напряжённость спадали.

Таким образом, выявление и планирование удовлетворения потребностей членов экипажа с учётом ограниченных материальных ресурсов экспедиции, а также потребностей, обусловленных культурными различиями и индивидуальными предпочтениями, — важные условия эффективной организации медико-психологического обеспечения межпланетной экспедиции. Не ме-



Рис. 4. Один из членов экипажа “Марс-500” с цветами, выращенными в оранжерее экспериментального комплекса

нее существенно и своевременное и аргументированное информирование космонавтов об имеющихся ограничениях ресурсов, а также о плане индивидуальной компенсации фрустрированных потребностей на протяжении всей экспедиции. Наконец, как показывают результаты “Марса-105” и “Марса-500”, своевременное реагирование группы психологической поддержки в случае возникновения данного вида фрустрации может предотвратить развитие депрессивных расстройств.

ПОЗИТИВНЫЕ ЭФФЕКТЫ ПРЕОДОЛЕНИЯ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ФАКТОРОВ ДЛИТЕЛЬНОГО КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЁТА

С первых дней постановки задачи участия человека в космических полётах медико-психологический отбор космонавтов и последующее медико-психологическое обеспечение в течение полёта основывались на представлении о космосе как о враждебной среде, несущей угрозу здоровью и жизни человека. Космическая медицина и психология были ориентированы на выявление неблагоприятных факторов, создание инструментов дистанционной динамической комплексной диагностики состояния здоровья и работоспособности человека в орбитальном полёте, обеспечение взаимодействия экипажа и разработку средств профилактики негативных последствий длительного пребывания в невесомости в условиях изоляции в гермообъёме с искусственной средой обитания. Эта задача была с успехом решена, о чём свидетельствуют результаты рекордных по

длительности полётов российских космонавтов В.В. Полякова, С.К. Крикалёва, С.В. Авдеева и других.

Однако в последнее время в рамках актуального направления позитивной психологии проведён ряд исследований, прежде всего под руководством П. Судфелда и Н. Канаса, в которых внимание заостряется на изучении позитивных эмоциональных состояний и социально-психологических установок, возникающих у астронавтов в ходе успешного преодоления стрессорных факторов длительного космического полёта. Используя тематический контент-анализ интервью и мемуаров астронавтов, П. Судфелд показал, что наибольшие изменения наблюдались у астронавтов не столько в ценностях “для себя”, сколько в ценностях “для других”; автор выделяет такие категории, как “трансцендентальность” (понятие, связанное с духовным опытом), “добрая воля” (ответственность, доброта, сочувствие) и “сила” (социальное признание) [24, 25]. В ряду ценностей “для себя” П. Судфелду и его коллегам удалось выявить рост значимости для астронавтов стремления к достижениям, предприимчивости (понятие, связанное со стремлением предпринимать рискованные шаги с целью поиска нового) и радости восприятия жизни [25]. Продолжили разрабатывать данное направление американские психиатры Н. Канас и Э. Ихле, которые подготовили специализированный опросник для выявления эффектов космического полёта и предложили его 39 космонавтам и астронавтам, участвовавшим в программе “Мир-НАСА” [26]. Практически все респонденты отметили наличие позитивных изме-

нений: более глубокое понимания себя и своих жизненных целей, улучшение межличностных отношений, более трепетное отношение к нашей планете, осознание её хрупкости и необходимости дополнительных усилий по её сохранению. Кроме того, как и в исследованиях П. Судфелда, показано накопление трансцендентального опыта, сходного с религиозными переживаниями.

Проведённые в рамках эксперимента “Марс-500” совместные исследования чешских и российских психологов позволили подтвердить эти результаты и в условиях неполного спектра неблагоприятных факторов длительного космического полёта. Под влиянием воздействия традиционного комплекса негативных аспектов длительного пребывания в гермокамере — сенсорной депривации, монотонии, публичности одиночества, дефицита социальных контактов, высокой ответственности выполняемых работ, фрустрации ряда потребностей и свобод [27], к которым добавилась моделируемая высокая автономность, а также задержка связи, — члены экипажа не только сформировали успешные стратегии их преодоления, но у них, как и у принимавших участие в реальных космических полётах астронавтов и космонавтов, выявлены: повышение уверенности в собственной эффективности, способности самостоятельно справляться со сложными проблемами, уровня внутренней эмоциональной энергии и жизненных сил, жизнестойкости, устойчивости к стрессу (так называемое проактивное совладание), увеличение интернальности локуса контроля и социальный рост [28, 29]. Иными словами, преодоление комплекса сложных стрессовых ситуаций привело к очевидному личностному росту и развитию большинства членов экипажа “Марса-500”, выходу на новый уровень использования индивидуального, генетически заложенного человеческого потенциала.

Полученные результаты подтвердили концепцию известного психолога А. Антоновского, который указывал, что позитивный подход к переживанию стресса шире привычных для психолога понятий жизнестойкости и стратегий преодоления [30]. По мнению автора, прохождение через трудные, опасные и даже психологически травматичные жизненные ситуации может привести к значимым психологическим преимуществам у преодолевшего их человека. В этом А. Антоновский необычайно близок позиции Г. Селье, который считал, что успешно преодоленный стресс (без дистресса) повышает функциональные возможности организма и тренирует его.

Всё это позволяет сделать вывод об особой ценности накопленного личностного опыта космонавтов, успешно выполнивших программу космического полёта, а также участников экспериментов, имитирующих длительное воздействие на организм его неблагоприятных факторов, и

ставит вопрос о необходимости тщательного изучения такого опыта. Летавшие космонавты представляют собой элиту человечества, аккумулирующую в себе лучшие духовные свойства и качества.

КОМУ ЖЕ ЛЕТЕТЬ НА МАРС?

Организация и проведение отбора экипажей, анализ их поведения в наземных экспериментах, моделировавших орбитальные полёты (HUBES-94, ECOPSY-95, SFINCSS-99), и аналогичные процедуры применительно к моделированию межпланетного полёта на Марс (эксперименты “Марс-105” и “Марс-500”) наглядно продемонстрировали различие требований к участникам такого рода экспедиций. Эти различия обусловлены неидентичностью целей и задач, структуры деятельности экипажа в орбитальных полётах и межпланетных экспедициях.

Ключевым отличием мы считаем не продолжительность экспедиции, а долю новых по своему характеру и труднопредсказуемых по результатам задач, которые предстоит решать космонавтам в малоизвестных условиях обитания. Если в орбитальном полёте большинство условий деятельности не только хорошо известно, описано и регулярно контролируется на всех стадиях полёта, то данные о поверхности Марса, физических, химических и биологических компонентах его среды являются неполными, не вполне точными и едва ли станут таковыми к моменту осуществления экспедиции. Спектр операций, выполняемых экипажем в орбитальном полёте, непрерывно расширяется, они хорошо отработаны, детально регламентированы и реализуются, с точки зрения инженерной психологии, с высокой степенью надёжности. Существуют чётко установленные, научно обоснованные правила проведения орбитальных космических полётов, требования к обеспечению высокого уровня необходимых для этого навыков и параметрам работы техники. Увы, мы не можем говорить о таких же успехах применительно к межпланетным экспедициям, о чём косвенно свидетельствуют незапланированные сбои в работе посылаемых на другие планеты многочисленных космических роботов. Ещё менее фиксированы на данный момент нормативы и требования к человеку — участнику будущих космических экспедиций, прежде всего потому, что значительная часть таких требований может быть определена лишь эмпирически, в ходе первых межпланетных полётов.

Реализация таких проектов, как “Марс-500”, всё же позволила уточнить некоторые психофизиологические требования к отбору межпланетного космического экипажа [31]. В первую очередь это требования к доминирующей мотивации. Как показывают результаты выполнения

профессиональных операторских задач, моделирующих деятельность космонавтов, в том числе операций по высадке, проведение работ в новых и малопредсказуемых условиях требует преобладания мотивации достижения, а не избегания неудач.

В классических работах Д.К. МакКлелланда, Б. Уэйнера и А. Кукла показано, что для личностей с мотивацией “избегание неудач” в стрессовых ситуациях характерно, наряду с перфекционизмом, желание избежать чувства вины за недостаточные усилия и чувство ответственности за допущенные ошибки [32, 33]. Они тратят значительные психофизиологические ресурсы на контроль условий и результатов своей деятельности, чтобы избежать чрезмерного риска и сопутствующих ему ошибок. В эксперименте “Марс-500” группа операторов с такой мотивацией хорошо проявила себя при выполнении стыковки, которая требует высокой надёжности, но заданные условия и критерии успешности которой чётко определены [34]. Однако в задачах, моделирующих поисковую деятельность в ходе высадки в незнакомом районе Марса, эффективность этой группы была ниже, чем у операторов с доминирующим мотивом “достижение успеха”. В соответствии с представлениями Д.К. МакКлелланда и Дж.У. Аткинсона, личности с этим типом мотивации предпочитают решать необычные, сопряжённые с определённым риском задачи, которые позволяют улучшать свои результаты в ходе выполнения работ [35]. Более гибкая и разнообразная поведенческая стратегия, умение не только быстро мобилизоваться, но и легко расслабиться обусловили меньшие энергозатраты в ходе реализации программы высадки. Кроме того, те, кто стремятся к достижению успеха, а не избеганию неудач, более избирательно подходят к проблемным ситуациям и менее склонны считать их личностно значимыми.

Поскольку структура деятельности будущей марсианской экспедиции предполагает не только решение стандартных, требующих особенно точного и надёжного выполнения задач, но и новой, поисковой деятельности, доля которой в межпланетных полётах по сравнению с орбитальными существенно возрастёт, можно уточнить критерии отбора космонавтов для межпланетных экипажей. Эти критерии во многом возвращают нас к временам формирования легендарного первого отряда, к таким требованиям, как повышенная готовность к риску и поиску, умение быстро принимать решения в нестандартных и малопредсказуемых ситуациях. В то же время сохраняется высокая значимость ставших актуальными в эпоху долговременных полётов профессионализма и развитых социальных навыков: эффективного внутри- и межгруппового общения, толерантности в отношении ценностей и обычаев представителей разных культур.

* * *

Международный научный эксперимент “Марс-500” позволил за относительно короткое время получить значительный объём уникальной научной информации о комплексном влиянии факторов межпланетного космического полёта на поведение и деятельность изолированной малой группы. Пришло понимание необходимости внесения изменений в отбор, подготовку и медико-психологическое обеспечение будущего экипажа пилотируемой экспедиции к другим планетам. Проект выявил ряд как позитивных (салидогенетических, связанных с успешным преодолением космического стресса), так и негативных (в частности, феномен “отрыва”) эффектов участия человека в межпланетном полёте, поставил ряд принципиально новых для космической медицины вопросов, таких как проблема выполнения сложной операторской деятельности на другой планете после длительного воздействия невесомости, технологические аспекты адекватного наземного моделирования операций на других космических объектах. Их решение требует дальнейших углублённых исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пилотируемая экспедиция на Марс / Под ред. Коротеева А.С. М.: Российская академия космонавтики им. К.Э. Циолковского, 2006.
2. Григорьев А.И., Ушаков И.Б., Морук Б.В. К первым итогам международного мегаэксперимента “Марс-500” // Пилотируемые полёты в космос. 2012. № 1(3).
3. Григорьев А.И., Дёмин Е.П., Быстрицкая А.Ф., Гуцин В.И., Виноходова А.Г. Некоторые особенности организации жизнедеятельности экипажа марсианской экспедиции // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2002. № 5.
4. Stuster J.W. Bold endeavors: behavioral lessons from Polar and Space Exploration / Anacapa Sciences, Inc., Santa Barbara, CA, 2007.
5. Kanas N., Manzey D. Space Psychology and Psychiatry. Kluwer Academic Publishers, 2003.
6. Janis I.L. Groupthink / Small Group and Social Interaction. V. 2. Chichester: John Wiley & Sons, 1983. P. 39–46.
7. Юсупова А.К., Гуцин В.И., Ушаков И.Б. Коммуникации космических экипажей в реальных и моделируемых космических полётах. М.: ГНЦ РФ—ИМБП РАН, 2011.
8. Швед Д.М., Гуцин В.И., Виноходова А.Г. и др. Влияние автономных условий моделируемого начального этапа полёта к Марсу на психофизиологическую адаптацию и коммуникативное поведение человека-оператора // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2011. № 1.
9. Gushin V., Shved D., Vinokhodova A., et al. Some psychophysiological and behavioral aspects of adaptation

- to simulated autonomous Mission to Mars // *Acta Astronautica*. 2012. V. 70. P. 52–57.
10. Ушаков И.Б., Гуцин В.И., Ларина И.М. и др. Особенности коммуникативного поведения экипажа и экскреция половых гормонов при длительном пребывании международного мужского экипажа в гермообъекте // *Физиология человека*. 2012. № 6.
 11. Швед Д.М., Гуцин В.И., Виноходова А.Г. и др. Новый метод дистанционной оценки психофизиологического состояния спецконтингента // *Технологии живых систем*. 2010. № 2.
 12. Kanas N., Saylor S., Harris M., et al. High versus low autonomy in space simulation environments // *Acta Astronautica*. 2010. V. 67. P. 731–738.
 13. Kanas N., Sandal G., Manzey D., Gushin V., et al. Psychology and culture during long-duration space missions // *Acta Astronautica*. 2009. V. 64. P. 659–677.
 14. Simulation of extended isolation: advances and problems / Ed. Baranov V.M. Moscow: Slovo, 2001.
 15. De La Torre G., van Baarsen B., Ferlazzo F., et al. Future perspectives on space psychology: Recommendations on psychosocial and neurobehavioural aspects of human spaceflight // *Acta Astronautica*. 2012. № 2.
 16. Urbina D.A., Charles R. Symposium keynote: Enduring the isolation of interplanetary travel: A personal account of the Mars500 mission // *Acta Astronautica*. 2014. V. 93. P. 374–383.
 17. Швед Д.М., Гуцин В.И., Эман Б., Балаж Л. Особенности влияния задержки связи на коммуникацию экипажа и Центра управления в эксперименте с 520-суточной изоляцией // *Авиакосмическая и экологическая медицина*. 2013. № 3.
 18. Леонтьев А.А. Психология общения. М.: Смысл, 2008.
 19. Моруков Б.В., Рыкова М.П., Антропова Е.Н. и др. Иммунологические аспекты пилотируемого марсианского полёта // *Физиология человека*. 2013. № 2.
 20. Ничипорук И.А., Васильева Г.Ю., Моруков Б.В. Динамика нейрогуморального статуса в условиях сверхдлительной изоляции по проекту “Марс-500” // Сб. докладов VII Международного аэрокосмического конгресса IAC’12, посвящённого 55-летию со дня запуска первого искусственного спутника Земли. Москва, 2012. 26–31 августа. С. 640.
 21. Завалко И.М., Рассказова Е.И., Гордеев С.А. и др. Влияние длительной изоляции и ожидания значимого события на сон человека: результаты проекта “Марс-500” // *Физиология человека*. 2013. № 6.
 22. Левинских М.А., Сычёв В.Н., Гуцин В.И. и др. Оранжерея в составе системы жизнеобеспечения эксперимента со 105-суточной изоляцией: биологические, технологические и психологические аспекты // *Авиакосмическая и экологическая медицина*. 2010. № 4.
 23. Feichtinger E., Sundblad P., Charles R., et al. Mars-500 – A Testbed for Psychological Crew Support during Future Human Exploration Missions / IEEE Aerospace conference. 2012. P. 1–17.
 24. Suedfeld P. Space memoires: value hierarchies before and after the missions – a pilot study // *Acta Astronautica*. 2006. V. 58. P. 583–586.
 25. Suedfeld P., Brcic J., Johnson Ph., Gushin V. Personal growth following long-duration spaceflight // *Acta Astronautica*. 2012. V. 79. P. 118–120.
 26. Ihle E.C., Ritsher J.B., Kanas N. Positive psychological outcomes of spaceflight: an empirical study // *Aviation, Space and Environmental Medicine*. 2006. № 2.
 27. Бубеев Ю.А., Ушаков И.Б., Квасовец С.В. и др. Неосознаваемые компоненты психофизиологических реакций в эксперименте со 105-суточной изоляцией // *Авиакосмическая и экологическая медицина*. 2010. № 4.
 28. Шольцова И., Виноходова А.Г. Локус контроля, устойчивость к стрессу и личностный рост участников эксперимента “Марс-500” // *Авиакосмическая и экологическая медицина*. 2013. № 3.
 29. Šolcová I., Gushin V., Vinokhodova A., Lukavský J. Dynamics of emotional energy, work self-efficacy, and perceived similarity during the Mars-500 // *Aviation, Space and Environmental Medicine* (в печати).
 30. Antonovsky A. The salutogenic perspective: Toward a new view of health and illness // *Advances*. 1987. № 1.
 31. Виноходова А.Г., Гуцин В.И., Еськов К.Н., Хананашвили М.М. Групповой психологический отбор и оптимизация межличностного взаимодействия в эксперименте с 105-суточной изоляцией // *Авиакосмическая и экологическая медицина*. 2010. № 4.
 32. McClelland D.C. Methods of measuring human motivation // *Motives in Fantasy, Action and Society*. Princeton (NJ): Van Nostrand, 1958.
 33. Weiner B., Kukla A. An attributional analysis of achievement motivation // *Journal of Personality and Social Psychology*. 1970. V. 15. P. 1–20.
 34. Дудукин А.В., Сальницкий В.П., Боритко Я.С. и др. Взаимосвязь личностно обусловленных индивидуальных поведенческих стилей с качеством и надёжностью профессиональной операторской деятельности // *Авиакосмическая и экологическая медицина*. 2013. № 3.
 35. McClelland D.C., Atkinson J.W., Clark R.A., Lowell J.W. The Achievement Motive. N.Y.: Appleton–Century–Crofts, 1953.

ИЗ РАБОЧЕЙ ТЕТРАДИ ИССЛЕДОВАТЕЛЯ

DOI: 10.7868/S0869587314030050

Публикуемая статья представляет собой обстоятельное рассмотрение цитирования как показателя преэминентности научных исследований, как средства привлечения внимания и завоевания уважения в научном сообществе, как инструмента конкурентной борьбы между отдельными учёными и научными школами и, наконец, как основания библиометрического анализа. Преимущественное внимание авторы уделяют рассмотрению ситуации с цитированием работ российских учёных и поиску корреляции между индексом Хирша и рядом других основных библиометрических показателей. Излагаются результаты исследования конкретного материала, отражающего научную продуктивность и цитируемость 60 российских и зарубежных учёных. Предлагается простая формула, связывающая индекс Хирша с общим количеством цитирований работ одного автора.

ВЗАИМОСВЯЗЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЦИТИРОВАНИЯ РОССИЙСКИХ УЧЁНЫХ

П.П. Фёдоров, А.И. Попов

В научной практике цитирование опубликованных ранее работ традиционно служило подтверждением преэминентности выполненного исследования и помогало выразить мнение автора (авторов) о предшественниках и современниках, работавших и работающих над той же проблематикой или в той же области знания. Однако функции института цитирования этим не ограничиваются. Уже более 100 лет цитирование научных работ одновременно используется в качестве удобного и мощного инструмента саморекламы, а также поддержки своих коллег-единомышленников и борьбы с конкурентами и оппонентами [1]. Замалчивание работ и результатов, полученных

“соперниками”, успешно применялось и применяется для того, чтобы помешать им быть услышанными другими членами научного сообщества.

В настоящей статье мы рассмотрим особенности и закономерности цитирования российских учёных в последние десятилетия, представив выводы, сделанные на основании проведённого нами наукометрического описания.

Специфика объекта исследования. Прежде чем перейти к изложению и анализу количественных библиометрических данных, хотелось бы обратить внимание на следующие особенности проведённого исследования.

Во-первых, в силу нашей профессиональной принадлежности изученный материал преимущественно касается работ по неорганической химии и технологии неорганических материалов. Однако отдельные — более краткие — изыскания аналогичного типа в иных разделах естественных наук (физике, органической химии и др.) привели нас к сходным качественным и количественным результатам.

Во-вторых, нам представляется важным отразить, как менялось со временем отношение к цитированию публикаций российских учёных со стороны их зарубежных коллег, в первую очередь представляющих такие страны, как США, Китай, Япония, ведущие европейские государства. Конечно, предлагаемое ниже описание не лишено исключений, но эти исключения не опровергают наших обобщений.

Вплоть до начала 1990-х годов, то есть во время “холодной войны”, большинство советских пуб-



ФЁДОРОВ Павел Павлович — доктор химических наук, заведующий лабораторией технологии наноматериалов для фотоники Института общей физики им. А.М. Прохорова РАН. ПОПОВ Артур Иванович — кандидат химических наук, старший химик-редактор компании “Thomson Reuters”.

ликаций было малодоступно зарубежному читателю. Переводившаяся на английский язык научная периодика существовала, но использовалась коллегами (в том числе и конкурентами) из других стран весьма ограниченно и цитировалась главным образом экзотики ради — чтобы показать свою специфическую осведомлённость (что, несомненно, является разумным маркетинговым ходом для привлечения внимания читателей). Количество публикаций советских учёных в зарубежных, в первую очередь англоязычных, журналах в те годы было намного меньше, чем в настоящее время, вследствие ограниченности междunarодных контактов, недостаточного знания иностранных языков и, что тоже немаловажно, отсутствия средств для оплаты публикаций своих работ (уже тогда многие серьёзные периодические научные издания требовали доплаты порядка нескольких сотен долларов и более за статью). Иными словами, международному научному сообществу советская наука предоставляла для потенциального цитирования в основном труднодоступный русскоязычный материал.

Ситуация стала меняться в 1990-е годы. С одной стороны, хотя нельзя сказать, что все происходившие изменения были к лучшему, но теперь уже бывшие советские, а ныне российские учёные перестали восприниматься как представители политически враждебного сообщества, и некоторые учёные действительно получили известность, на которую они не могли рассчитывать ранее. С другой стороны, многие российские специалисты просто исчезли из поля зрения своих зарубежных коллег. Последнее происходило в силу множества причин, например, вследствие выбора тематики, далёкой от основных интересов зарубежных учёных, именно в этот период массово начавших переходить к исследованию тесно связанных с медициной, фармацевтикой, биологией и биохимией вопросов, а также невозможности участвовать в конференциях и поддерживать дорогостоящие почтовые и телефонные контакты. В любом случае результатом стало научное забвение российских учёных их коллегами и конкурентами из других стран.

За последние 10–15 лет ситуация с цитированием российских учёных зарубежными прошла период неопределённости. К сожалению, наметившаяся стабилизация вылилась в однозначное отношение к учёным из России преимущественно как к конкурентам, причём конкурентам, представляющим незначительный научный интерес. Вполне вероятно, что отражающее такую позицию игнорирование российских, в первую очередь русскоязычных, публикаций в обозримом будущем может принять необратимый характер. Поменялся и характер цитирования внутри российского сектора научной литературы (в связи с изменением экономической формации и соот-

ветствующим изменением морали, когда принцип “собственность — это кража” получил практическое обоснование).

Однако, несмотря на отмеченные перемены, цитирование советских и российских учёных, работавших в последние полстолетия, в целом сохраняет одни и те же количественные особенности, что позволяет анализировать данные без необходимости вносить какие-либо временные поправки.

Данные по каждому из учёных в настоящей работе персонально не идентифицированы, но мы всегда будем рады в частном порядке ответить на личные вопросы заинтересованных читателей с соблюдением всех разумных требований конфиденциальности по отношению к остальным лицам, чьи показатели цитируемости были использованы в нашей статье.

Индекс Хирша, его история и особенности. В последние годы для оценки эффективности научной деятельности конкретного учёного широко применяется индекс цитирования, предложенный в 2005 г. Джорджем Хиршем [2] и получивший название “индекс Хирша” (*h*-индекс). Хирш ввёл свой индекс в качестве более простой и эффективной альтернативы наукометрическим параметрам (например, общему числу опубликованных работ учёного, суммарному или среднему количеству цитирований/упоминаний всех его статей и т.п.), применявшихся до того времени в повседневной практике. Он предложил приписывать численное значение параметра *h* человеку, у которого *h* публикаций процитировано не менее *h* раз.

Подход Д. Хирша вызвал в научном сообществе повышенный интерес, и начавшаяся дискуссия [3, 4] позволила прийти к определённому согласию насчёт области использования, преимуществ и недостатков *h*-индекса. Появившиеся вскоре идеи использовать эквивалент индекса Хирша не только для индивидуальных исследователей, но и для различных относительно устойчивых категорий лиц и/или коллективов (например, университетов, научно-исследовательских институтов, стран, журналов и даже групп учёных, связанных только общей научной темой или общим предметом исследования) [5–10], в целом не были отвергнуты научной общественностью, но и не получили широкой поддержки. Это было обусловлено тем, что практика использования индекса Хирша достаточно быстро привела к пониманию границ его применимости. В частности, выяснилось: корректно пользоваться *h*-индексом для сравнения результатов деятельности учёных можно, во-первых, лишь в отношении специалистов в одной и той же отрасли или, в крайнем случае, в смежных отраслях знания [11, 12], во-вто-

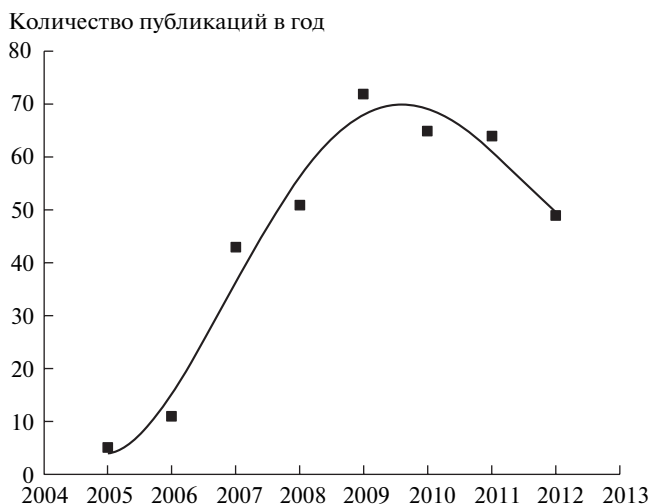


Рис. 1. Количество статей, посвящённых индексу Хирша, в периодических изданиях, индексируемых в Web of Science, в зависимости от года публикации. Линия — полином четвёртой степени

рых, сравнения должны производиться для близких временных интервалов [4].

Вопросы роста h -индекса [13] (а изменение индекса Хирша во времени в силу его природы возможно только в большую сторону) вызвали вполне объяснимые и справедливые попытки контролировать искусственное стимулирование этого параметра. Однако предложенные рекомендации [14], равно как и статистически сложные идеи весового учёта индивидуальных авторов [15], оказались трудно применимыми на практике. Не сработали в реальной жизни и более простые и наглядные подходы [11, 16–20] к количественной оценке индекса Хирша и доказательству справедливости и репрезентативности его значений. Например, идеи о линейной корреляции между величинами h -индексов и общим количеством работ [16, 17] при более тщательной проверке [11] оказались несостоятельными.

Несмотря на критику, индекс Хирша обладает компактностью и информативностью и широко используется как дополнение к экспертным оценкам эффективности научной работы. Подтверждением этому является постепенное уменьшение в мировой периодике числа оригинальных работ, посвящённых использованию индекса Хирша. Первые четыре года после предложения Д. Хирша интенсивность научной дискуссии нарастала и сопровождалась увеличением публикаций по данной теме (рис. 1), но начиная с 2010 г. число таких статей неуклонно снижается, хотя сам индекс Хирша на практике используется всё в том же, если не в большем, масштабе. Подобная тенденция может быть связана только с установлением каких-либо общепринятых норм по при-

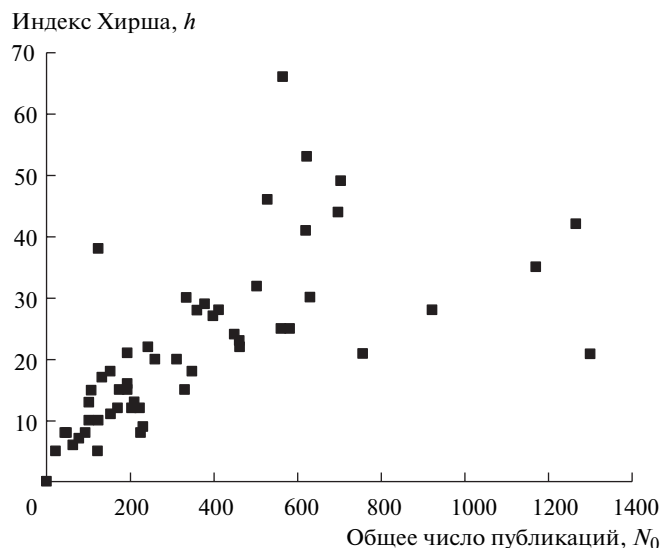


Рис. 2. Зависимость величины индекса Хирша от общего числа публикаций

менению h -индекса. Именно поэтому нам представляется необходимым ещё раз рассмотреть проблему зависимости индекса Хирша от иных библиометрических параметров, не используя при этом логически сомнительных и статистически случайных моделей в силу искусственного характера последних и их несоответствия реальной практике цитирования и/или самоцитирования научных работ.

Материал, методы и анализ результатов библиометрического исследования. В настоящей работе мы использовали сведения из базы данных Web of Science о 60 учёных, активно работающих (или работавших в конце XX — начале XXI в.) в физике, химии, науках о материалах и нанотехнологии, представляющих в основном Россию и, в несколько меньшей степени, Западную Европу и США. Выбор базы данных осуществлялся с учётом не только сложившейся репутации этого информационного продукта [21–31], но и присутствием в Web of Science библиографических данных, относящихся к более широкому временному периоду, чем данные, представленные в Scopus, Google Scholar и продуктах Chemical Abstracts Services. Полученные данные проверялись на отсутствие вкладов однофамильцев и/или идентичных публикаций, в том числе одних и тех же статей, опубликованных на разных языках. При анализе индивидуальных библиометрических данных мы учитывали общее количество научных публикаций N_0 , число процитированных статей x_0 и количество цитирований опубликованных статей того или иного автора N . Мы не делали различия между цитированиями и самоцитированиями в силу практической сложности формирования надёж-

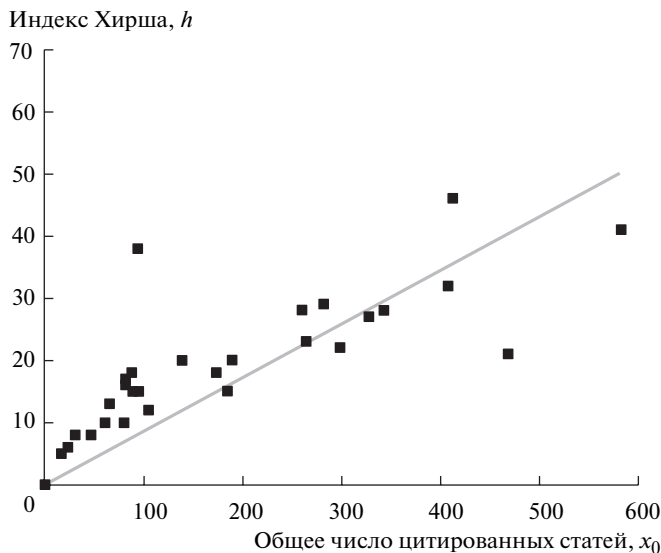


Рис. 3. Зависимость величины индекса Хирша от общего числа процитированных статей
Прямая — уравнение $h = 0.086x_0$

ных критериев такого различия¹. Общее число учтённых статей N_0 колебалось от 31 до 1299, число цитирований работ N — от 31 до 20379, индекс Хирша — от 3 до 66.

На рисунке 2 представлено соответствие между h -индексом и общим числом публикаций N_0 , при котором в согласии с результатами, представленными в [7, 11], не наблюдается однозначной тенденции возрастания индекса Хирша при увеличении общего числа публикаций. Существенный разброс точек может объясняться как различной известностью работ разных авторов, так и, весьма вероятно, их различным качеством.

На рисунке 3 показана зависимость индекса Хирша от общего числа процитированных статей x_0 . Разброс точек также велик, однако тенденция роста индекса Хирша симбатно общему числу статей, замеченных научным сообществом, может быть описана прямо пропорциональной зависимостью с коэффициентом корреляции 0.84.

Рисунок 4 иллюстрирует зависимость индекса Хирша от общего числа цитирований данного автора N . Коэффициент корреляции здесь равен 0.98, и можно видеть, что точки хорошо ложатся на кривую

$$h = 0.56N^{0.48}. \quad (1)$$

¹ Например, если автор А процитировал свою предшествующую статью, написанную совместно с соавтором Б, то такое цитирование для А должно считаться самоцитированием, но для Б это же упоминание самоцитированием не считается.

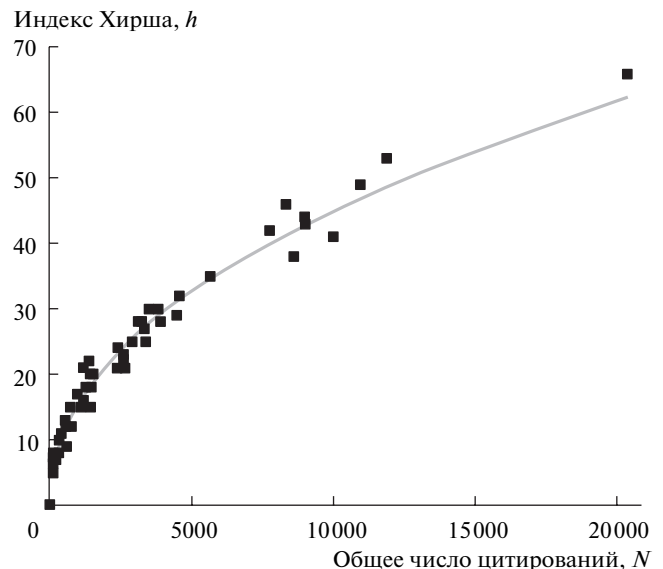


Рис. 4. Зависимость величины индекса Хирша от общего числа цитирований
Линия — уравнение $h = 0.56N^{0.48}$

Вполне удовлетворительной является также простая формула

$$h = 0.5N^{0.5}. \quad (1a)$$

Для объяснения полученной корреляции заметим, что ранжированная зависимость числа цитирований i -статьи от её порядкового номера для конкретного автора, как правило, удовлетворительно описывается функцией

$$y = ax^{-n}, \quad (2)$$

где $0 < n < 1$, $n \sim 0.8$. Тогда оценка индекса Хирша h' получается как пересечение (2) с функцией $y = x$, то есть $h' = a^{\frac{1}{n+1}} \approx h$ (рис. 5).

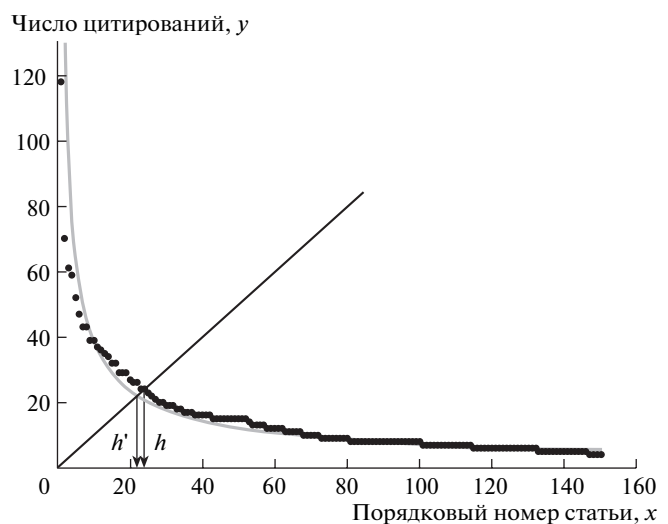


Рис. 5. Оценка индекса Хирша. Данные для П.П. Фёдорова (май 2013 г.)

Кривая — функция $y = 200.7x^{-0.7158}$; $h_{actual} = 24$, $h'_{estimated} = 21.97$

Общее число цитирований данного автора N может быть оценено как

$$N = \int_1^{x_0} ax^{-n} dx, \quad (3)$$

где x_0 — порядковый номер первой статьи, цитированной хотя бы один раз. Тогда

$$N = \frac{a}{1-n} (x_0^{1-n} - 1) \approx \frac{a}{1-n} x_0^{1-n} = \frac{h^{n+1}}{1-n} x_0^{1-n}. \quad (4)$$

Принимая $h \approx bx_0$ (см. рис. 3), подставляем x_0 в (4), и получаем окончательную формулу:

$$N = \frac{h^2}{(1-n)b^{1-n}}, \quad \text{или} \quad h = \alpha N^{0.5}. \quad (5)$$

Таким образом, проведённая оценка с использованием простой модели удивительно хорошо согласуется с эмпирической формулой (1). При этом устанавливается соответствие между данными, представленными на рисунках 3 и 4, хотя остаётся совершенно непонятным серьёзное различие между коэффициентами корреляции обнаруживаемых зависимостей — индекса Хирша от общего числа процитированных статей, с одной стороны, и от общего числа цитирований, — с другой.

Дополнительный анализ полученного результата позволил выявить следующие особенности. Во-первых, полнота выборки существенно не влияет на установленную корреляцию: данные, выбранные из Google Scholar и Scopus, хотя и заметно отличаются от данных Web of Science как по общим показателям цитируемости, так и по цитируемости отдельных статей, демонстрируют ту же зависимость. Во-вторых, с течением времени фигуративная точка, отражающая библиометрические показатели конкретного учёного, движется по той же кривой, точнее, движение точки носит ступенчатый характер ввиду целочисленного значения h , однако при этом незначительно отклоняется от сглаживающей кривой (1).

Необходимо отметить, что в исследованной выборке имели место исключения — выбросы (не показанные на рис. 2–4), связанные с наличием у определённого автора небольшого количества высокоцитируемых публикаций (“автор одной хорошей статьи”).

Полученные результаты показывают, что с ростом значения индекса Хирша h_i нарастают трудности с дальнейшим повышением этого показателя. Среднее количество цитирований, необходимое для увеличения индекса Хирша на единицу, выражается формулой

$$\Delta N = (2/\alpha^2)h + 1 \approx 8h. \quad (6)$$

Выявленная коренная зависимость между индексом Хирша индивидуального автора и количе-

ством цитирований его работ хорошо согласуется с похожей закономерностью, обнаруженной А. Ван Рааном [7] для исследовательских групп. Кроме того, данная корреляция устойчива к национальной принадлежности учёных. Тем не менее в целом складывается вполне отчётливое впечатление, что при эквивалентных научных достижениях значения индекса Хирша западных специалистов существенно превосходят значения, которых достигает h -индекс у отечественных учёных. Действительно, во многих случаях при примерно одинаковом качестве научных исследований отечественные работы цитируются на много реже иностранных.

Проблема низкой цитируемости публикаций российских учёных. Сегодня цитируемость работ отечественных учёных представляет собой проблему, имеющую две составляющие. Первая обусловлена сложностями, связанными с цитированием работ, опубликованных в российских журналах, вторая касается цитирования публикаций российских учёных в международных журналах. Наблюдение за публикациями иностранных авторов в международных и национальных (особенно китайских) изданиях однозначно показывает, что зарубежные специалисты действительно читают российские статьи самым тщательным образом, но при этом избегают их цитировать. Здесь следует иметь в виду, что если бы российские работы были слабыми и ошибочными, их бы опровергали, но для этого их всё равно надо было бы упоминать. Поэтому можно сделать вывод, что отсутствие ссылок на российские источники, скорее всего, связано с недостаточной интегрированностью российских учёных в международное научное сообщество.

Помимо этого, следует отметить особенности российских публикаций, обусловленные традициями и стилем написания, затрудняющими их цитирование. Зачастую имеют место сухое и краткое изложение полученных результатов, плохо написанное вступление, не хватает развёрнутого обсуждения результатов и не все следствия из них представлены полно, не делается акцент на новизну, не учитывается необходимость излагать некоторые положения подробнее, а иногда и используя более простой язык. Авторы не умеют убедить, заинтересовать читателя, представить тематику своего исследования в привлекательном виде, в их работах полностью отсутствует такая составляющая, как самореклама. Отсутствие чётких, обоснованных выводов, детального анализа рассматриваемых данных, представления сделанных заключений и выведенных формул в логической последовательности, словесного пояснения смысла полученных уравнений серьёзно затрудняют восприятие российских статей не только обычным читателем, но и специалистом. В условиях информационного переизбытка подобные

публикации, немодные по форме, отличающиеся пропуском очевидного, а значит, избыточного на взгляд авторов содержания, требуют для своего усвоения немалой работы мысли и потому редко получают заслуженное количество цитирований. (Заметим, что мы ни в коем случае не идеализируем качество публикаций в международных журналах, но разбор их особенностей выходит за рамки данной статьи.)

Что касается российских журналов, которые переводятся на английский язык, то, как правило, они представлены в базах данных в оригинальном русском и в переводном английском вариантах разобщённо. Это приводит к путанице при цитировании, которое зачастую делится между двумя вариантами одной и той же статьи, что затрудняет их нормальную библиометрическую обработку.

В последние годы наблюдается очевидное снижение уровня российских журналов. Это касается общего числа и качества статей и обусловлено в первую очередь далёким от оптимального состоянием российской науки в целом. Существенный вклад в такое снижение вносит и организация редакционной подготовки публикаций. Зачастую в российских журналах требуется только одна рецензия на статью, что повышает риск публикации низкокачественных работ. В то же время срок от получения редакцией статьи до её выхода в свет в российских периодических изданиях неоправданно велик (не месяцы, но годы!). Серьёзный негативный фактор — слабый интерес главных редакторов некоторых ведущих изданий к вверенным им журналам. Кроме того, редакции не проявляют должной активности в объективном отражении журналов в международных базах данных, включая постоянное отслеживание цитирования, заполнение пропусков, исправление ошибок, а также грамотную политику, направленную на включение российских периодических изданий в соответствующие информационные продукты. Добавим, что в ряде журналов не используется такой необходимый атрибут современных публикаций, как номер Digital Object Identifier (DOI).

Сказанное выше относится в том числе и к МАИК “Наука”. Качество журналов, издаваемых этой фирмой, за последние несколько лет резко снизилось. Это касается переводов (бывают случаи, когда в английской корректуре приходится делать более 100 исправлений), а также оформления рисунков (кажется, это единственная в мире издательская фирма, которая до сих пор перерисовывает — зачастую безграмотно — рисунки в поступающих статьях), вёрстки, внесения корректурных исправлений.

Возвращаясь к публикациям отечественных учёных в зарубежных изданиях, выделим следующие трудности: языковой барьер, стиль изложения, различия в понимании исторического вкла-

да тех или иных учёных в соответствующую область знания (зарубежная историография во многих случаях абсолютно не совпадает с российской). Однако главное осложняющее обстоятельство заключается в том, что ведущие международные издания фактически закрыты для российских учёных. В таблице приведены данные о публикациях отечественных учёных в высокорейтинговых журналах за последние годы. Картина удручающая, но мы не склонны связывать её только с качеством научных разработок.

Существующая ныне практика международных научных публикаций и их цитирования основывается на устоявшемся согласии по поводу сложившейся иерархии: большие начальники от науки или лица, ассоциированные с теми или иными институтами, печатают сами себя в определённых ими же “статусных” периодических изданиях, заставляя остальных поддерживать этот порядок цитированием их “начальственных” статей в публикациях, размещаемых в журналах второго и третьего ряда.

За исключением весьма редких случаев, когда среди авторов статей, размещаемых в наиболее цитируемых зарубежных изданиях, присутствуют только российские специалисты, подавляющее большинство публикаций принадлежит:

- авторам с двумя или более адресами (один из которых — российский);
- авторам, участвующим в “братских могилах” (статьи с чрезмерно большим числом авторов — от 20 и более);
- авторам, публикующимся в соавторстве с заграничными коллегами, которые проталкивали статьи в журналы с высоким импакт-фактором.

Сплошь и рядом имеет место ситуация, когда статья не доходит до рецензирования, а сразу отклоняется менеджером из аппарата редакции. Иными словами, в последние годы единоличные редакторские действия заменили заранее обещанное, широко объявленное и гарантированное рецензирование “peer review”. Фактически произошло возвращение к публикационной практике первой половины XX в.

Мы провели следующий эксперимент. Были выбраны два текста, содержащие изложение важных и нетривиальных свежих научных результатов. В одной статье рассказывалось об особенностях осаждения гидрофторида бария из кислых растворов [32]. Эти данные являются ключевыми для получения сцинтилляционной керамики. (Заметим, что в области разработки фторидной оптической керамики отечественная наука располагает уникальными, превосходящими мировой уровень результатами, которые были доложены на заседании Президиума РАН 19 марта 2013 г. [33].) Во второй статье освещались ранее неизвестные закономерности анионного изоморфизма с пере-

Ежегодное количество научных публикаций в ведущих международных журналах, по данным Web of Science* (количество публикаций авторов, ассоциирующих себя с российскими учреждениями, указано в скобках)

Журнал	Количество публикаций и импакт-фактор (IF)									
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012		
Nature	2806(19) IF = 29.273	2733(13) IF = 26.681	2679(17) IF = 28.751	2631(16) IF = 31.434	2544(15) IF = 34.480	2577(15) IF = 36.104	2591(10) IF = 36.280	2651(13) IF = 38.597		
Nature Materials	264(1) IF = 15.941	301(2) IF = 19.194	303(3) IF = 19.782	299(2) IF = 23.132	279(2) IF = 29.504	307(0) IF = 29.920	295(1) IF = 32.841	288(0) IF = 35.749		
Nature Nanotech	N/A	55(0) N/A	207(1) IF = 14.917	205(1) IF = 20.571	233(4) 26.309	223(1) IF = 30.324	185(2) IF = 27.270	197(1) IF = 31.170		
Nature Chemistry	—	—	—	N/A	201(1) N/A	266(1) IF = 17.927	228(0) IF = 20.524	230(1) IF = 21.757		
Science	2698(9) IF = 30.927	2632(15) IF = 30.028	2551(15) IF = 26.372	2472(12) IF = 28.103	2516(18) IF = 29.747	2439(10) IF = 31.377	2750(13) IF = 31.201	2760(13) IF = 31.027		
Angewandte Chemie	1519(16) IF = 9.596	1653(16) IF = 10.232	1763(16) IF = 10.031	1885(16) IF = 10.879	1791(11) IF = 11.829	1797(14) IF = 12.730	2177(14) IF = 13.455	2361(18) IF = 13.734		
Chemical Review**	140(1) IF = 20.869	198(3) IF = 26.054	179(4) IF = 22.757	169(2) IF = 23.592	186(1) IF = 35.957	210(3) IF = 33.036	210(6) IF = 40.197	182(3) IF = 41.298		
Chemical Society Reviews **	111(0) IF = 13.747	118(0) IF = 13.690	163(0) IF = 13.082	193(1) IF = 17.419	234(1) IF = 20.086	312(2) IF = 26.585	329(2) IF = 28.760	408(4) IF = 24.892		

* Значения импакт-факторов указаны в соответствии с данными Journal Citation Reports (JCR).

** Публикуют статьи только по собственному заказу.

менным числом анионов в элементарной ячейке [34]. Это фундаментальный результат, позволяющий в том числе осуществлять дизайн нелинейно-оптических материалов. Тексты были профессионально отредактированы носителями английского языка, но они содержали только адреса и координаты российских учреждений.

Первая статья была последовательно подана в “Angewandte Chemie” (см. табл.), “Chemical Communications” (импакт-факторы за 2011 и 2012 г. 6.169 и 6.378 соответственно) и “Dalton Transactions” ($IF_{2012} = 3.806$ и $IF_{2011} = 3.838$). Редакторы “Angewandte Chemie” и “Chemical Communications” вернули рукопись в течение нескольких дней с формальной отпиской о простом нежелании рассматривать работу по существу и передавать её на научное рецензирование. В “Dalton Transactions” текст рукописи всё-таки был отправлен рецензентам, из которых один рекомендовал её к публикации без исправлений, а второй предложил “логически отполировать описания” и отправить в виде расширенной статьи в другие издания. В ответ мы поинтересовались, как можно “логически полировать” описания, сообразно рекомендации редактора журнала, отправили статью повторно и попросили рецензировать её по существу, добросовестно и без околонучных эмоций. В ответ на это уже два новых рецензента указали свои причины для отказа. Первый написал, что, поскольку он не смог найти в существующей научной литературе ничего компрометирующего новизну проведённых исследований, он просто не считает, что такая новизна действительно обуславливает необходимость публикации статьи в международном журнале. К обоснованию отказа в праве на публикацию было добавлено, что фторид бария теперь можно покупать по низкой цене (непонятная нам логика рецензента сохранена сообразно написанному им/ею в рецензии). Второй рецензент также отклонил статью под крайне спорным предлогом, более того, судя по рецензии, даже не прочитав внимательно текста. Рецензии были написаны на плохом английском языке и ничем, кроме как откровенным издевательством и проявлением неуважения к авторам, их назвать невозможно². После отправки рукописи [32] в “Materials Research Bulletin” ($F_{2011} = 2.105$, $IF_{2012} = 1.913$) статья об особенностях осаждения гидрофторида бария была незамедлительно принята к печати.

Работа об анионном изоморфизме аналогичным образом побывала в “Nature Materials”, “Science”, “Angewandte Chemie” и “Journal of American Chemical Society” ($IF_{2011} = 9.907$, $IF_{2012} = 10.677$), где её точно так же никто не захотел рецензировать,

зато “Journal of Applied Crystallography” ($IF_{2011} = 5.152$, $IF_{2012} = 3.343$) с ходу принял эту статью без замечаний.

Вопрос о качестве и научной ценности статей должен был решаться научными рецензентами, а не давно отошедшими от научной деятельности редакторами-чиновниками, и не голословно, а опираясь на веские аргументы (если, конечно, не принимать всерьёз интерпретацию значения предоставляемых работ с точки зрения “интереса для широкой публики” — мы не наблюдали массового чтения “Nature”, “Science” или “Angewandte Chemie” в общественном транспорте, ресторанах и на стадионах).

Рассказанные истории являются типичными и показательными, однако это не единственный способ препятствовать публикации российских статей в международных журналах. Например, в 2012 г. “Journal of Solid State Chemistry” отказался печатать письмо одного из авторов настоящей работы, в котором он высказался об ошибочности фазовой диаграммы в статье И. Раньери и др. [35], под предлогом “слишком большого отрезка времени”, прошедшего после публикации указанной статьи, а также “конфронтационности” рукописи. Следует отметить, что аналогичное письмо [36] по поводу другой работы тех же авторов [37] было беспрепятственно и без замечаний опубликовано в другом журнале (“Materials Research Bulletin”), где, очевидно, редакционная коллегия была более озабочена научной истиной, нежели сохранением лица после публикации ошибочных результатов³.

Выводы и рекомендации. Количество цитирований и в конечном счёте производный от этого фактора индекс Хирша — не являются показателями качества отдельной работы учёного, совокупности его работ или его научного уровня. Ссылаются могут и на ошибочные статьи. С другой стороны, с завидной регулярностью высказывается мнение, что две трети опубликованных в последние годы биохимических, фармацевтических и медицинских работ впоследствии не воспроизводятся, но это ведь не приводит к отказу от устоявшихся форм и принципов научного познания. Индекс Хирша даже не всегда — знак важности, значимости и/или влияния. Наиболее адекватная интерпретация этого индекса — как критерия известности и разрекламированности работы (при всех тонкостях в различии между использованными выше терминами). В таком понимании не заложено негативное отношение к этому показателю. Просто нужно правильно понимать природу библиометрической информации и грамотно ею пользоваться.

² Читатели, желающие более подробно ознакомиться с содержанием вышеупомянутой переписки, могут сделать это на сайте: <http://pavel-fedorov.sitecity.ru>

³ Материалы переписки с редактором “Journal of Solid State Chemistry” доступны для читателей на сайте: <http://pavel-fedorov.sitecity.ru>

Увеличить индекс Хирша и/или индекс цитирования можно, разумеется, только одним-единственным способом — исключительно за счёт цитирования. Именно поэтому ещё с конца XIX в. существовала научная политика: “себя и своих цитируем, остальных игнорируем”. Отсутствие дискуссии с оппонентом или открытого состязания с конкурентом при сохранении и конкурента, и конкуренции является следствием подхода к научной деятельности как к игре с нулевой суммой. В чём-то это обусловлено необходимостью сражаться за деньги на строго ограниченном рынке грантов. Например, такие условия складываются в отдельных странах со строго ограниченным бюджетом и выделяемой из него суммой денег на научные исследования. Однако в условиях относительно устойчивого международного обмена научной информацией, когда государства выступают как преимущественно независимые друг от друга в области финансирования собственной науки игроки, стратегия, ориентированная на игру с нулевой суммой, выглядит весьма сомнительной.

Стремление вытеснить (истребить) конкурентов, исключить их присутствие на рынке научных разработок, то есть стремление к монополизации, не может вести к прогрессу научного знания хотя бы просто потому, что нулевая сумма предполагает одновременно и отсутствие новых научных достижений. Если учёный уничтожает конкурентов, способных открыть нечто, что он сам пока открыть не может, то с устранением конкурента это нечто так и останется неоткрытым. Если не станет конкурента, незачем будет делать то, что мог бы сделать он, поскольку нет необходимости соревноваться. Но научные исследования — это деятельность, от которой в итоге выигрывают все, и именно поэтому к ним не должна применяться модель игры с нулевой суммой.

Практика тем не менее показывает, что действия отдельных учёных, научных групп и учреждений, профессиональных объединений и прочих научных институтов зачастую подчиняется правилам игры с нулевой суммой (причина этого, несомненно, заслуживает отдельного обсуждения за рамками настоящей статьи). Один из примеров реализации такого подхода — целенаправленное непечатание и нецитирование работ российских авторов (см. табл.). Корни данного явления, как мы пытались показать, глубоки, возникло оно много десятилетий тому назад, и упоминания о неадекватном цитировании российских статей можно легко найти в современной наукометрической литературе [38]. Заниженное цитирование научных работ отечественных авторов должно преодолеваться, но, разумеется, не посредством действий, нарушающих научную этику ради увеличения цитируемости, индекса Хирша и других библиометрических показателей [14, 39]. Доста-

точно, на наш взгляд, скорректировать существующую ныне культуру цитирования.

Широко распространённый в российской научной практике традиционный подход к цитированию можно охарактеризовать как минимализм. Он включает в себя ряд принципов:

- цитирование только необходимого минимума литературных источников;
- создание “исчерпывающей” подборки упоминаемой литературы, когда авторы зачастую избегают ссылок на смежные области;
- использование преимущественно книг, а не периодики;
- отказ от использования цитирования в качестве маркетингового оружия, в сочетании с настойчивым упоминанием тех зарубежных коллег, которые принципиально игнорируют самих авторов.

Ввиду перечисленных особенностей для изменения подхода к цитированию научной литературы мы бы хотели предложить:

- перейти к сбалансированной политике цитирования своих коллег;
- скорректировать стиль текстов, перейдя от расплывчатого, в общих словах изложения к работам утвердительного стиля, написанным чётким и ясным языком;
- публиковаться в высокоцитируемых журналах и на английском языке;
- отдавать предпочтение журналам, статьи из которых реферируются в Web of Science;
- с учётом исторической перспективы публиковаться в китайских журналах, но только в тех, статьи которых реферируются в “Chinese Science Citation Database”;
- не забывать о грамотном цитировании собственных работ, поскольку самоцитирование, как хорошо показано в [40], может быть весьма успешной рекламой достижений автора и тем самым привлекать внимание коллег к его работам, вызывая, как следствие, увеличение числа упоминаний его статей;
- отслеживать полноту и правильность упоминания собственных работ.

Редакциям, в свою очередь, для поднятия импакт-фактора готовящихся их силами периодических изданий стоило бы печатать обзоры, особенно получающие сейчас широкое распространение мини-обзоры, а также практиковать экспресс-публикации сообщений с расширенными материалами научных конференций.

В целом мы надеемся, что проведённое нами изыскание будет способствовать более объективному пониманию особенностей использования научного цитирования и количественных библиометрических показателей, включая индекс Хирша. Знание состояния проблемы позволит наметить и осуществить меры, направленные на

изменение создавшейся ситуации, как для отдельных учёных, так и в масштабе всего сектора российских научных периодических изданий.

Авторы выражают признательность академику В.В. Осипко за обсуждение и поддержку работы, академику В.М. Бузнику за дискуссию и ценные замечания и Е.В. Черновой за помощь в подготовке рукописи. Авторы также заявляют об отсутствии какого-либо конфликта интересов при написании этой статьи: текст публикации отражает исключительно их личное мнение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Coffey P. Cathedrals of Science. N. Y.: Oxford University Press, 2008.
2. Hirsch J.E. An index to quantify an individual's scientific research output // Proceedings of the National Academy of Sciences. 2005. V. 102. P. 16569–16572.
3. Hirsch J.E. Does the h-index have predictive power? // Proceedings of the National Academy of Sciences. 2007. V. 104. P. 19193–19198.
4. Hirsch J.E. On the value of author indices // Physics Today. 2011. V. 64. P. 9.
5. Schubert A., Glänzel W. A systematic analysis of Hirsch-type indices for journals // Journal of Informetrics. 2007. V. 1. P. 179–184.
6. Van Zyl M.J. The generalized Pareto distribution fitted to research outputs of countries // Scientometrics. 2013. V. 94. P. 1099–1109.
7. Van Raan A.F.J. Comparison of the Hirsch-index with standard bibliometric indicators and with peer judgment for 147 chemistry research groups // Scientometrics. 2006. V. 67. P. 491–502.
8. Braun T., Glänzel W., Schubert A. A Hirsch-type index for journals // Scientometrics. 2006. V. 69. P. 169–173.
9. Banks M.G. An extension of the Hirsch index: Indexing scientific topics and compounds // Scientometrics. 2006. V. 69. P. 161–168.
10. Schubert A. Successive h-indices // Scientometrics. 2007. V. 70. P. 201–205.
11. Iglesias J.E., Pecharromán C. Scaling the h-index for different scientific ISI fields // Scientometrics. 2007. V. 73. P. 303–320.
12. Radicchi F., Fortunato S., Castellano C. Universality of citation distributions: Toward an objective measure of scientific impact // Proceedings of the National Academy of Sciences. 2008. V. 105. P. 17268–17272.
13. Guns R., Rousseau R. Simulating Growth of the h-Index // Journal of the American Society for Information Science and Technology. 2009. V. 60. P. 410–417.
14. Bartneck C., Kokkelmans S. Detecting h-index manipulation through self-citation analysis // Scientometrics. 2011. V. 87. P. 85–98.
15. Hirsch J.E. An index to quantify an individual's scientific research output that takes into account the effect of multiple coauthorship // Scientometrics. 2010. V. 85. P. 741–754.
16. Glänzel W. On the h-index – A mathematical approach to a new measure of publication activity and citation impact // Scientometrics. 2006. V. 67. P. 315–321.
17. Liu Y., Rousseau R. Properties of Hirsch-type indices: the case of library classification categories // Scientometrics. 2009. V. 79. P. 235–248.
18. Bletsas A., Sahalos J.N. Hirsch Index Rankings Require Scaling and Higher Moment // Journal of the American Society for Information Science and Technology. 2009. V. 60. P. 2577–2586.
19. Beirlant J., Einmahl J.H.J. Asymptotics for the Hirsch Index // Scandinavian Journal of Statistics. 2010. V. 37. P. 355–364.
20. Atanasov V., Datcheva E. Theoretical Analysis of Empirical Relationships for Pareto-distributed Scientometric Data // Information Models and Analyses. 2012. V. 1. P. 271–282.
21. Franceschet M. A comparison of bibliometric indicators for computer science scholars and journals on Web of Science and Google Scholar // Scientometrics. 2010. V. 83. P. 243–258.
22. Mingers J., Lipitakis E.A.E.C.G. Counting the citations: a comparison of Web of Science and Google Scholar in the field of business and management // Scientometrics. 2010. V. 85. P. 613–625.
23. Vieira E.S., Gomes J.A.N.F. A comparison of Scopus and Web of Science for a typical university // Scientometrics. 2009. V. 81. P. 587–600.
24. Kulkarni A.V., Aziz B., Shams I., Busse J.W. Comparisons of Citations in Web of Science, Scopus, and Google Scholar for Articles Published in General Medical Journals // Journal of the American Medical Association. 2009. V. 302. P. 1092–1096.
25. Archambault E., Campbell D., Gingras Y., Larivière V. Comparing of Science Bibliometric Statistics Obtained From the Web of Science and Scopus // Journal of the American Society for Information Science and Technology. 2009. V. 60. P. 1320–1326.
26. Meho L.I., Rogers Y. Citation counting, citation ranking, and h-index of human-computer interaction researchers: A comparison of Scopus and Web of Science // Journal of the American Society for Information Science and Technology. 2008. V. 59. P. 1711–1726.
27. Falagas M.E., Pitsouni E.I., Malietzis G.A., Pappas G. Comparison of PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar: strengths and weaknesses // FASEB Journal. 2008. V. 22. P. 338–342.
28. Bar-Ilan J. Which h-index? – A comparison of WoS, Scopus and Google Scholar // Scientometrics. 2008. V. 74. P. 257–271.
29. Gavel Y., Iselid L. Web of Science and Scopus: a journal title overlap study // Online Information Review. 2008. V. 32. P. 8–21.
30. Gorraiz J., Schloegl C. A bibliometric analysis of pharmacology and pharmacy journals: Scopus versus Web of Science // Journal of Information Science. 2008. V. 34. P. 715–725.

31. *Meho L.I., Yang K.* Impact of Data Sources on Citation Counts and Rankings of LIS Faculty: Web of Science Versus Scopus and Google Scholar // *Journal of the American Society for Information Science and Technology*. 2007. V. 58. P. 2105–2125.
32. *Luginina A.A., Baranchikov A.E., Popov A.I., Fedorov P.P.* Preparation of barium monohydrofluoride $\text{BaF}_2 \cdot \text{HF}$ from nitrate aqueous solutions // *Mat. Res. Bull.* 2014. V. 49. P. 199–205.
33. *Fedorov P.P.* Fluoride laser ceramics // *Handbook on solid-state lasers: materials, systems and applications*. Cambridge (UK): Woodhead Publishing, 2013.
34. *Rashchenko S.V., Bekker T.B., Bakakin V.B.* A new mechanism of anionic substitution in fluoride borates // *Journal of Applied Crystallography*. 2013. V. 46. P. 1081–1084.
35. *Ranieri I.M., Baldochia S.L., Klimm D.* The phase diagram $\text{GdF}_3\text{-LuF}_3$ // *Journal of Solid State Chemistry*. 2008. V. 181. P. 1070–1074.
36. *Fedorov P.P.* Comment on the paper “The phase diagram $\text{YF}_3\text{-GdF}_3$ ” by D. Klimm, I.M. Ranieri, R. Bertram, and S.L. Baldochi // *Mat. Res. Bull.* 2012. V. 47. P. 2700–2701.
37. *Klimm D., Ranieri I.M., Bertram R., Baldochi S.L.* The phase diagram $\text{YF}_3\text{-GdF}_3$ // *Mat. Res. Bull.* 2008. V. 43. P. 676–681.
38. *Pislyakov V., Dyachenko E.* Citation expectations: are they realized? Study of the Matthew index for Russian papers published abroad // *Scientometrics*. 2010. V. 83. P. 739–749.
39. *Kwok L.S.* The White Bull effect: abusive coauthorship and publication parasitism // *Journal of Medical Ethics*. 2005. V. 31. P. 554–556.
40. *Fowler J.H., Aksnes D.W.* Does self-citation pay? // *Scientometrics*. 2007. V. 72. P. 427–437.

DOI: 10.7868/S0869587314030037

В настоящей статье представлены принципы и подходы к созданию замкнутых экосистем, установлены возможности формирования высоkozамкнутых массообменных процессов для интегрированных систем жизнеобеспечения нового поколения за счёт комплексного использования биологических и физико-химических методов минерализации органических отходов и их вовлечения во внутрисистемный круговорот. Авторы обозначают перспективы использования искусственных экосистем для решения ряда народно-хозяйственных задач и создания космических поселений.

СОЗДАНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ ЗАМКНУТЫХ ЭКОСИСТЕМ ЗЕМНОГО И КОСМИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

А.Г. Дегерменджи, А.А. Тихомиров

Для современной науки исключительно важно понимать закономерности существования биосферы Земли – единственной известной нам природной экосистемы. Важнейшую роль в реализации этих закономерностей играют процессы круговорота веществ в биосфере, поэтому принципы их формирования, устойчивости, механизмы сопряжённости и другие важнейшие характеристики являются ключевыми моментами в понимании законов функционирования биосферы.

Биосферные процессы, как и биосфера в целом, не могут быть предметом экспериментальных исследований учёных. Такие исследования удаётся реализовать только с помощью экспериментального и теоретического моделирования. Работы, которые невозможно или недопустимо проводить в биосфере Земли, можно осуществить

на её моделях – в этом главный смысл создания искусственных замкнутых экологических систем (ЗЭС) [1]. Под этим термином понимаются созданные человеком биолого-технические комплексы, разработанные на основе живого вещества (организмов) и обеспечивающие поддержание и функционирование создаваемой структуры путём преобразования поступающей извне энергии без обмена веществом через границы системы. Синтез экспериментальных ЗЭС является новым научным направлением, поскольку полного аналога таким системам ни в природе, ни в технике не существует.

Создание полностью и частично замкнутых экосистем с заданными свойствами (включая время устойчивого функционирования, степень замкнутости, уровень необходимой надёжности) требует формирования комплекса эффективно взаимодействующих между собой естественно-научных дисциплин физического, биологического и инженерного профиля.

Одной из причин создания ЗЭС с заданными свойствами является возрастающая напряжённость экологической ситуации, приобретающая общепланетарный характер. Для прогноза последствий антропогенного воздействия, в результате которого стал изменяться круговорот веществ в биосфере, помимо математических моделей, необходима их верификация на экспериментальных моделях. Можно надеяться, что широкие возможности экспериментирования с модельными ЗЭС позволят обнаружить их специфические свойства, понять законы существования и определить границы устойчивости. С практической точки зрения создание различных ЗЭС означает, что в хозяйственной деятельности появляются новые возможности максимально полного использова-



Авторы работают в Институте биофизики СО РАН. ДЕГЕРМЕНДЖИ Андрей Георгиевич – академик, директор. ТИХОМИРОВ Александр Аполлинарьевич – доктор биологических наук, заведующий лабораторией биосинтеза фитотрофов.

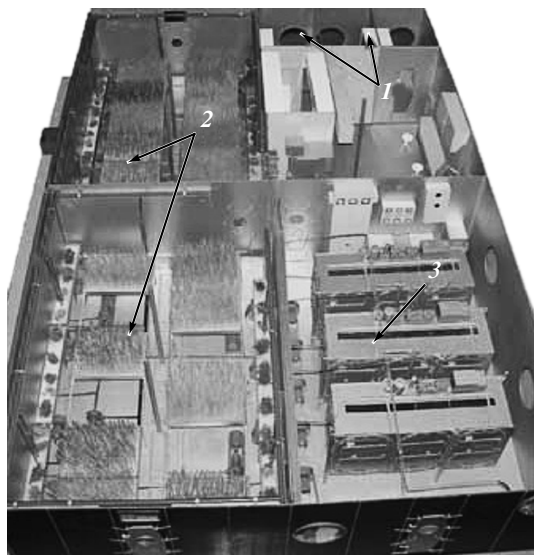


Рис. 1. Макет БИОС-3

1 — жилая часть (три кабины для экипажа, санитарно-гигиенический модуль, кухня-столовая); 2 — два фитотрона с высшими растениями и площадями посева 20 м^2 в каждом; 3 — водорослевый культиватор (три фотобиореактора объёмом 20 л каждый для выращивания *Chlorella vulgaris*)

ния живой природы. В этой связи перспективной представляется идея максимизации замкнутости круговорота веществ, которая является базовой для многих способов хозяйственного использования живых организмов. В основе этой идеи лежит концепция академика В.И. Вернадского о фундаментальных взаимоотношениях живых организмов и биосферы [2]. Реализация этой концепции влечёт за собой:

- получение устойчивого высококачественного урожая при низких затратах и потерях минеральных удобрений, при минимальном уровне химизации производства и получении максимально чистых продуктов для медико-биологической промышленности;
- разработку систем, обеспечивающих минимальное выделение токсических веществ в окружающую среду, технологий утилизации токсичных отходов и очистки стоков, а также разработку биологических систем, участвующих в деструкции или поглощении токсических соединений без выделения побочных продуктов в окружающую среду;
- решение вопросов сертификации, контроля, оценки качества новых химических соединений, продуктов биотехнологии, задач нормирования и тестирования, исследования хронических воздействий малых доз токсикантов;
- получение экспериментально обоснованных данных для экологической экспертизы различных народно-хозяйственных проектов.

Помимо всего вышеперечисленного, искусственные ЗЭС служат инструментом для создания систем жизнеобеспечения человека в экстремальных условиях на границах биосферы (в полярных широтах, пустынях, горах, под водой) и за её пределами.

Именно последняя задача в свете развития космической отрасли и полёта человека в космос стала стимулом разработки экспериментальных замкнутых экосистем космического назначения. Работы по этой теме были начаты в 60–70-е годы XX в. в Институте медико-биологических проблем МЗ СССР (ныне — ИМБП РАН) и Институте физики им. Л.В. Киренского СО АН СССР (позднее Институте биофизики СО РАН). Через некоторое время определились конкретные задачи. В ИМБП МЗ СССР акцент был сделан на решение медицинских проблем и создание систем жизнеобеспечения (СЖО) в полёте, а в ИФ СО АН СССР — на замыкание массообменных процессов и создание стационарных космических станций (в первую очередь на Луне и Марсе).

В результате интенсивных исследований, выполненных отделом биофизики ИФ СО АН СССР, была создана уникальная биорегенеративная система жизнеобеспечения человека БИОС-3 (рис. 1). Уникальность системы определяется рядом особенностей, среди которых наиболее значимыми являются:

- способность сохранять стационарное состояние, обеспечиваемое герметичностью конструкции и замкнутостью внутреннего массообмена в течение длительного времени (несколько месяцев и более);
- возможность создавать необходимые условия для жизни человека, не оказывающие отрицательного влияния на состояние его здоровья как в период проведения экспериментов, так и на протяжении его последующей жизни;
- возможность длительного управления процессами функционирования системы изнутри самим экипажем при минимальном вмешательстве снаружи и с заданным уровнем поддержания герметичности системы.

Благодаря этим и другим свойствам из всех созданных в мире искусственных биологических систем жизнеобеспечения только БИОС-3 позволила в автономном режиме обеспечить жизнь экипажа (два-три человека) в течение 6 месяцев за счёт замыкания цикла по воде и газу почти на 100%, по пище — более чем на 50%. Проведённые в БИОС-3 эксперименты получили международное признание специалистов ведущих космических агентств мира, а сама система включена в официальный перечень уникальных мировых систем жизнеобеспечения.

За рубежом системно и целенаправленно проводятся работы по созданию искусственных эко-

систем космического назначения в рамках проектов Европейского космического агентства (ЕКА). Основные исследования ведутся по программе MELiSSA (Micro-Ecological Life Support System Alternative) [3]: созданы отдельные узлы СЖО, которые, правда, пока не задействованы в едином массообменном процессе; изучается проблема замыкания круговоротных процессов в японской искусственной экосистеме, включающей животных и человека, однако сложности согласования возникших дополнительных массообменных потоков пока не позволили осуществить длительное и достаточно полное их замыкание [4]. В Китае ведутся интенсивные работы по согласованию фрагментов биологической СЖО, цельной системы пока нет [5]. Таким образом, в области создания замкнутых экосистем с человеком наша страна имеет общепризнанный приоритет.

В настоящее время в Институте биофизики СО РАН (ИБФ СО РАН) активно развиваются два параллельных направления в изучаемой области: создание биосфероподобных искусственных экосистем как инструмента экспериментального и теоретического моделирования различных массообменных процессов, лежащих в основе климатических явлений и устойчивости биосферы; создание искусственной замкнутой экосистемы с длительным (до года и более) и устойчивым массообменом, обеспечивающим автономное пребывание в ней экипажа из двух-трёх человек, что имитирует круговоротные процессы на будущих стационарных космических станциях Луны и Марса.

Создание биосферных экосистем. В научном сообществе ведутся широкие дискуссии о причинах и механизмах климатических изменений [6]. Возникает необходимость создания упрощённых биосфероподобных искусственных экосистем с высокой степенью замкнутости круговорота веществ, относительно небольшой обменной массой и определённой репрезентативностью по отношению к природным биотам [7]. Такие экспериментальные мини-экосистемы (МЭС) могут быть эффективным инструментом для моделирования биосферных процессов, в том числе исследования их устойчивости к антропогенным факторам [8]. Первые попытки создания таких МЭС были предприняты с использованием альгоценозов (совокупность популяций водорослей) [9, 10]. Создание МЭС с ценозами высших растений пока не предпринималось, хотя именно они могут служить более показательными экспериментальными моделями наземных экосистем.

В ИБФ СО РАН в течение нескольких лет успешно функционирует экспериментальная установка, представляющая собой замкнутую экосистему. Её основу составляет вегетационная камера из нержавеющей стали объёмом 281 л с прозрачным люком из оргстекла, 20% её объёма занимает почвоподобный субстрат (ППС), свойства которого

описаны в [11]. Источником света служит лампа ДРИ-2000, расположенная над прозрачным потолком, охлаждаемым слоем проточной воды. Степень облучённости на уровне ценоза растений составляет 100 Вт/м² (690 $\mu\text{моль м}^{-2} \text{с}^{-1}$) фотосинтетически активной радиации (ФАР). Соотношение инфракрасной радиации и ФАР — 1 : 1. Температура воздуха в камере может поддерживаться с точностью до $\pm 1^\circ\text{C}$ в диапазоне от $+15$ до $+40^\circ\text{C}$ за счёт функционирования системы водяного теплоотвода и автоматически регулируемого термонагревателя. С помощью термостата обеспечивается поддержание температуры почвы в диапазоне от $+14$ до $+30^\circ\text{C}$ также с точностью до $\pm 1^\circ\text{C}$. Круговорот воды в камере осуществляется системой естественной конденсации влаги из воздушной среды на охлаждаемых стенках, вода со стенок поступает в почву и испаряется в атмосферу. Влага из воздушной среды удаляется с помощью прибора KF-24/6B (Heinz Walz GmbH, Германия), а затем в виде конденсата автоматически возвращается через дренажную систему в почву. Это позволяет регулировать относительную влажность воздуха в МЭС в пределах от 40 до 80% и обеспечивать замкнутый цикл круговорота воды. Концентрацию CO_2 и H_2O контролируют с помощью газоанализатора Li-COR-840 (Li-COR Inc., США), а O_2 — газоанализатора Paramax-101 (Columbus Instruments, США).

В качестве фототрофного звена для такой МЭС выбраны растения звездчатки средней (*Stellaria Media* L.). Данный вид удовлетворяет большинству требований, предъявляемых к растениям в этой системе: низкорослые, быстровегетирующие, самоопыляющиеся, с компактной корневой системой, их семена не имеют периода покоя, а отмершая биомасса легко полегает на почву и быстро разлагается.

Первоначально был достигнут режим самоподдержания и смены поколений фототрофного звена в МЭС. Активная вегетация одного поколения обычно длилась два месяца, при этом постоянно присутствовали цветущие побеги и росло количество побегов, образующих семена. Затем ещё около месяца происходило отмирание сформированной биомассы, продолжался самосев семян, на участках почвы, где произошло отмирание растений, появлялись всходы нового поколения. В качестве примера на рисунке 2 показана колебательная динамика концентрации CO_2 в системе от 0.02% (в фазе преобладания в ценозе активно вегетирующих растений) до 0.11% (в период массового отмирания). Концентрация O_2 изменялась от 18.7 до 19.6%. Видно, что содержание O_2 и CO_2 колебалось в противофазе, однако численные изменения различны и не являются следствием только фотосинтетических и дыхательных процессов растений. Очевидно, что на динамику

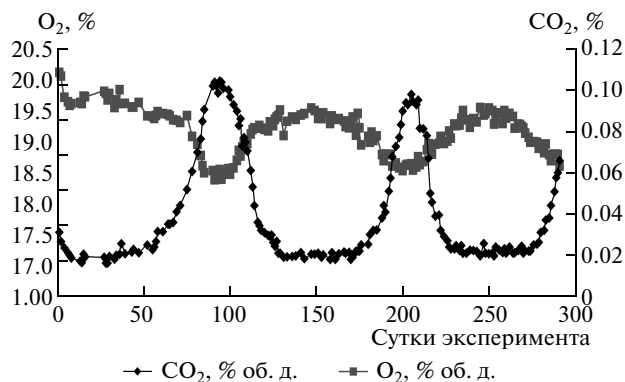


Рис. 2. Динамика концентрации CO_2 и O_2 в МЭС в течение трёх циклов смены поколений звездчатки средней (*Stellaria Media L.*)

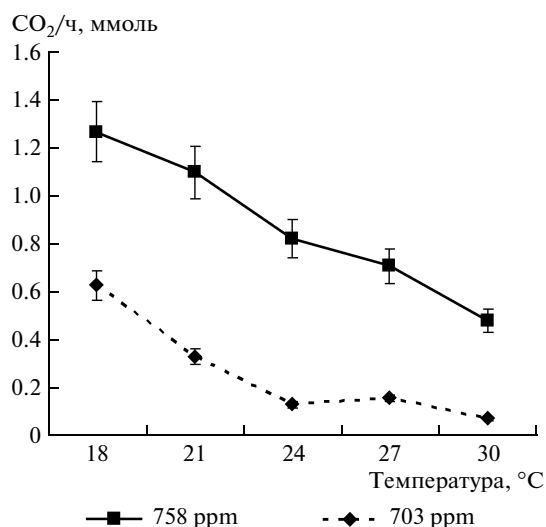


Рис. 3. Температурные кривые поглощения CO_2 МЭС "БИОТА" при разных концентрациях CO_2 в воздухе камеры

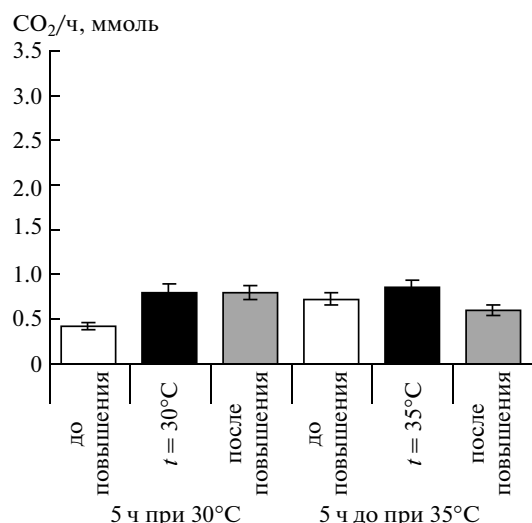


Рис. 4. Интенсивность поглощения CO_2 в МЭС "БИОТА" до, во время и после 5-часового повышения температуры воздуха до 30 или 35°C. Температура почвы 18°C

газообменных процессов сильное влияние оказывает дыхательная активность ППС, связанная с биологическим окислением отмерших растительных остатков и, возможно, начальный несбалансированный запас почвенной органики. Более глубокое понимание этих процессов требует специального изучения. Динамика изменений CO_2 и O_2 может рассматриваться как некий стационарный колебательный процесс. Метан в атмосфере МЭС присутствует на постоянном уровне, равном величине погрешности измерений. С учётом постоянства круговорота воды созданная МЭС может быть отнесена к искусственной экосистеме со степенью замкнутости, близкой к полному замыканию массообмена.

В ходе дальнейшей работы удалось добиться рассинхронизации смены поколений растительного звена МЭС в разных участках камеры. Благодаря этому в значительной мере нивелировались циклы колебаний газового состава воздушной среды. Это не только дало системе больший запас устойчивости к возмущающим факторам, но и приблизило модель к реальным свойствам биосферы Земли.

Далее проводилась проверка отклика мини-экосистемы на температурные возмущения, имитирующие повышение температуры воздуха из-за "парникового эффекта". Для оценки степени необратимости выхода из стационарного состояния фотосинтезирующего (разновозрастной ценоз *Stellaria Media*) и почвенного (гетеротрофного) звеньев мини-экосистемы были зарегистрированы температурные кривые при поэтапном поднятии температур в диапазоне 18–30°C с шагом 3°C и экспозицией 1 ч при выбранных температурах (рис. 3). Показано, что в данном диапазоне температур наибольшее значение видимого поглощения CO_2 в МЭС соответствовало 18°C. Равномерное в течение 1 ч повышение температуры воздуха приводило к значительному снижению интенсивности видимого поглощения CO_2 в системе.

На следующем этапе оценка степени необратимости выхода из стационарного состояния фотосинтезирующего и почвенного блоков МЭС была проведена при пятичасовом воздействии температуры воздуха 30 и 35°C и при температуре почвы 18°C. На рисунке 4 видно, что повышение температуры воздуха до 30°C привело к стимуляции поглощения CO_2 в МЭС, которое сохранилось и после её снижения в период репарации. В этот период наблюдалось некоторое уменьшение интенсивности суммарного дыхания растений и биоты корнеобитаемого субстрата по сравнению с его значением до стресса (рис. 5). Повышение температуры воздуха до 35°C привело к увеличению поглощения CO_2 , но в репарационный период интенсивность поглощения была

меньше, чем до стресса, при этом интенсивность дыхания в репарационный период оказалась почти на 30% выше, чем до стресса.

Более длительное повышение температуры воздуха в системе до 35°C при параллельном повышении температуры почвы до 30°C привело к увеличению в МЭС углекислотного компенсационного пункта с 1100 до 2500 ppm CO₂. Такое увеличение продолжалось в течение 47 ч и далее почти не изменялось на протяжении 300 ч. Длительное повышение температуры воздуха и почвы привело к более быстрому старению растительного ценоза по сравнению с темпами старения до воздействия повышенными температурами воздуха и почвы.

Таким образом, успешно создана действующая лабораторная мини-экосистема, позволяющая проводить модельные экспериментальные оценки устойчивости экосистем к изменению параметров среды, включая моделирование антропогенных воздействий.

Создание биорегенеративной экосистемы с человеком высокой степени замкнутости для имитации круговоротных процессов в стационарных космических станциях. Для создания системы жизнеобеспечения космического назначения с высокой степенью замкнутости в ИБФ СО РАН ведутся исследования по разработке научных основ новых технологий, способных создать полнозамкнутый круговоротный процесс с полным вовлечением в него продуктов жизнедеятельности растений и человека. Проблема дальнейшего повышения степени замыкания (в сравнении с ранее достигнутым в системе БИОС-3) связана с использованием гетеротрофного звена, обеспечивающего дополнительное “биологическое” сжигание органических отходов с их последующим включением в общий массообмен системы. Часть не вовлечённых в массообмен отходов можно утилизировать высокоэффективным, экологически чистым и безопасным для системы физико-химическим способом. Речь идёт о создании интегрированной физико-химико-биологической системы жизнеобеспечения, в которой доминирующую роль играет биологическая составляющая. В этой связи задачей создания искусственных экосистем нового поколения космического назначения является повышение степени замкнутости, в первую очередь с помощью более эффективной утилизации растительных отходов и продуктов метаболизма человека.

Для решения этой проблемы была предпринята попытка ввести в систему гетеротрофное звено (почвоподобный субстрат — ППС), включающее грибы, червей и микроорганизмы (рис. 6), что способствовало вовлечению в круговорот большей части растительных отходов. Организация замкнутого круговоротного процесса состояла в следующем. Человек (рис. 6, 1) ежедневно полу-

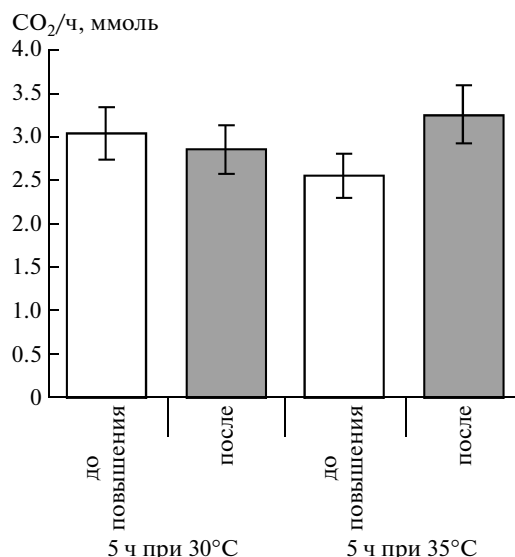


Рис. 5. Интенсивность дыхания в МЭС “БИОТА” до, во время и после 5-часового повышения температуры воздуха до 30 или 35°C. Температура почвы 18°C

чает растительную пищу с ППС (рис. 6, 2), сопутствующую несъедобную биомассу (рис. 6, 3) применяют для выращивания грибов (рис. 6, 4), в том числе и съедобных. Формирующийся в результате этого остаточный субстрат (рис. 6, 5) используют в вермикультуре (рис. 6, 6), которая является источником биогумуса. Биогумус и минерализованные физико-химическим методом экзометаболиты человека поступают в ППС (рис. 6, 7) с пониженным после выращивания растений содержанием минеральных элементов, восполняя дефицит последних. Восстановленный ППС вновь возвращается в круговорот веществ в СЖО. Так происходит цикл регенерации ППС и поддержание замкнутости массообмена в СЖО. Вероятно, в будущем ППС сможет частично или полностью

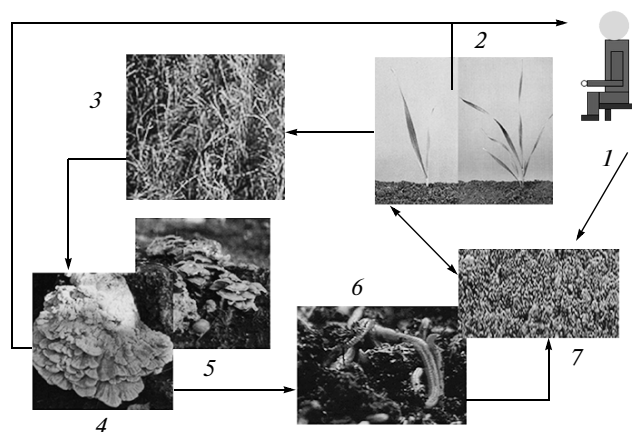


Рис. 6. Замкнутый цикл с регенерацией почвоподобного субстрата

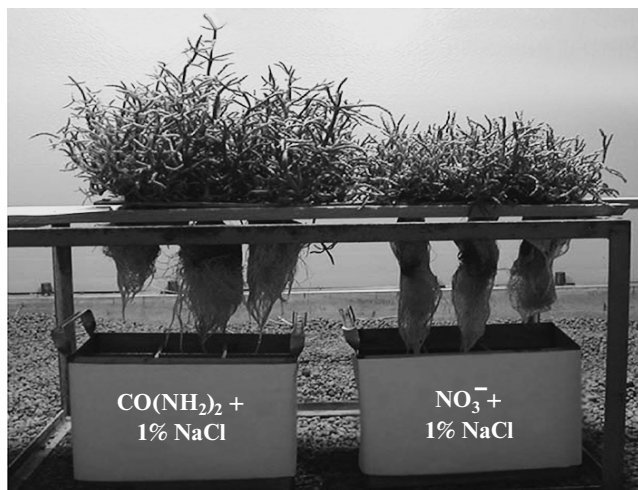


Рис. 7. Растения *Salicornia europaea*, выращенные на амидной (слева) и нитратной (справа) формах азота

заменить нейтральный субстрат и обеспечить растения минеральными элементами, которые в искусственных системах предыдущих поколений поставлялись из запасов [12].

Одна из наиболее важных задач для повышения замкнутости массообмена в СЖО — включение экзометаболитов человека во внутрисистемный круговорот. До недавнего времени осуществить это для биорегенеративных систем жизнеобеспечения (БСЖО) было невозможно. Как правило, отходы либо складировали внутри системы, либо подвергали переработке физико-химическими методами. В ряде случаев продукты такой переработки являются токсичными и не могут в дальнейшем использоваться в СЖО. Интенсивные работы по утилизации экзометаболитов человека с помощью микробиологических методов ведутся по программе MELiSSA [3]. Частичного успеха в использовании биологических методов для переработки жидких выделений человека удалось добиться учёным ИБФ СО РАН в первой в мире включающей человека биологической системе БИОС-3, когда нативная моча добавлялась в питательный раствор для выращивания пшеницы. Был разработан такой режим подачи мочи в питательный раствор, при котором растения пшеницы использовали многие компоненты и давали удовлетворительный урожай зерна [13]. Однако полноценного возврата NaCl к человеку достичь не удалось. Недостатком метода является накопление некоторых соединений, в первую очередь NaCl, в несъедобной биомассе (в основном в солоmine), которая остаётся в системе в виде тупиковых отходов. Для решения этой задачи в ИБФ СО РАН создан комплекс технологий, основанных преимущественно на биологическом способе утилизации NaCl в СЖО, разработаны технологии по включению в искусственную экосистему

галофитов — растений, эволюционно приспособленных к обитанию на засоленных почвах, аккумулярующих NaCl в тканях или способных выделять соли в окружающую среду [14]. В частности, успешно апробирован для условий СЖО съедобный для человека вид солероса (*Salicornia europaea* L.), накапливающий NaCl до 50% от сухой массы (рис. 7).

Другим фактором, позволяющим повысить степень замкнутости круговоротных процессов в биологических СЖО, является применение физико-химического способа вовлечения во внутренний массообмен системы отходов, для которых биodeградация малоэффективна. К сожалению, многие из разработанных к настоящему времени физико-химических методов утилизации отходов жизнедеятельности человека трудно поддаются интеграции в биологические СЖО. Это связано с двумя главными проблемами: первая заключается в необходимости обеспечения физических параметров (температура, давление и др.) и поддержании процессов физико-химической утилизации отходов в агрессивной среде реактора (эти показатели часто настолько отличны от параметров естественной среды обитания человека, что требуют особых мер предосторожности), вторая — в том, что ряд продуктов физико-химической переработки не может быть включён в биологические круговороты, поскольку эти продукты не только не усваиваются биологическими компонентами системы (человеком, растениями, микрофлорой), но нередко являются ядовитыми и требуют специального складирования. Кроме того, установки, обеспечивающие физико-химический процесс утилизации отходов, громоздки, весьма дороги и, следовательно, не могут быть использованы в реальных космических СЖО.

В ИБФ СО РАН разработан оригинальный метод переработки органических отходов, который выгодно отличается от существующих термических методов (сжигание) своей экологичностью, энергоэкономичностью и большей безопасностью [15]. На основании этого метода изготовлена полупромышленная установка физико-химической переработки растительных отходов, плотных и жидких выделений человека в 30%-ном водном растворе перекиси водорода, активируемой переменным электрическим полем [16]. В результате отходы окисляются за счёт создания активных радикалов и атомарного кислорода. Процесс протекает в реакторе при температуре 80–90°C и нормальном атмосферном давлении. Потребляемая мощность для поддержания реакции в экономичном режиме составила 15–20 Вт. Нужно количество перекиси водорода при необходимости можно получить из внутрисистемной воды, содержащейся в биологических СЖО. Расчёты показывают, что затраты энергии на получение

перекиси водорода составляют около 10% от энергозатрат на выращивание растений для обеспечения человека кислородом и растительной пищей. Таким образом, в отличие от других физико-химических методов, данный способ не предусматривает высоких температур и давлений, является энергоэкономичным, экологически чистым и безопасным для системы.

Использование физико-химического метода утилизации отходов в биологических СЖО позволяет планировать создание гибридных физико-химико-биологических СЖО нового поколения, важной особенностью которых является высокая степень замкнутости массообменных процессов [17, 18].

В настоящее время система БИОС-3 модернизируется с целью использования в ней высокоэффективных технологий, способных повысить степень замкнутости круговоротных процессов с ранее достигнутых 50 до 90% и выше. Ведутся работы по техническому переоснащению внутренней инфраструктуры, способной с учётом международных стандартов обеспечить пребывание в системе человека. Ряд исследований выполнен при сотрудничестве с учёными Европейского союза, развиваются международные научные контакты с коллегами из США, Китая, Японии, Канады и других стран.

Биорегенеративные системы жизнеобеспечения различной степени замкнутости внутреннего массообмена являются перспективным инструментом для создания нового поколения систем жизнеобеспечения космического и земного назначения, а также экспериментального моделирования природных круговоротов. Результаты работ могут иметь экономическую и социальную значимость при использовании искусственной экосистемы как инструмента по экспериментальному моделированию устойчивости природных экосистем к антропогенной нагрузке, разработке, совершенствованию и применению на базе полученных результатов технологий по борьбе с засолением почв, разработке безотходных технологий для промышленности и сельского хозяйства. В случае БСЖО космического назначения это повысит степень замкнутости внутрисистемного массообмена до уровня, позволяющего реально планировать длительное автономное функционирование системы на Луне или Марсе. Конструирование таких станций входит в планы космической отрасли России.

Создание искусственных экосистем, отвечающих поставленным задачам, требует профессиональных знаний в различных научных областях. В частности, создание фотосинтезирующего звена в БСЖО связано с микробиологией, физиологией и биохимией растений; необходимость со-

здания специальных систем для культивирования растений требует решения задач в области биоинженерии, светотехники и в ряде других технических дисциплин; оптимизация массообменных процессов в БСЖО должна основываться на знании экологических закономерностей взаимодействия живых организмов с окружающей средой. Для анализа экспериментальных данных и разработки прогноза по возможностям дальнейшего повышения степени замкнутости массообменных процессов необходимо участие специалистов в области математического моделирования, которые должны работать в тесном взаимодействии с учёными естественно-научного и технического профиля.

Исследования в области замкнутых экосистем могут стать базовыми для биологических и экологических технологий, а сами замкнутые экосистемы (как инженерные конструкции) будут иметь широкий спектр практического применения.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта НИР (ИБФ СО РАН) № 01201000935, Государственного задания ИБФ СО РАН по теме № 56.1.4. на 2013–2020 годы, интеграционных проектов № 132 и № 5 (блок 4) СО РАН, а также совместного гранта РФФИ и КГАУ “Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности” № 13-04-98119_p_сибирь_a.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гительзон И.И., Дегерменджи А.Г., Тихомиров А.А. Замкнутые системы жизнеобеспечения // Наука в России. 2011. № 6.
2. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и её окружения. М.: Наука, 1965.
3. Poughon L., Farges B., Dussap C. Simulation of MELISSA closed loop system as a tool to define its integration strategy // Advances in Space Research. 2009. V. 44. P. 1392.
4. Abe K., Ishikawa Y., et al. Simulation model for the closed plant experiment facility of CEEF // Advances in Space Research. 2005. V. 35. P. 1597.
5. Guo S., Tang Y., Zhu J., et al. Development of a CELSS experimental facility // Advances in Space Research. 2008. V. 41. P. 725.
6. Gubanov V.G., Degermendzhy A.G. Biotic Turnover in Superorganism Systems: Several Principles of Establishment and Sustenance (Theoretical Analysis, Debatable Issues) / N. Dobretsov et al. (eds.). Biosphere Origin and Evolution. Springer, 2008. P. 327.
7. Global Climatology and Ecodynamics: Anthropogenic changes to planet Earth // Springer Praxis Books, Environmental Sciences. Hardcover. 2008. P. 241.
8. Milcu A., Lukac M., Subke J.-A., et al. Biotic carbon feedbacks in a materially closed soil–vegetation–atmosphere system // Nature climate change. 2012. V. 2. P. 281 // www.nature.com/natureclimatechange

9. Ковров Б.Г. Искусственные микроэкосистемы с замкнутым круговоротом веществ как модель биосферы // Биофизика клеточных популяций и надорганизменных систем. Новосибирск: Наука, 1992.
10. Ishikawa Y., Yoshida H., Kinoshita M., et al. Examination of a smallest CELSS (microcosm) through an individual-based model simulation // Advances in Space Research. 2004. V. 34. P. 1517.
11. Manukovsky N.S., Kovalev V.S., Rygalov V.Ye., et al. Waste bioregeneration in life support CES: development of soil organic substrate // Advances in Space Research. 1997. V. 20. P. 1827.
12. Tikhomirov A.A., Ushakova S.A., Manukovsky N.S., et al. Synthesis of biomass and utilization of plants wastes in a physical model of biological life-support system // Acta Astronautica. 2003. V. 53. P. 249.
13. Lisovsky G.M., Gitelson J.I., Shilenko M.P., et al. Direct utilization of human liquid waste by plants in a closed ecosystem // Advances in Space Research. 1997. V. 20. P. 1801.
14. Тихомирова Н.А., Ушакова С.А., Калачёва Т.К. Продукционный процесс растений *Salicornia Europaea* как потенциальный компонент фототрофного звена БСЖО // Физиология растений. 2009. № 1. С. 27.
15. Kudenko Yu.A., Gribovskaya I.A., Zolotukhin I.G. Physical–chemical treatment of wastes: a way to close turnover of elements in LSS // Acta Astronautica. 2000. V. 46. P. 585.
16. Система утилизации отходов жизнедеятельности человека и несъедобной растительной биомассы, приводящей к получению из них удобрений. Заявка на полезную модель. Рег. № 2012154619 от 17.12.2012. ИБФ СО РАН.
17. Bartsev S.I., Mezhevikin V.V., Okhonin V.A. Systematic approach to life support system analyses and integration // Advances in Space Research. 2003. V. 31. P. 1823.
18. Czupalla M., Horneck G., Blome H.J. The conceptual design of a hybrid life support system based on the evaluation and comparison of terrestrial testbeds // Advances in Space Research. 2005. V. 35. P. 1609.

DOI: 10.7868/S0869587314030074

Одной из последних и наиболее успешных исторических форм глобализации оказалась евроатлантическая модель объединения человечества, получившая название “вестернизация”. Но будущее глобализации, считает автор, не связано с неизбежной вестернизацией стран второго мира. Нынешняя неолиберальная волна глобализации побуждает крупные региональные державы вырабатывать собственные, культурно иные формы глобальных стратегий, препятствующие вестернизации.

ГЛОБАЛИЗАЦИЯ И НАЦИОНАЛЬНЫЕ ФОРМЫ ГЛОБАЛЬНЫХ СТРАТЕГИЙ

Ю.Д. Гранин

На протяжении последних десятилетий проблема глобализации и её последствий остаётся одной из самых дискуссионных. Казалось бы, формирование международных рынков, свободное движение капиталов из страны в страну, увеличение потоков мигрантов и туристов, образование транс-, интер- и наднациональных финансовых, экономических и политических институтов должны были бы сплотить народы в некую глобальную целостность — планетарную цивилизацию. Но пока глобализация не разрушает, а консервирует планетарную иерархию различных народов и наций. Её очевидные, прежде всего экономические, преимущества для многих стран оборачиваются значительными потерями. Ситуация складывается таким образом, что набирающий силу процесс глобализации, с одной стороны, создаёт проблемы для дальнейшего существования национальных государств как наиболее распространённой институциональной формы общежития, а с другой — стимулирует рост их активности, вызывая защитную реакцию противодействия. В этой связи гиперглобалисты говорят о грядущем постнациональном государстве, сетевом обществе, глобальной империи или глобальной де-

мократии. В противовес антиглобалисты заявляют, что национальное государство не исчерпало свой исторический ресурс, и предрекают всплески активности национальных государств по самым разным направлениям.

В этом споре, изрядно приправленном политической риторикой, последнюю точку поставит будущее. В данной статье я попытаюсь показать, что основными субъектами современной глобализации, как и прежде, остаются национальные государства, вырабатывающие собственные формы глобальных стратегий на иной, не западной, цивилизационной основе. В теоретическом плане решение этой задачи осложняется, поскольку в научном сообществе нет единого взгляда на природу, форму, характер и направления эволюции процесса глобализации.

Парадоксы современных трактовок глобализации. Прежде всего они объективно заданы многоаспектностью и историзмом исследуемого феномена, а также отсутствием систематических междисциплинарных исследований, преодолевающих естественную ограниченность изучения глобализации в пределах одной научной дисциплины. Неслучайно сейчас теоретический образ глобализации как исторического феномена размыт и растащен по разным дисциплинарным “квартирам”.

Экономисты фокусируют внимание на образовании глобальных рынков, наднациональных финансовых и экономических институтов, свободном движении капиталов и рабочей силы из страны в страну. Социологи традиционно связывают возникновение глобализации с появлением и развитием капитализма и имманентными ему процессами модернизации. Политологи, акцентируя внимание на возникновении над- и межгосударственных политических образований, интерпретируют глобализацию как процесс каче-



ГРАНИН Юрий Дмитриевич — доктор философских наук, ведущий научный сотрудник Института философии РАН.

ственного изменения характера международных отношений, мировой политики, субъектами которых наряду с национальными государствами становятся интергосударственные образования: ООН, ВТО, союзы государств (например, ЕЭС и СНГ), политические и военно-политические блоки (НАТО).

Существуют и более широкие подходы, своеобразие которых объективно обусловлено, с одной стороны, проникновением в социальные науки фундаментальных идей современной научной картины мира, а с другой — конкурентоспособностью различных традиционных концептуализаций истории человечества. Так, используя идеи универсального эволюционизма и категориальный аппарат синергетики, претендующей на то, чтобы стать ядром современной научной картины мира, глобализацию истолковывают, например, как объективную эволюцию геобиосоциосистемы [1, с. 407] или как целевую функцию нелинейного процесса самоорганизации социальной системы в суперсложный организм — мегасоциум, который, будучи представлен локальными социальными организациями (социумами), имеет идеальную программу жизненного цикла: проходит стадии зарождения, роста и умирания [2, с. 65, 66, 248, 250]. В границах этой новой парадигмы исторического знания глобализация человечества интерпретируется как этап универсальной или глобальной истории, имеющей циклический характер.

Хотя категориальный аппарат синергетики и теории систем весьма активно используется в большинстве крупных работ, попыток последовательного системно-синергетического истолкования глобализации в контексте универсальной истории пока немного и они неудачны. Причина кроется в метафоричности использования в качестве метаязыка языка синергетики, а также в неясности эпистемологического статуса как самой синергетики [3, с. 27, 31–33], так и концепции универсального эволюционизма, которую считают метафорой для обозначения традиционной философской проблемы и исследовательским проектом постнеклассической науки, философские и научные основания которого ещё не прояснены, а зачастую даже не осознаются [4, с. 93, 94]. Поэтому большинство исследователей предпочитает работать в пределах традиционных — линейных и нелинейных — социологических толкований истории человечества, где глобализация понимается либо как одна из нескольких противостоящих друг другу тенденций истории, либо как одна результирующая тенденция исторического развития. В первом случае, помещая глобализацию в один ряд с такими тенденциями, как локализация, национализация и регионализация, её истолковывают как “процесс (или совокупность процессов), который воплощает в себе трансформацию пространственной организации социаль-

ных отношений и взаимодействий... порождающую межконтинентальные или межрегиональные потоки и структуры активности, взаимодействий и проявлений власти” [5, с. 19]. Во втором случае тот же самый процесс изменения пространственно-временных характеристик и порядка экономических, политических, культурных и иных взаимодействий между народами и государствами интерпретируется как обретение историей качества глобальности (всеобщности)¹.

На роль главных детерминантов процесса глобализации исследователи выбирают:

развитие науки и техники — техносферы (техницистский подход);

развитие экономической миросистемы (миросистемный подход);

распространение мировых и локальных культур и цивилизаций (социокультурный подход);

модернизацию обществ по линиям “аграрное — индустриальное — постиндустриальное” или “традиционное — общество модерна — постмодерна (модернистский подход)”.

Во многих работах эти подходы совмещаются или пересекаются, но в подавляющем большинстве исследований доминирует позиция, согласно которой глобализация воплощает очевидное увеличение взаимозависимости и взаимосвязанности человечества на основе западной модели развития, экспансия которой разделила мир на развитый “центр” и отсталую “периферию”, вынужденно осваивающую научно-технические, политические и культурные достижения и стандарты Запада. Соответственно этому выстраиваются исторические периодизации вестернизированного варианта глобализации: её первый этап обычно относят к “долгему XVI веку” (И. Валлерстайн), связывая со становлением капитализма в Европе и колонизацией мира европейцами, второй — к XIX столетию, веку индустриальной революции и формирования мирового рынка, третий — к середине XX века, эпохе НТР и международных организаций. Существуют иные, более масштабные периодизации, относящие начало глобализации к неолитической революции или Осевому времени. В этих случаях глобализация интерпретируется, например, как циклически волновой “никогда не завершающийся, но стремящийся к завершению процесс интеграции различных государств и цивилизаций” [6, с. 6].

В нашу задачу не входит подробный сравнительный анализ этих наиболее распространённых трактовок и периодизаций глобализации. Большинство из них интерпретирует её как некий спонтанный, самоподдерживающийся процесс, исходя из подразумеваемой бессубъектности это-

¹ В данном случае используются иные, этимологически восходящие к французскому “global” значения термина: “всеобщий”, “всемирный”.

го феномена. В то же время они будут дополнять друг друга, если мы интерпретируем глобализацию как мегатенденцию к объединению цивилизационно, экономически, культурно, политически и иначе разделённого человечества в глобальную (планетарную) общность, которая реализуется одновременно по всем из указанных разделительных линий и в многообразии конкретно-исторических форм. Важно лишь вовремя снимать обычные в таких случаях абсолютизации и избегать объективизма, лучшим лекарством от которых была и остаётся философия, интерпретирующая социальную историю вида *homo sapiens* не как поле действия неких безличных сил или систем, реализующихся вне совместной социально организованной деятельности людей, а как процесс, целостность и единство которого обеспечивается сопричастным ему сознанием. В этом социально-философском аспекте глобализация не редуцируется до одной из многих своих сторон, а рассматривается как сложный исторический феномен, меняющий от эпохи к эпохе своё содержание и формы.

Феномен глобализации. Точка зрения социальной философии, как и философии истории, определяется таким подходом к историческому материалу, в пределах которого обосновывается необходимость изучения исторических событий в контексте диалектико-деятельностного единства бытия и сознания. Бытие объективно и непреложно, но оно не дано нам помимо наших собственных, в том числе интеллектуальных, усилий. Впервые этот парадокс сформулировал Рене Декарт в своём знаменитом высказывании “*cogito ergo sum*”, смысл которого в том, что мышление каким-то глубинным образом сопричастует бытию и в той или иной мере удостоверяет его для нас. Впоследствии эта интуиция получила определение “диалектическое единство онтологии и гносеологии”. А в XVIII–XIX столетиях усилиями выдающихся умов была глубоко проработана мысль об истории как деятельностном историческом единстве бытия и сознания, в котором сознание будучи теснейшим образом связано с питающей его социокультурной средой, активно участвует в качественных изменениях исторического процесса. При этом сам исторический процесс понимался как социально и культурно оформленная совместная (предметно-практическая и духовная) деятельность сплочённых в группы людей.

В контексте данного исследования это означает недопустимость изучения глобализации вне связи с эволюцией интересов (потребностей), мировоззрения и форм сознания взаимодействующих пространственно локализованных субъектов истории, подвергающихся разнообразным трансформациям и поглощениям. Известная нам история — это не только история внешних взаи-

модействий и отношений (в том числе господства и подчинения) между народами, государствами и цивилизациями, но и внутренняя история возникновения, развития и исчезновения этих народов и цивилизаций. Только будучи расчленёнными скальпелем категориального аппарата теории и абстрагированы от своей феноменальной данности и друг от друга, они существуют как независимые истории в рамках различных дисциплинарных онтологий. Но в пределах метадисциплинарного философско-методологического синтеза, подчёркивающего диалектику внутреннего и внешнего, социального, политического и культурного, одна без другой они попросту невозможны, как невозможно внесоциальное существование составляющих человечество индивидов.

Следовательно, глобализация может быть рассмотрена как мегатенденция к объединению человечества, воплощённая в диалектике пространственно-временных перемещений, взаимодействий и трансформаций антропосоциальных, то есть культурно и политически связанных целостностей. Таким образом, глобализация — это не только распространение людей, артефактов, символов и информации за пределы регионов и континентов, но и сопутствующая и детерминирующая этот процесс организация и реорганизация внешнего и внутреннего социального пространства совместной жизни интегрированных в социумы (роды, племена, этносы, нации) индивидов. Соответственно, источниками и движущими силами глобализационных процессов оказываются потребности (интересы) объединённых в социальные целостности людей, невозможность удовлетворения которых в локальном ареале существования стимулировало их распространение за пределы регионов и континентов, сопровождавшееся, невзирая на постоянную борьбу за ресурсы, установлением ценностей, норм и институтов совместной жизни.

Подобное понимание глобализации — предельно общая, но совсем не пустая абстракция, использование которой в дисциплинарных исследованиях способно нейтрализовать представление о бессубъектности этого явления и хотя бы отчасти устранить почти повсеместную редукцию глобализации к экономической, политической или любой другой составляющей исторического процесса. Глобализация как мегатенденция истории человечества, способом существования которой является предметно-практическая и духовная жизнедеятельность интегрированных в социокультурно, экономически и политически различные антропологические целостности индивидов, реализуется по всему спектру отношений и взаимодействий между ними, поэтому её можно рассматривать как совокупность процессов экономической (торговой, финансовой, производственной и др.), политической (военной и дипломатиче-

ской) и/или культурной (религиозной, идеологической, научно-технической и др.) глобализации, осуществлявшейся с разной скоростью, последовательностью и успехом в разных местах и в разные исторические эпохи. Важно не забывать взаимосвязь, пространственно-временную динамику и незавершённость этих процессов, а также учитывать, что в длительной исторической ретроспективе глобализация всегда выступала как последовательность сосуществующих и сменяющих друг друга исторических форм. Источником этих форм обычно оказывалась пространственная и сопутствующая ей политическая, экономическая и культурная экспансия выходящих на авансцену региональной истории обществ, государств и цивилизаций, а содержанием — исчезновение, поглощение и/или трансформация сталкивающихся антропологических целостностей, изменение географического масштаба и инфраструктуры их взаимодействий, что выражается в увеличении числа и протяжённости транспортных, торгово-экономических, политических и информационно-культурных сетей и коммуникаций, и формирование всякий раз иначе организованного, но постоянно расширяющегося общего внешнего и внутреннего социального пространства совместной жизни. Можно сказать, что глобализация человечества изначально воплощает в себе единство социальной истории, обеспеченное конкуренцией и эстафетностью (термин М. Розова) бытия и сознания, образующих её антропологических целостностей. Рассмотрим основные этапы этого процесса, акцентируя внимание преимущественно на социальных и политических компонентах.

Смещения центров мирового развития. В зависимости от исходных трактовок могут быть построены самые разные исторические периодизации и соответствующие им исторические формы глобализации, считая её началом глубокое прошлое — времена распространения по Земле биологического вида *homo sapiens*. Начиная с неолитической революции, вся известная нам история вида *homo sapiens* — это история миграций, великих переселений и войн первобытных и постпервобытных, догосударственных и государственно оформленных групп и обществ за географическое пространство — территории проживания и сосредоточенные на этих территориях ресурсы. Удерживать их на долгий период победители могли, лишь организовав общее экономическое и политическое пространство совместной жизни для населяющих эти территории людей путём выработки универсальных норм общежития. Так возникали ранние государства и их аналоги, а позже — этнические, имперские и собственно национальные государства, в пределах которых сначала усилиями племенных и этнических элит, а затем государственной бюрократии осуществлялась ассимиляция и интеграция лингвистически, религиозно и

культурно разного населения в новые относительно гомогенные социальные целостности. Так появлялись территориально, экономически, культурно и/или политически связанные в общества (племена, союзы племён, этносы и нации) группы людей, эмоционально, символически и концептуально идентифицирующие себя как единое целое и стремящиеся распространиться до пределов известной им ойкумены.

В подавляющем большинстве случаев это распространение имело характер военных и колониальных экспансий, следствием которых, помимо увеличения числа транспортных потоков и коммуникаций, оказывался перенос за пределы локальных территорий, регионов и континентов произведений литературы и искусства, техники и технологий, религиозных и светских идеологий, научных знаний и типов рациональности, норм и образцов экономической, политической и социальной жизни. Неизбежная в таких случаях “встреча культур” сопровождалась различного рода заимствованиями, непреднамеренными ассимиляциями и намеренно осуществляемыми аккультурациями, символическим насилием, вызывавшими сопротивление лингвистически и культурно разного населения покорённых территорий. В любом случае знания, артефакты и институты одних народов оказывались доступными другим, обретали статус мировых ценностей, раздвигали горизонты и трансформировали мировоззрение, шаг за шагом делая экономически, социокультурно и политически разделённое человечество материально, интеллектуально и духовно всё более взаимосвязанным. Идея человечества и его антропобиологического единства становилась субъективно представимой и психологически приемлемой, а объединение человечества в глобальную целостность — философски и политически фундаментальным проектом.

Таким образом, в контексте социальной и политической истории человечества глобализация связана с появлением и развитием интеграции внутри и между большими и малыми культурно разными социумами, конкуренция которых неизбежно приводила либо к новым социокультурным и политическим слияниям, либо к распадам прежних целостностей, влекущих за собой очередную реконфигурацию международного пространства отношений между интегрированными в социумы индивидами. По сути дела, социально-политическая история глобализации — это история превращения локальных историй первобытных и постпервобытных обществ, политически оформленных в ранние государства и их аналоги, в региональную историю древних и средневековых этнических государств и империй, а затем и во всемирную историю наций, национальных государств и образованных ими колониальных империй, связавших человечество не только силой

государственных форм территориального контроля, но и создавшими новые “анонимные” системы власти — транснациональные организации и многонациональные корпорации. Иными словами, становление всемирной истории — противоречивый процесс, связанный с приливами и отливами волн глобализации на тех или иных территориях планеты, имеющих свою временную протяжённость и географический масштаб.

В контексте нашего обсуждения последнее обстоятельство имеет принципиальное значение: оно подчёркивает ограниченность построения западоцентричных интерпретаций и периодизаций глобализации, редуцирующих многообразие прошлых и будущих конкретно-исторических форм осуществления этой тенденции к одной из потенциально возможных. Таковыми, в частности, являются все концепции глобализации, связывающие её начало со становлением и развитием европейского капитализма XVII—XIX столетий, сопутствующим ему развитием науки и техники, рыночных отношений и формированием национальных государств, имперский порыв которых привёл к возникновению капиталистической миросистемы и последующей вестернизации мира. Именно вестернизация, считают авторы этих концепций, — единственная из реально существовавших и возможных форм глобализации человечества в прошлом и обозримом будущем. Но это не так, поскольку “центр” и “периферия” постоянно менялись местами, а история человечества даже в Евразии никогда не была “улицей с односторонним движением”, неизбежно ведущим к объединению на основе какого-то одного типа экономического, социокультурного и политического развития. История — нелинейный процесс, результат взаимодействия и борьбы многочисленных индивидуальных и коллективных субъектов исторического развития: людей, обществ, государств и цивилизаций. Соответственно, и глобализация как одна из её тенденций была и остаётся результирующей многих попыток организации общего пространства совместной жизни народов и государств на основе разных цивилизационных моделей развития. Итогом таких попыток оказывалось временное доминирование и распространение в пределах нескольких географических регионов одной из локальных цивилизаций. Политической формой существования подобных цивилизаций в большинстве случаев стала империя. Именно империи были на каждой из выделенных стадий глобализации мощнейшим политическим средством “переплавки” и ускорения процесса интеграции лингвистически, религиозно и культурно разных элит и населения имперских территорий. Так, сменяя друг друга в качестве лидеров, на просторах Евразии формировались и развивались китайская, индийская, эллино-македонская, римская,

арабо-мусульманская, западноевропейская и евроатлантическая формы глобализации.

По справедливому замечанию А.Г. Франка, “перемещение центра мира — колебательный процесс, отмеченный сменяющими друг друга движениями относительно воображаемой линии, которая отделяет Восток от Запада в Евразии” [7, с. 1]. Эту мысль подтверждают многочисленные историко-экономические и историко-культурные исследования учёных-реориенталистов, убедительно доказывающих, что начиная с XII в. н.э. и вплоть до середины XVIII столетия центром торгового, экономического и даже индустриального прогресса (до XV в.) была Азия. Крупнейшие азиатские империи значительно превосходили любые европейские государства своей военной мощью, культурным и политическим влиянием [7, с. 123—127]. Уже в XI столетии уровень образованности в средневековом Китае был довольно высок (20—30% населения), значительными темпами росли тиражи печатных книг по истории, философии, медицине, сельскому хозяйству и военному делу. Не говоря об использовании пороха в военных целях, даже производство чугуна опиралось на передовую технологическую базу (использование кокса и непрерывная продувка домны), которая стала известна в Англии лишь 500 лет спустя, и осуществлялось на предприятиях, насчитывавших сотни рабочих. В стране существовала разветвлённая транспортная сеть и развитая финансовая система. К XIV в. в Китае имелись многие предпосылки промышленной революции, начавшейся в Англии в конце XVIII в. Это была, как полагают исследователи, относительно развитая рыночная экономика, формировавшая стремление к получению прибыли и обеспечивавшая быстрое распространение передовой техники. Сельскохозяйственная революция, которая в Англии произошла в XVIII в., в Китае состоялась на 700 лет раньше, благодаря чему могли существовать гигантские города-миллионеры.

Тем не менее в борьбе за мировое господство победа досталась Европе. Объясняя этот исторический парадокс, многие связывают его, например, с добровольным отказом Китая и Японии от научно-технической и промышленной модернизации, которая воспринималась как угроза традиционному мировоззрению и культуре², с деспотизмом и сакральным характером имперской власти в мусульманских странах и многими другими причинами. Как бы то ни было, начиная с XVI в. глобализационный порыв крупнейших кочевых,

² Самый впечатляющий пример — добровольный, вызванный основанными на конфуцианской этике моральными соображениями отказ Китая на долгое время после 1433 г. от дальнего мореплавания и строительства океанских судов, а также изготовления механических часов и водяных машин.

аграрно-ремесленных и полуиндустриальных империй Центральной и Юго-Восточной Азии (Китай и Индии) иссяк. С тех пор, невзирая на упорное сопротивление возглавляемого Османами исламского мира, следующие четыре столетия глобализация шла рука об руку с колониализмом национальных государств Западной Европы, промышленное, экономическое и военно-техническое развитие которых позволило им расширить своё присутствие в Америке, Азии и Африке.

Означает ли это, что будущее глобализации связано с неизбежной вестернизацией стран мировой периферии и полупериферии? В значительной мере конкретный ответ на этот вопрос зависит от того, удастся ли странам, приспособившись к нынешней скроенной по американским лекалам вестернизации, выработать собственные национально-государственные формы глобальных стратегий.

Национальные формы глобальных стратегий. Обсуждая этот вопрос, многие исследователи связывают перспективы государств полупериферии с паллиативными мерами — со стратегией концентрации ресурсов на передовых направлениях научно-технического прогресса либо с формированием правовой базы глобализации для установления действительного равноправия всех участников глобализационного процесса, либо, например, сокращением потребностей стран-лидеров в дешёвой рабочей силе. Последние два предположения имеют утопический характер, зато национальные формы глобальных стратегий, связанные с отказом слепо следовать рекомендациям Международного валютного фонда (МВФ), Всемирной торговой организации (ВТО) и других институтов международного неоллиберализма, вполне реальны. Взамен предлагается признать приоритет национальных интересов, модернизацию экономики, опирающуюся не только на заимствованные у Запада формы экономической и политической жизни, но на собственные социокультурные и политические традиции и ресурсы. Ключевым моментом таких национальных стратегий является мера сочетания этих — западных и национальных — форм модернизации. Варианты здесь могут быть самыми разными — от весьма высокого уровня вестернизации нескольких сфер жизни государства до незначительного, охватывающего главным образом экономическую сферу.

Пример первого варианта глобализационного развития дала Япония, заимствовавшая западные экономические и политические стандарты без потери цивилизационной идентичности. После Второй мировой войны оккупационный режим США в Японии потребовал дезинтеграции коллективных структур как проводников милитаристского сознания, но начавшаяся либерализация не привела к простому разрушению традиционного общества. Правящие элиты выдвинули

иную программу: не ломать традиционные структуры общества, а изменять цели государства, используя общинные структуры в качестве проводников государственного воздействия. Таким образом, в Японии не культура адаптировалась к задачам модернизации, а руководящие элиты, желающие осуществить модернизацию, адаптировались к культуре. Японцы модернизировались на собственной цивилизационной основе: не меняясь социокультурно, они провели технологическую революцию [8, с. 32–41].

По этому же пути пошли новые индустриальные страны Юго-Восточной Азии. Их успехи в долгосрочной перспективе оказались не столь значительны в сравнении с Китаем, который занялся освоением хозяйственных и технологических систем Запада, кардинально не меняя системы социальных и политических ценностей. По мнению некоторых учёных, Китай даёт образец развития на основе собственной, а не западной рациональности: “В этой рациональности политический класс и особенно бюрократия — не просто носители функций, а прежде всего патриоты ... Рациональное здесь — не декартовское, а конфуцианское” [9, с. 18].

Китайское руководство настойчиво добивалось приёма в ВТО, в то же время отстаивая в ходе обсуждения условий собственные интересы. Некоторые уступки (снижение тарифов на высокотехнологичную продукцию из США и др.) были сделаны лишь на словах, чтобы добиться результата на переговорах. В стратегическом же плане сохраняется политика протекционизма, особенно в отношении сельского хозяйства и зарождающихся отраслей промышленности. С другой стороны, китайцы обнаружили, что некоторые меры ВТО могут стать орудием для самозащиты (использование антидемпинговых законов, повышение контроля над качеством импортных товаров и др.).

В 2010 г. Национальный научный фонд США опубликовал подробную статистическую сводку по глобальной динамике научно-технического развития за 1995–2009 гг.: быстрее всего наука развивается в Китае, который уже сравнялся с США по количеству научных работников; в Западной Европе и США продолжается умеренный рост; в России основные показатели научно-технического развития не растут, а снижаются.

Таким образом, у китайцев явно есть чему поучиться, прежде всего тому, как отстаивать свои национальные интересы. Для руководства этой страны поиск более выгодных условий на международном рынке менее важен, чем участие в создании правил игры на этом рынке. Как пишут исследователи, китайские лидеры, признавая необходимость углубления интеграции с международной экономикой, стремились управлять этим процессом по собственным правилам, для того

чтобы извлечь максимальную прибыль и до минимума сократить свою уязвимость [10, с. 55–81]. В результате реализации национально ориентированной стратегии в страну хлынул поток прямых иностранных инвестиций (ПИИ) такой силы, что теперь Китай по уровню ПИИ занимает второе место после США. Секрет успеха кроется в сохранении роли государства в экономике, которая особенно возрастает в современных условиях, характеризующихся нестабильностью финансового капитала и колебаниями мировых рынков. Показательно, что азиатский кризис 1997–1998 гг. не затронул Китай, хотя страна экономически связана со странами Юго-Восточной Азии, оказавшимися в кризисе. Произошло это потому, что финансовый сектор в КНР не был либерализован. В результате оказалось, что лидеры модернизации — “азиатские тигры” — стали менее привлекательными партнёрами для мировых транснациональных компаний (ТНК), а Китай, напротив, стал более интересен для них вследствие своей недостаточно глубокой интеграции в глобализацию финансов. Целью мировых ТНК при проникновении в Китай является быстрая прибыль, они заинтересованы в стабильном правительстве, благодаря которому в стране взят курс на китаизацию продукции, что в свою очередь обеспечивает лучший сбыт и большую прибыль. В результате китайские филиалы ТНК становятся “патриотичными” в своей стратегии, чем вряд ли могут похвалиться другие страны полупериферии.

Индия также является страной, способной создать альтернативную национальную модель модернизации. После завоевания независимости правительство Индийского национального конгресса провозгласило курс на ускоренный экономический рост с минимальной внешней помощью. Однако влияние принципов общества потребления привело в 1980-е годы к отказу от регулирующей системы над импортом, притоком иностранного капитала, ограничением деятельности ТНК. Индийские лидеры того времени, в отличие от китайских руководителей, усмотрели в привлечении зарубежного капитала источник экономического роста, в то время как в Китае из-за политики регулируемого государством рынка само развитие экономики привлекало этот капитал. В результате в 1980–1990-е годы уровень экономического развития Индии мало изменился. ПИИ не оправдали доверия, рост потребления предметов роскоши не повлёк за собой экономического прогресса. Стране всё ещё трудно справляться с проблемой массовой нищеты, висящей тяжёлым грузом на экономике. Меры по либерализации финансовой системы в 1990-е годы лишь усугубили положение, причём не только нищих, но и бедных граждан.

Стоит упомянуть, что в первое десятилетие XXI в. экономика Индии демонстрировала темпы

роста, сопоставимые с китайскими. Достигнув на короткое время в 2009 г. показателей Китая (9.1%), Индия с тех пор постоянно замедляет развитие. В 2010 г. темпы роста снизились до 8.8%, в 2011 — до 7.1%, а прогноз на 2012 г. составил 6.9%. Индия не только не сумела обогнать по этому показателю Китай, она снова последовательно отстаёт от него на 1–2%. А поскольку по показателям на душу населения КНР превосходит Индию более чем в 2 раза, слабые показатели роста оптимизма не внушают.

В то же время глобализация не принесла Индии серьёзных потрясений, имевших место в Юго-Восточной Азии и Латинской Америке. Это явилось следствием того, что в индийском обществе преобладает мнение о необходимости самостоятельного развития в соответствии с национальными интересами страны. Глобализация не рассматривается как одномерный процесс, считается, что страна может выбирать собственную стратегию развития. Как отмечают исследователи, в Индии есть согласие между основными политическими силами по ключевым вопросам развития и участия в глобализации. Индийские реформы не изменили ориентации на защиту внутреннего рынка, в результате чего позиции национального капитала продолжали укрепляться. Приватизация части государственного сектора оказалась более успешной и эффективной, чем в России, реформы шли без скачков и разрушений. Правда, доля страны в международной торговле продолжала неуклонно снижаться, роль ПИИ оставалась незначительной. Упор делался на развитие внутреннего рынка. Это была вовсе не политика автаркии, но разумное сосредоточение на собственных проблемах, некоторые из которых удалось успешно решить. Всё это свидетельствует об оригинальности индийской национальной стратегии модернизации.

Другие страны скорее приспосабливаются к процессу глобализации, чем вырабатывают собственную национальную стратегию. У одних это получается успешно, как, например, у аравийских монархий, у других — например, у стран Тропической Африки к югу от Сахары — не получается совсем. Причины в меньшей степени связаны с национально-культурными особенностями, в большей — с востребованностью ресурсов этих государств глобальной экономикой.

Некоторые индийские исследователи видят перспективу в создании треугольника “Россия—Индия—Китай” как союза трёх полиэтнических и поликонфессиональных цивилизаций, государственные интересы которых не обеспечиваются евроатлантической версией глобализации. Все три страны выступают за демократизацию международного порядка, укрепление роли ООН, против расширения НАТО и имеют общего противника в лице исламского фундаментализма и экстремиз-

ма. Настало время объединить усилия Индии, Китая и России для выхода из плена ошибочных концепций и поиска более приемлемых стратегий для себя и других стран. Основой такой стратегии должен стать отказ от неолиберальных догм, укрепление суверенитета и роли государства как инструментов решения глобальных проблем.

Сможет ли Россия создать свою альтернативную модель модернизации на собственной цивилизационной основе? Учитывая, что в течение последних столетий Россия несколько раз утрачивала цивилизационную идентичность, до этого ещё далеко. Не радует и политика руководства страны в области модернизации экономики, развития науки и образования. Сравнение с тем же Китаем явно не в нашу пользу. По данным сводки “Science and Engineering Indicators 2010”, опубликованной на сайте Национального научного фонда США, мир впервые сталкивается с ситуацией, когда в Китае расходы на науку 10 лет подряд стабильно растут более чем на 20% ежегодно. Результаты этих усилий отражаются в стремительном росте таких ключевых показателей, как доля ВВП, выделяемая на науку и образование, число выпускников высших учебных заведений и производство наукоёмкой продукции. Никаких признаков замедления роста пока не наблюдается, Китай уже догнал США по количеству научных работников: в обеих странах сегодня работает почти по 1.5 млн. учёных. Примерно столько же — во всех странах Евросоюза. Быстро увеличивается число учёных во многих других восточноазиатских странах, особенно в Южной Корее, Тайване и Сингапуре [11, с. 407].

В России, напротив, наблюдается сокращение числа учёных: в 1995 г. их было около 600 тыс., а сейчас осталось лишь около 450 тыс. В Китае каждый год число учёных возрастает почти на 9%, а в

России снижается на 2%. Расходы на научно-техническое развитие остаются на прежнем, явно недостаточном уровне. Восстановление и эффективное использование человеческого потенциала России, широкомасштабные инвестиции не в добывающую промышленность, а в современные технологии, науку и образование — наиболее актуальные задачи для страны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чумаков А.Н. Глобализация. Контуры целостного мира. М.: Проспект, 2005.
2. Азроянц Э. Глобализация: катастрофа или путь к развитию? М.: Новый век, 2002.
3. Синергетика: перспективы, проблемы, трудности (материалы “круглого стола”) // Вопросы философии. 2006. № 9.
4. Казютинский В.В. Эпистемологические проблемы универсального эволюционизма // Философские науки. 2006. № 7.
5. Хелд Д., Гольдблатт Д., Макгрю Э., Перратон Дж. Глобальные трансформации. Политика, экономика и культура. М.: Праксис, 2004.
6. Пантин В.И. Циклы и волны глобальной истории. Глобализация в историческом измерении. М.: Новый век, 2003.
7. Frank A.G. ReOrient: Global Economy in the Asian Age. Berkeley, Los Angeles. 1998.
8. Федотова В.Г. Мир культур против культуры мира // Свободная мысль. 2003. №
9. Буров В.Г., Федотова В.Г. Китайский опыт модернизации: теория и практика // Вопросы философии. 2007. № 5.
10. Стерлигов И. Инновационные системы стран БРИК: Китай. <http://www.sibai.ru/innovaczionnyie-sistemyi-stran-brik-kitaj.html>.
11. Mervis J. Trends Document China's Prowess // Science. 2010. № 3.

ИНТЕРВЬЮ

DOI: 10.7868/S0869587314030207

Как известно, нефть и газ занимают ведущее место в топливном балансе и составляют основу современного технического прогресса. Устойчивый рост разведанных запасов углеводородов является одним из главных стратегических факторов обеспечения энергетической безопасности страны. Необходимость повышения экологической и экономической эффективности геологоразведочных работ требует применения новых подходов и методов в данной области. Одним из таких методов является детектирование инфразвуковых шумовых полей нефтегазовых залежей. О перспективах его внедрения в практику геологоразведочных работ рассказал директор Института физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН академик А.Ю. Цивадзе.

ПЕРСПЕКТИВНЫЙ МЕТОД ПОИСКА НЕФТЕГАЗОВЫХ ЗАЛЕЖЕЙ

БЕСЕДА С АКАДЕМИКОМ А.Ю. ЦИВАДЗЕ



— В вашем институте разработан новый метод детектирования инфразвуковых шумовых полей нефтегазовых залежей. В чём его отличие от известных классических методов сейсморазведки?

— Отличия этого метода (ДШП-метода) от известных методов сейсморазведки носят принципиальный характер. Классическая сейсморазведка анализирует геологическую среду, в которой распространяются возбуждённые с помощью сейсмовибраторов отражённые, преломлённые или рассеянные волны, и определяет структуру глубинного строения этой геосреды на площади, где может находиться залежь углеводородов. ДШП-метод основан на регистрации инфразвуковых микросейсмических колебаний и опреде-

лении наличия или отсутствия на исследуемой площади собственных шумовых инфразвуковых микросейсмических полей, излучаемых нефтегазовой залежью (НГЗ), то есть объектом исследования является непосредственно углеводородное вещество (УВ). В качестве информационного сигнала выступает микросейсмический шум, распространяющийся в геологической среде. Таким образом, объектом разведки оказывается не структура геологического разреза и не особенности его литологии, а собственно углеводороды, заключённые в матрицу коллектора. Нефтегазовая залежь рассматривается как глубинный источник излучения собственных шумовых инфразвуковых волн — нефтегазовых микросейсм.

ДШП-метод можно охарактеризовать как микроземлетрясение и отнести к категории сейсмологических методов поиска и разведки НГЗ. В его основе — физико-химические процессы, происходящие в порово-каверново-трещиноватой породе-коллекторе, который заполнен жидким или газообразным углеводородом. Частотный диапазон ДШП-метода лежит в инфразвуковой области (1–5 Гц) и слабо зависит от пластовых давлений. Эффективно выявляются залежи углеводородов как структурного, так и неструктурного типа с конкретизацией вида флюида (нефть, газ).

В рамках метода используются специально разработанные трёхкомпонентные телеметрические инфразвуковые сейсмомодули на базе трёх ортогонально расположенных электрохимических или иных первичных преобразователей микросейсмических колебаний в электрический сигнал, что позволяет существенно повысить вероятность определения наличия НГЗ. Кроме того, специально разработан пакет программ каме-



Сертификат калибровки АНЧАР



Наземный аппаратный комплекс АНЧАР



Морской аппаратный комплекс АНЧАР

Рис. 1. Программно-аппаратурный измерительный комплекс ДШП-метода

ральной обработки и анализа инфразвуковых шумовых электрических сигналов.

Предлагаемый метод обладает и экономическими преимуществами: при бурении скважин, по данным сейсморазведки, как правило, каждая вторая скважина оказывается непродуктивной (“коэффициент успешности” менее 0.5), в то время как при бурении скважин с использованием данных ДШП-метода только каждая пятая из них непродуктивна (“коэффициент успешности” не менее 0.8).

— Как получилось, что вы заинтересовались вопросами прогнозирования ресурсов углеводородов?

— В последнее время как в России, так и за рубежом остро встал вопрос восполняемости ресурсов углеводородов, поскольку это обеспечивает

устойчивость уровня добычи нефти и газа. В большинстве стран-экспортёров УВ коэффициент восполняемости составляет 2.2, а в России он равен примерно единице, то есть мы расходует УВ фактически прямо “с колёс”.

Если учесть, что на период до 2020 г. основными территориями проведения геологоразведочных работ, способными обеспечить восполнение минерально-сырьевой базы России, станут малоизученные труднодоступные районы восточно-сибирской тайги, а также шельф арктических и дальневосточных морей, то вполне очевидно, что разработка новых оперативных методов поиска и разведки, основанных на исследовании особенностей собственных физико-химических свойств НГЗ, представляется абсолютно необходимой.

В нашем институте уже довольно длительное время ведутся исследования инфразвуковых шумов различной природы. В частности, некоторые представления микроскопической теории шумов электрохимических систем были эффективно применены при оценке собственных шумов малогабаритных инфразвуковых трёхкомпонентных электрохимических сейсмодулей, разработанных сотрудниками института в конце 1960-х годов. Известно, что инфразвуковой диапазон частот является наиболее информативным при регистрации предвестников крупных изменений исследуемых систем, в связи с чем эта аппаратура успешно использовалась в интересах сейсмологии.

В 1990-х годах в сотрудничестве с геофизической компанией НТК “АНЧАР” изучалась возможность использования созданной нами аппаратуры для прогнозирования нефтегазовых залежей. Так было положено начало широкомасштабным экспериментальным работам, в результате которых предложен метод акустической низкочастотной разведки залежей углеводородов (метод АНЧАР). Дальнейшие исследования привели к созданию метода детектирования инфразвуковых шумовых полей нефтегазовых залежей (ДШП-метод), который является прямым развитием метода АНЧАР.

— Поясните, пожалуйста, о каких шумовых полях идёт речь?

— Некоторые представления микроскопической теории шумов электрохимических систем были успешно использованы при описании процессов, происходящих в углеводородной залежи. В частности, мы предложили рассматривать нефтегазовую залежь как среду, в которой формируются и излучаются собственные инфразвуковые микросейсмические поля, присущие непосредственно углеводородному веществу. Сформулированы основные принципы ДШП-метода, в соответствии с которым НГЗ является локальной неоднородностью в геологической среде, представляющей собой порово-каверново-трещино-

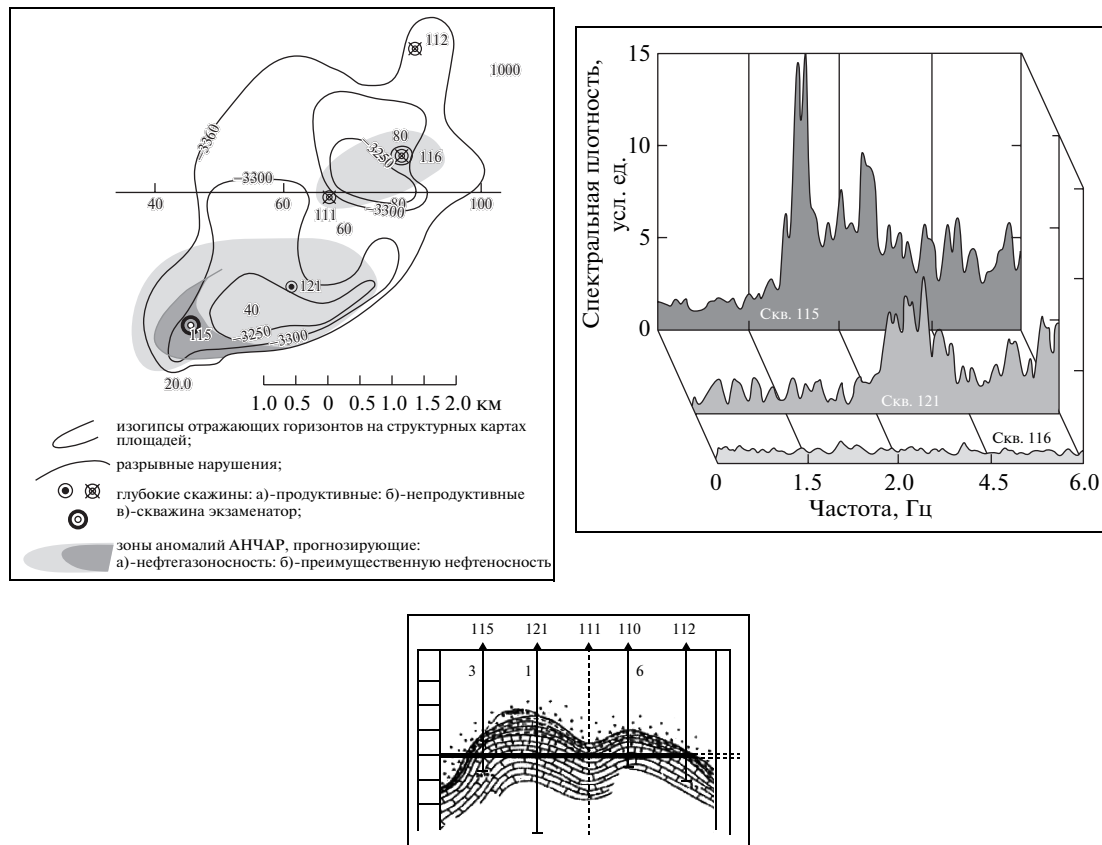


Рис. 2. Вариант полевых работ по прогнозу нефтегазовой залежи на одной из эталонных площадей

вату ю породу-коллектор, заполненную жидким или газообразным углеводородом. Эта система находится в динамическом равновесии, которое характеризуется накоплением и хаотическим во времени сбросом накопившейся энергии, когда происходит излучение микросейсмических колебаний, так называемых нефтегазовых микросейсм. Микросейсмические колебания позволяют детектировать НГЗ в виде аномалии спектральной мощности, а положение частотного максимума — судить о виде флюида (нефть или газ). Была создана капле-пузырьковая модель, которая объясняет ДШП-метод процессами роста и испарения капель флюида УВ в порах породы-коллектора и при этом учитывает влияние двойного электрического слоя.

— Какую аппаратуру вы используете?

— Мы применяем трёхкомпонентные телеметрические инфразвуковые сейсмо модули на базе трёх ортогонально расположенных электрохимических или иных первичных преобразователей микросейсмических колебаний в электрический сигнал, позволяющих существенно повысить вероятность определения наличия НГЗ. Эта аппаратура разработана в нашем институте для ДШП-метода. На рисунке 1 показан внешний вид программно-аппаратурного измерительного ком-

плекса ДШП-метода в вариантах наземного и морского использования.

— А кто создал алгоритмы обработки данных?

— Оригинальные алгоритмы обработки, включающие пакет программ для анализа полевых записей и камеральной обработки, а также анализа инфразвуковых шумовых электрических сигналов в диапазоне частот 1–5 Гц созданы в нашем институте специально для ДШП-метода.

— Расскажите, пожалуйста, о конкретных результатах поиска нефтегазовых залежей и об опыте детектирования шумовых полей НГЗ.

— К настоящему времени накоплен большой опыт использования метода АНЧАР для детектирования микросейсмических полей, излучаемых нефтегазовой залежью в диапазоне 1–5 Гц, путём возбуждения НГЗ посредством режима накачки механической энергии в геосреду с помощью сейсмовибратора. С 1993 г. по настоящее время инвазивным методом АНЧАР изучено около 300 объектов на площади более 100 тыс. км². Совместно с сейсморазведкой до проведения бурения обследовано более 100 подготовленных к бурению поисковых и разведочных скважин почти на 60 площадях и структурах с глубинами залегания продуктивных горизонтов от 700 до 6500 м.

Все анализируемые скважины-экзаменаторы впоследствии были пробурены по рекомендациям сейсморазведки, но только в 50% из них удалось получить промышленные притоки нефти и/или газа. На этих же скважинах положительный или отрицательный прогноз нефтегазоносности по методу АНЧАР подтверждается более чем в 80% случаев.

Работы выполнялись в различных геологических (для ловушек структурного и неструктурного типов, в условиях активного проявления соляной тектоники, для карбонатных и терригенных коллекторов) и географических условиях (в степях Оренбуржья, Казахстана, Калмыкии, прериях Канзаса и Колорадо, в пустынях Каракумы и Сахара, в горах Ирана и Марокко, в сельве и на шельфе Эквадора, в болотах Ханты-Мансийского автономного округа, в тайге Красноярского края и Иркутской области). Наибольшие объёмы работ выполнены в Оренбуржье, преимущественно в интересах Газпрома. Учитывая, что ДШП-метод является прямым развитием метода АНЧАР, можно сделать уверенное заключение о его эффективности при использовании в малоизученных труднодоступных районах восточно-сибирской тайги, а также на шельфе арктических и дальневосточных морей.

На рисунке 2 представлен результат прогноза методом АНЧАР на одной из эталонных площадей, где по сейсморазведке было подготовлено к бурению четыре скважины: № 121, 115, 116 и 111. Исследование методом АНЧАР было начато, когда скважину № 121 уже пробурили, остальные подготавливались к бурению. Прогноз методом АНЧАР дал следующие результаты: скважина № 121 продуктивна, скважина № 115 предположительно продуктивна, скважины № 116 и 111 непродуктивны. Впоследствии результаты прогноза по методу АНЧАР подтвердились с точностью 100%, в то время как точность сейсморазведки составила 25%.

— *Где можно более подробно ознакомиться с результатами ваших исследований?*

— Наиболее полное представление об эффекте, а также о методе АНЧАР дано в тематическом выпуске журнала “Технологии сейсморазведки” (2010, № 1).

— *Не могли бы вы сказать несколько слов о перспективе внедрения ДШП-метода в практику геологоразведочных работ?*

— При использовании предложенного метода регистрация шумовых микросейсмических полей производится в режиме длительного, не менее одного часа, “прослушивания” глубинных зон геологической структуры и выделения в ней посредством специально разработанной программы микросейсмических колебаний, обусловленных излучением нефтегазовой залежи. То есть осуществляется мониторинг исследуемых объектов. Для использования в этом режиме разработана специальная схема расстановки на профиле и включения измерительных сейсмомодулей — так называемый отложенный старт.

ДШП-метод позволяет: осуществлять широкий охват исследуемой площади при проведении синхронных записей; устанавливать одновременно практически неограниченное количество сейсмомодулей ввиду отсутствия необходимости в магистральных кабелях; регистрировать неискажённый шумовой сигнал от НГЗ ввиду отсутствия сейсмовибратора; обеспечивать полную автономность при проведении полевых работ и избегать экологической нагрузки на окружающую среду. В связи с этим мы считаем, что у этого метода большое будущее.

Мы открыты для сотрудничества и надеемся, что ДШП-метод окажется востребованным нефтегазовой отраслью России, ведь выход геологоразведки в труднодоступные, но перспективные районы неизбежен, как неизбежна необходимость повышения оперативности, экологической безопасности и экономической эффективности геологоразведочных работ.

DOI: 10.7868/S0869587314030116

ПРЕДВОСХИЩЕНИЕ МАКСИМИЛИАНА ВОЛОШИНА И ЭВОЛЮЦИЯ ГОМЕОСТАЗА

Ю.В. Наточин

В 1907 г. Максимилиан Волошин писал: “Плоть человека — свиток” [1, с. 452], годы спустя это обретает поэтическую форму в главе “Огонь” поэмы “Путями Каина”, которая начинается двустихием:

Плоть человека — свиток, на котором
Отмечены все даты бытия [1, с. 204].

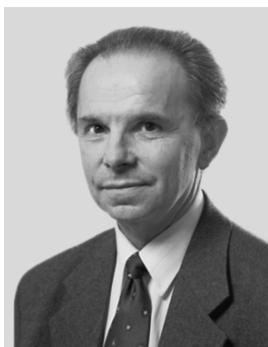
То, о чём пойдёт речь далее, может быть расшифровкой глубокого проникновения поэта в суть вещей, а может быть навеяно моими фантазиями, возникшими под влиянием его поэзии. Обратимся к фактам, образам поэта и обобщениям биолога.

Биогенетический закон, а его знает даже школьник, гласит: сформировавшийся организм животных и человека, если проследить этапы его становления от зарождения до времени полного развития в ходе онтогенеза, проходит ключевые стадии исторического развития вида, филогенеза. Иными словами, воспроизводятся основные вехи того, что было в жизни вида от его очень далёких предков до нынешнего времени. В науках о жизни это обрело строгость почти математической формулы: онтогенез повторяет филогенез. Оказалось, что и при заболеваниях, когда в той или иной степени страдают функции организма, происходит распад, деградация функций, их состояние постепенно, поэтапно возвращается к исход-

ным, низшим ступеням жизни. Эта мысль получила обоснование в актовой речи академика Л.А. Орбели по случаю 158-й годовщины Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова: “Мы находим на каждом шагу подтверждение того факта, что очень многие патологические процессы представляют собой до известной степени отражение пути, который прошёл организм в процессе эволюции” [2, с. 448].

Жизнь зародилась, развивалась, тому есть многие доказательства у палеонтологов, зоологов, эмбриологов, молекулярных биологов. К пониманию природы этого явления причастны физиологи, которые пытаются по имеющимся фактам представить этапы становления и усложнения функций, способы приспособления живых существ к разным условиям существования — в океане, пресных водах, на суше, в многодневном парении в воздухе, жизни на льду или в жарком климате пустыни. Как это было? Как формировался облик современной живой природы от протоклетки, первой особи к высшим формам живого? Совокупный талант и интуиция многих исследователей были необходимы, чтобы понять, раскрыть и описать строгим и в то же время доступным языком эволюцию живого, последовательно расставить факты в становлении изучаемого явления. Естествоиспытатели излагают это в прозе, поэтам дано выразить свои ощущения стихами.

Начну с нескольких строф поэмы М. Волошина, в которой эволюция живого и его функций, адаптация к разным средам — морю, реке, суше — была интуитивно представлена почти век назад, ещё до того, как появились серьёзные публикации на эту тему в научных изданиях по биологии и сравнительной физиологии. Мысленно перенесёмся от строгих документированных фактов к поэтическим образам. Этот шаг тоже относится к проблемам науки, пониманию природы интуиции, того, без чего нет науки и её творцов. В первой четверти XX в. М. Волошин в поэме “Путями Каина” даёт картину развития жизни на Земле:



НАТОЧИН Юрий Викторович — академик, и.о. академика-секретаря Отделения физиологии и фундаментальной медицины РАН.

В начале был единый Океан,
 Дымившийся на раскалённом ложе.
 И в этом жарком лоне завязался
 Неразрешимый узел жизни: плоть,
 Пронзённая дыханьем и биеньем.
 Планета стыла.
 Жизни разгорались.
 Наш пращур, что из охлаждённых вод
 Свой рыбий остов выволок на землю,
 В себе унёс весь древний Океан
 С дыханием приливов и отливов,
 С первичной теплотой и солью вод —
 Живую кровь, струящуюся в жилах [1, с. 204].

Анализ этого текста будет обсуждаться нами в виде импровизации, напоминающей комментарий к литературному произведению. С.А. Рейсер объясняет, что в литературоведении комментарий “не представляет собой чего-то автономного от текста, он подчинён ему — он должен помочь читателю понять текст” [3, с. 293]. Примером может служить многостраничный прекрасный комментарий Ю.М. Лотмана к “Евгению Онегину” [4]. В нашей статье поэтические образы М. Волошина будут сопровождаться естественно-научным комментарием, ссылками на публикации в отечественных и международных журналах.

Возраст Земли установлен, он составляет около 4.4 млрд. лет [5]. Вода в значительных количествах появилась на нашей планете около 4 млрд. лет назад, возникновение первых живых организмов датируют приблизительно 4 млрд. лет [6]. Если считать эти даты обоснованными, становится ясно, что жизнь возникла намного раньше, чем предполагали ещё сравнительно недавно. Исходя из работ А.Ю. Розанова [6], природе потребовалось менее 0.5 млрд. лет, чтобы создать первый живой организм, осуществить труднейшую задачу — на остывающей планете, необитаемой Земле обеспечить зарождение самовоспроизводящейся живой системы. При всей кажущейся простоте первого живого организма по сравнению с современными формами это был невероятный по сложности прорыв от окружающего мира неорганической природы к живому существу, микроорганизму.

Шло развитие живого, многие сотни миллионов лет назад одноклеточные существа положили начало появлению большого разнообразия видов многоклеточных морских животных. В палеозойском море палеонтологи нашли остатки древних моллюсков, членистоногих и многих иных беспозвоночных организмов. В первом томе “Сравнительной физиологии животных”, опубликованном около полувека назад, Л. Проссер отвечает на вопрос о возможном солевом составе водной среды в период формирования многоклеточных организмов. Ссылаясь на данные геохимии, он

полагает, что ионный состав морской воды не претерпел существенных изменений с раннекембрийского периода до наших дней, хотя её общая солёность, по-видимому, несколько возросла [7]. Отметим, речь идёт не о возникновении жизни, а о времени появления большого разнообразия морских многоклеточных организмов. Этот научный текст соответствует поэтическому образу М. Волошина: “Планета стыла. Жизни разгорались”. Когда одноклеточные стали объединяться, когда появились многоклеточные животные, у них неизбежно сформировалась среда между клетками — внеклеточная жидкость. У обитавших в океане организмов она мало отличалась по солевому составу от морской воды.

Необходимо было обеспечить движение этой жидкости в теле, и возникает система сосудов, появляется орган, который осуществляет движение крови по сосудам, — сердце. Так наш пращур, по терминологии Волошина, “в себе унёс весь древний Океан” в виде “живой крови, струящейся в жилах”, сосудах. Постепенно у этих существ сформировались физиологические системы обновления крови, снабжения её кислородом (жабры, лёгкие), питательными веществами (система пищеварения), удаления ненужных веществ (почки). Иными словами, появились органы дыхания, сформировались желудочно-кишечный тракт, сердце и система кровообращения, а для выделения избытка жидкости и растворённых веществ — нефридии, орган Боянуса, целомодукты, почки.

И снова гениальное прозрение — теперь французского физиолога К. Бернара во второй половине XIX в. Гемолимфа и кровь, образующаяся из неё внеклеточная жидкость создают внутреннюю среду организма, которая может рассматриваться как море внутри организма: к каждой клетке притекает постоянно обновляемая окологклеточная жидкость. Это внутренняя среда организма животных и человека. Кровь, “струящаяся в жилах”, отвечает двум критериям: она непрерывно обновляется и её физико-химические характеристики поддерживаются неизменными в течение всей жизни и с особой точностью. Речь идёт прежде всего об осмотическом давлении, концентрации катионов (натрий, калий, кальций) и анионов (хлориды, фосфаты, карбонаты), кислотности этой среды (pH). Наши исследования очень широкого круга организмов — червей и моллюсков, круглоротых и рыб, рептилий и птиц, амфибий и млекопитающих, человека в разных условиях показали, что такой физико-химический параметр, как осмоляльность, то есть общая концентрация всех растворённых веществ в сыворотке крови, поддерживается очень строго, а у человека даже с большей воспроизводимостью и точностью, чем позволяет измерить стандартная физическая аппаратура. Нам пришлось сконструировать дифференциальный осмометр, чтобы точно измерить

степень колебания этой величины у человека. Данный показатель очень строго контролируется в организме каждого здорового человека системой осморегуляции. Огромное значение имеет и осмоляльность крови, и высокостабильная концентрация каждого из неорганических веществ в ней. Оказалось, что состав внеклеточной жидкости у многоклеточных животных и человека качественно сходен с солевой формулой древнего моря, которое в себе унёс “наш пращур” (рис. 1). В плазме крови человека, крысы, лягушки и многих других животных соотношение ионов калия, натрия, кальция практически близко тому, что имеется в современной морской воде. В клетках ситуация качественно иная: доля ионов калия высока, а натрия, напротив, низка.

Понятие о крови как о внутренней среде организма, представление о поддержании постоянства этой среды, гомеостазе относится к базовым положениям современной физиологии. Эта идея, высказанная К. Бернаром в XIX в., была поддержана и развита в XX в. — в Великобритании Дж. Баркрофтом, в США У. Кэнноном, в нашей стране Л.А. Орбели. Значение внутренней среды организма (*milieu intérieur*, по мысли К. Бернара) состоит в том, что её постоянство лежит в основе свободной и независимой жизни особи. В 1920-х годах У. Кэннон развил эту мысль и предложил термин “гомеостаз”, иными словами, физиологический механизм поддержания постоянства физико-химических параметров жидкостей внутренней среды — внеклеточной жидкости, околоклеточной среды. Очень важно понять, что речь идёт о стабильности среды, окружающей каждую клетку живых существ. Постоянство параметров околоклеточной среды является обязательным условием для точной реакции клеток на нервный импульс или гормон, для её деятельности в необходимых для жизни особи очень широких пределах изменений внешней среды, для последующего быстрого восстановления клетки до исходных значений. Когда идёт буйное веселье за столом или жаркий спор в зале, нужна тишина, чтобы голос был услышан. Когда клетка возбуждена, её импульс может быть воспринят и реализован, только если окружающая среда стабильна.

Наш пращур более 600 млн. лет назад в водах древнего океана был многоклеточным существом, но к тому времени уже прошли миллиарды лет от зарождения протоклетки до возникновения многоклеточных кембрийских живых существ. Гипотетически представим, вслед за М. Волошиным, шаги живого, уже многоклеточного организма, его жизнь в море. Важнейшее условие для живых организмов — приемлемая среда, в которой особь может развиваться. Этот этап эволюции после формирования протоклетки мог зависеть от факторов, повлиявших на возникновение многоклеточных, от скорости адаптации особей к меняю-

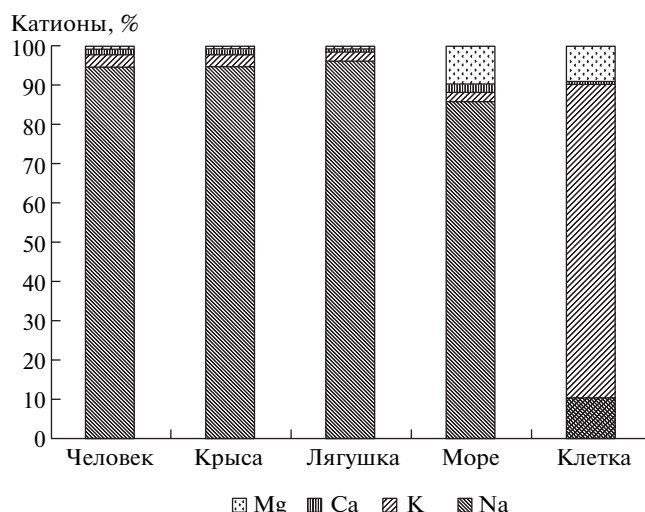


Рис. 1. Молярное соотношение концентрации катионов (%) в сыворотке крови человека и животных, воде океана (Баренцево море) и клетке мышцы крысы

щимся физико-химическим условиям внешней среды, в которой могут жить эти существа. Необходимо учитывать и стремление животных занимать всё новые ареалы. Возникший живой организм использует разнообразные возможности для приспособления к внешней среде, чтобы постепенно расширять зону распространения, своё жизненное пространство.

Наметим некоторые ключевые этапы последующего развития. Многоклеточные существа расселяются в морях, в воде которых преобладают соли натрия, а в клетках живых организмов доминируют соли калия. Суммарная концентрация растворённых веществ во внутриклеточной жидкости практически была равна подобному показателю во внеклеточной среде, для морских животных — в морской воде. Химические компоненты в этих жидкостях разные: в клетках доминируют ионы калия, в околоклеточной жидкости — натрия, но осмоляльность обеих жидкостей (вне и внутри клетки) была практически равной. Это очень важное правило, ибо такие физические условия позволяли поддерживать постоянный объём клеток, что служит необходимой предпосылкой эффективности выполнения их функций. Клетки животных были приспособлены к жизни в изоосмотических условиях, для ионного баланса в их плазматической мембране имелись системы ионного транспорта — ионные насосы, ионные каналы. Задача этих молекулярных машин состояла в том, чтобы обеспечить такую концентрацию катионов в клетке, которая была бы пригодна для оптимального осуществления различных внутриклеточных процессов. Таким образом молекулярные машины обеспечивали характерную солевую формулу цитоплазмы клеток; она отличалась от

морских вод, в клетках преобладали ионы калия и фосфаты, в море — ионы натрия и хлора (см. рис. 1).

На заре эволюции в морской среде могли развиваться только те клетки, в плазматической мембране которых появился Na-насос. Они могли выжить в море, сохраняя преобладание солей калия внутри клетки, в её цитоплазме. Для этого клетка удаляла Na^+ из цитоплазмы и накапливала в ней K^+ из внешней среды. Сотни миллионов лет назад в морской воде, заселённой моллюсками, ракообразными, появляются первые круглоротые, подобные миксинам, у них ещё нет скелета, но пройдут миллионы лет, и они дадут начало новой группе организмов: появится “наш пращур” с “остовом” — позвоночником. К позвоночным животным относятся рыбы, земноводные, пресмыкающиеся, птицы, млекопитающие.

Поразительная и пронзительная находка М. Волошина заключена в словах: “Свой рыбий остов выволок на Землю, в себе унёс весь древний Океан”. Последнее для нашего повествования особенно важно — пращур смог сохранить в сосудах и поддерживать в крови солевую формулу древнего океана. Подобные особи стали прародителями пресноводных рыб, земноводных животных, а затем пресмыкающихся, птиц, млекопитающих, их внутренней среды, их крови. Увеличение размеров тела организмов, их активности требовало более совершенных способов доставки кислорода, органических веществ для построения клеток и их энергетического обеспечения. Развивалась система кровообращения, дыхания, пищеварения, выделения, система крови — гемолимфа, плазма крови, эритроциты, они заполнили просвет сосудов, сформировалась иммунная система. Жидкая часть крови у обитателей пресных вод не могла быть чистой водой, а только солевым раствором. Вода по осмотическому градиенту поступала бы внутрь клеток, что привело бы к разрыву их мембран и гибели клеток. Состав сыворотки крови первых многоклеточных животных соответствовал содержанию солей в древнем океане. В жидкой части гемолимфы — сыворотке крови — имелся полный набор необходимых для жизни солей, органических веществ, а осмотическое давление околоклеточной жидкости и содержимого клеток было близким, чтобы сохранялся стабильным их объём.

Рыбы ищут не только, где глубже, но и где больше корма, они устремляются из морей в неизведанные эстуарии, пресные воды, появляются проходные рыбы, способные мигрировать — жить в морской и пресной воде. Этих животных подстерегали новые опасности. Водные просторы звали обитателей моря в новую среду — в реки и озёра. Но в них вода пресная, что вначале было непреодолимой преградой для морских животных, в их числе и древних рыб. Судя по данным палеонтологических находок, прошли многие

сотни миллионов лет, пока водные животные смогли одолеть функциональную преграду и пресная вода из непреодолимого барьера стала физиологически доступной. Этой невидимой преградой был осмотический барьер. Трудность перехода из моря в реку для рыб обусловлена тем, что в пресной воде в тело рыб по осмотическому градиенту устремлялась вода, а это было чревато набуханием клеток, отёком и в итоге их гибелью. Причина проста: в клетках растворены соли, органические вещества, для которых мембрана, оболочка клетки малопроницаема, а вода через плазматическую мембрану легко устремляется по водным каналам внутрь клетки, где концентрация веществ выше, чем в околоклеточной среде. Возрастает объём клетки, мембрана не выдерживает, разрывается, клетка гибнет. Выход для многоклеточных организмов — сделать покровы тела непроницаемыми для воды.

Один пример может быть показателен. При раскопках палеонтологи обнаружили панцирных рыб, живших сотни миллионов лет назад. Долгое время думали, что панцирь возник у них в процессе эволюции как механизм защиты морских рыб от хищников в пресных водах. Однако позднее возникло предположение, что панцирь действительно защищал от врага, но врага невидимого — от осмотического давления [8]. Прошли миллионы лет, и тяжёлый панцирь сменила лёгкая, но тоже водонепроницаемая чешуя, эффективно защищающая покровы рыб от поступления воды и веществ извне, предотвращая проникновение воды внутрь тела.

Естественно, М. Волошин не знал и не мог знать результатов этих физиологических работ, они будут выполнены далеко от России, в Нью-Йорке, на рубеже 1920–1930-х годов, то есть позднее, чем была опубликована его поэма. Конечно, речь не идёт о сверхъестественном, если не относить к нему интуицию, но хочется найти объяснение предвосхищению, попытаться понять, что явилось стимулом для рождения подобных мыслей у поэта. Поэма “Пути Каина” имеет подзаголовок — “Трагедия материальной культуры”, она относится к циклу философских произведений М. Волошина, создававшихся в начале 20-х годов XX в. Сохранился его автограф с планом поэмы. Он писал: “Эволюция как приспособление и эволюция как бунт. Приспособившийся понижается до уровня среды. Мятежник пересоздаёт себя, делая среду, нужную для жизни, своим внутренним достоянием” [9]. Эти несколько строк проясняют философский смысл и задуманного М. Волошиным, и тех явлений живой природы, которые на языке биологов могут быть отнесены к ароморфозу.

Надо сказать о различиях в представлении образа внутреннего мира и внутренней среды у художника и у естествоиспытателя. М. Волошин

считает, что мятежник меняет себя, делает среду своим внутренним достоянием. “Истинная революция есть бунт против законов природы” [10, с. 367]. Как ту же задачу решает природа, как оценивает её естествоиспытатель? Живые существа стремятся приспособиться, живая природа обеспечивает выживание особи, развитие вида. Вначале важно освоить свою экологическую нишу, затем проникнуть в другие ареалы, если физиологически это возможно. Отсюда — поиск, для особи — такое переустройство себя по естественным законам, естественному отбору, при котором оптимум условий ранее внешней среды должен становиться собственной внутренней средой, “своим внутренним достоянием”, по Волошину. Такое решение для живого обеспечивало бы ему возможность независимой и свободной жизни во внешней среде со всем разнообразием её условий. Если использовать биологический термин академика А.Н. Северцова, речь идёт об ароморфозе, то есть о революционных для вида преобразованиях. Художник видит иное, но философски (не физически) близкое состояние, которое М. Волошин описывает как “достояние”. Психологически это действительно достояние, освобождение, уход от ограничения свободы действий, раскрепощение.

Следующий пункт кажется спорным: М. Волошин говорит о “бунте против законов природы”, я вижу это иначе — как использование фундаментальных законов природы для овладения большими возможностями существования в окружающей среде. По мысли А.Н. Северцова, именно революционные преобразования в живом организме дают новое качество жизни: прогрессивное изменение строения приводит к общему повышению уровня организации живого [11]. В описываемом здесь физиологическом явлении суть ароморфоза — в приложении к функции, суть физиологической революции — в создании возобновляемой внутренней среды, в частности, крови. Теперь, ежедневно воссоздавая её, животные могут покинуть море, плыть в пресные воды и жить в них, выходить на сушу, подниматься за облака, внутри тела у них всегда существует “собственное море”, непрестанно возобновляемое, — это кровь, жидкости внутренней среды, которые окружают каждую клетку, создавая оптимальную для организма среду. Её воссоздание происходит ежемоментно у человека и позвоночных животных, оно обеспечено эффективностью функций ряда органов, из них огромное значение имеют почки, солевые железы.

Возникновение внеклеточной жидкости, гемолимфы, крови требовало следующего шага — формирования комплекса органов и систем для их непрестанного обновления, главное — поддержания постоянства их физических и химических показателей на константном, стабильном уровне.

Что необходимо для свободы особи? Живой организм должен обладать непрерывно работающей системой, поддерживающей постоянное осмотическое давление крови, концентрацию в ней каждого из жизненно важных ионов, глюкозы, аминокислот, рН. Иными словами, окологклеточная среда должна быть стабилизированна, постоянна, её обновление обусловлено требованием сохранения констант, оно должно происходить непрерывно. Всё это служит абсолютно необходимым условием свободной и независимой жизни особи, совокупность соответствующих процессов носит название “гомеостаз”, то есть сохранение, удержание постоянных ключевых параметров жидкостей внутренней среды. Таким образом обеспечивается высокая эффективность работы клеток, мозга и сердца человека, проявление высших достижений интеллектуальной деятельности и физической культуры, человеческого гения, наконец, мгновений счастья. Именно это позволило М.Ю. Лермонтову дать поэтический образ свободы человека во имя любви:

Я опущусь на дно морское,
Я полечу за облака,
Я дам тебе всё, всё земное ... [12, с. 397],

а спустя полтора века это осуществилось не только в мыслях, во сне, но и наяву, в реальности.

Перейдя к “суровой прозе” научного языка, можно описать, каким образом в минувшие полмиллиарда лет позвоночным животным удалось из океана перейти в пресные воды, выйти на сушу, покорить воздушное пространство, какие молекулярные механизмы были использованы. Первый шаг — необходимо было сохранить постоянным физико-химический состав крови, внеклеточной жидкости. Вначале следует сказать о плазме крови позвоночных животных и человека: у морских костистых рыб, трески или камбалы, состав минеральных компонентов близок тому, что имеется в плазме крови у серебристой чайки, летающей над волнами, у дельфина, постоянно обитающего в океанских просторах, и у человека, лишь изредка погружающегося в морскую воду. У перечисленных существ во всех случаях жизни эти показатели поддерживаются на одном уровне.

Чтобы плыть по океану, мореплаватели запасаются пресной водой. Французский врач и путешественник Ален Бомбар попытался жить в море без запасов питьевой воды, но ему удалось продержаться лишь несколько недель. Необходимо объяснение. Солёность, осмоляльность морской воды почти втрое превышает такой же показатель сыворотки крови человека и многих позвоночных животных, включая костистых рыб. Чтобы выжить, морским рыбам необходимо пить морскую воду и опреснять её, удаляя соли, таким способом

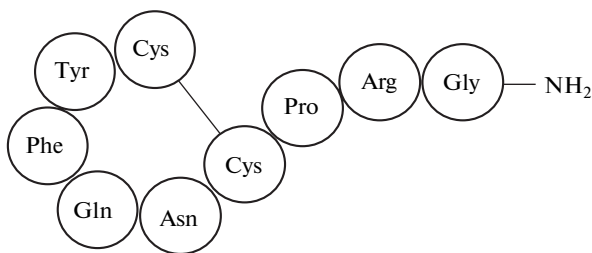


Рис. 2. Последовательность аминокислот в аргинин-вазопрессине (антидиуретический гормон нейрогипофиза человека)

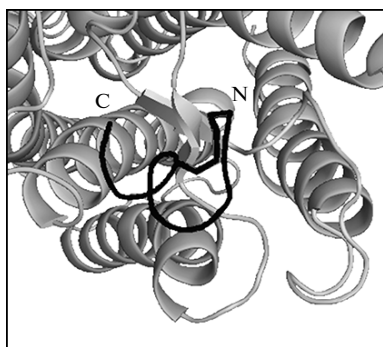


Рис. 3. Локализация взаимодействия аргинин-вазопрессина с его мембранным рецептором

Молекула рецептора показана серым цветом, молекула вазопрессина — чёрным (рисунок подготовлен по данным совместных исследований с лабораторией члена-корреспондента РАН В.И. Цетлина в Институте биоорганической химии им. М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН)

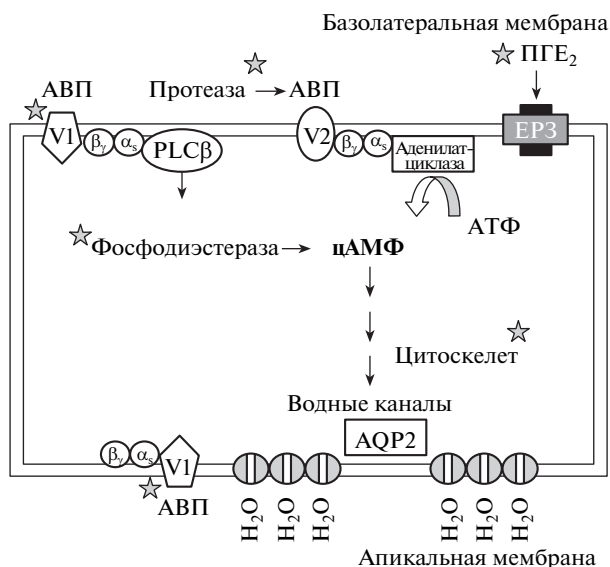


Рис. 4. Молекулярные механизмы увеличения проницаемости для воды клетки почечного канальца при действии аргинин-вазопрессина

компенсируя потерю воды. Но где добыть пресную воду птицам в длительном полёте над морем и млекопитающим, оказавшимся в пустыне? У наземных животных и человека есть хотя бы теоретическая возможность добраться до родника, реки, у постоянных обитателей океана такой возможности нет. Но природа нашла способ извлечения пресной воды из морской, им пользуются треска и серебристая чайка, дельфин и морская черепаха, многие позвоночные — обитатели океана.

Все эти организмы в процессе эволюции обрели собственные “опреснительные установки”, благодаря которым они могут поддерживать более низкую солёность крови, чем окружающая морская вода. Возвращаясь к поэтическому образу М. Волошина, они способны удерживать тот состав крови, который их пращур унёс из древнего океана. Как сказано выше, по мнению некоторых учёных, сотни миллионов лет назад океан был несколько менее солёным, чем в наше время, и эти физико-химические величины консервативная природа сохраняет в каждом из нас, чтобы не перестраивать все остальные параметры в клетках живого.

В обычных условиях у человека ключевую роль в поддержании постоянной осмоляльности крови играют почки. В стенке кровеносных сосудов, в тканях, в гипоталамической области мозга имеются чувствительные образования — осморецепторы, которые дают сигнал в мозг, если суммарная концентрация веществ во внеклеточной жидкости, в крови растёт, и тогда нейроны в одной из областей мозга секретируют в кровь гормон вазопрессин. Потеря воды из организма, например при жаркой погоде, приводит к усиленному потоотделению, к обезвоживанию. Появляется чувство жажды, вазопрессин из мозга с током крови достигает почек, в них увеличивается всасывание воды из канальцев в кровь, уменьшается выделение жидкости, регулируется осмотическое давление крови.

В понимании природы этого механизма достигнуты большие успехи. Установлено химическое строение вазопрессина (рис. 2), который поступает в кровь из задней доли гипофиза и служит стимулом для клеток канальцев почки. За открытие и синтез этого гормона американский биохимик В. Дю Виньо в 1955 г. получил Нобелевскую премию. Гормон вазопрессин достигает с током крови клеток собирательных трубок почки, стимулирует находящиеся в их мембране рецепторы к этому гормону (рис. 3), при их активации внутри клетки образуется второй посредник — циклический аденозинмонофосфат. За его открытие американскому биохимику и фармакологу Э. Сазерленду в 1971 г. была присуждена Нобелевская премия. Это физиологически активное вещество через ряд последовательных реакций в клетке

способствует встраиванию в мембрану клетки водных каналов-аквапоринов 2, по которым вода из просвета канальцев почки всасывается в кровь. И это открытие было отмечено в 2003 г. Нобелевской премией по химии: её удостоен учёный из США П. Агрэ, иностранный член РАН. В результате указанных процессов происходит увеличение проницаемости для воды мембран клеток почечного канальца (рис. 4), вода всасывается в кровь, восстанавливается нормальная общая концентрация растворённых веществ в плазме и внеклеточной жидкости.

Рассмотрим детали этого процесса несколько подробнее. На рисунке 4 представлена клетка собирательной трубки почки млекопитающих. Со стороны, обращённой к внеклеточной жидкости (кровеносной системы), в базолатеральную мембрану встроены рецепторы вазопрессина. Гормон вазопрессин взаимодействует с V_2 -рецепторами, в результате в цитоплазме клетки из АТФ образуется циклический аденозинмонофосфат (цАМФ). Он влияет через ряд этапов на встраивание в противоположную апикальную мембрану клетки водных каналов-аквапоринов 2. Результаты проведённых экспериментов показали, что это принципиальная схема, но живой организм имеет несколько способов адаптации, модуляции действия вазопрессина. При одной и той же концентрации гормона в крови у организма есть ряд возможностей усилить или ослабить его влияние на клетки. Некоторые из соответствующих локусов на рисунке 4 обозначены звёздочками. При заболеваниях у человека изменение состояния каждого локуса может проявиться гиперчувствительностью к вазопрессину.

Так происходит восстановление водного баланса у млекопитающих, в том числе человека, в связи с появлением в почке теплокровных способности осмотически концентрировать мочу. У некоторых грызунов эта функция почки столь развита, что осмотическое давление мочи может превышать 200 атм, в то время как в их крови оно составляет лишь 7–8 атм. Это позволяет животным, употребляя сухую еду, длительно обходиться без воды.

Иные механизмы опреснения сформировались в процессе эволюции у позвоночных животных, длительно живущих в океане или вблизи океана, не имеющих доступа к пресной воде. Они нашли выход в “создании” опреснительных устройств. У морских птиц в полости носа сформировались солевые железы. Птицы пьют морскую воду, солевые железы образуют из притекающей крови секрет с большей концентрацией хлористого натрия, чем в океанической воде. Тем самым избыток соли удаляется из организма в виде капель из носа, что приводит к опреснению

крови, уменьшению в ней содержания солей. В результате осмотическое давление крови поддерживается на постоянном уровне. Такой же способ регуляции водного баланса у морских рептилий. Часть жизни морские черепахи проводят в море, а для кладки яиц выбираются на сушу безлюдных островов. Тогда опреснение крови, осморегуляция, достигается у них при участии солевых желёз, так как пресная вода для них недоступна.

Морские костистые рыбы используют принципиально сходный способ регуляции водно-солевого баланса. Они всю жизнь лишены источника пресной воды, их кровь, как говорилось выше, имеет меньшее осмотическое давление, чем вода современного океана, и они вынуждены всю жизнь добывать пресную воду из морской. Рыбы пьют морскую воду, соли натрия и хлора удаляются с помощью клеток в жабрах, в итоге кровь всегда имеет меньшее осмотическое давление, чем морская вода. Иными словами, жабры, кроме участия в дыхании, служат у морских костистых рыб и солевыми железами.

Иной вариант опреснения крови сформировался у акул и скатов. Они не пьют морскую воду для её последующего опреснения. Для удаления избытка попадающего в тело хлористого натрия у акул тоже есть солевая железа — ректальная железа. Но основная форма опреснения крови у них устроена оригинально. В их крови накапливается мочевины, а концентрация ионов натрия и хлора близка к их уровню у костистых рыб. За счёт высокой концентрации мочевины осмотическое давление в крови и в жидкостях тела становится выше, чем в океане. Благодаря этому “дистиллированная” вода из моря поступает через проницаемые для неё некоторые участки покровов тела внутрь рыб. Почки у всех животных и человека обеспечивают баланс различных ионов в организме, а в пресной воде рек, озёр и на суше служат основным органом регуляции водно-солевого обмена.

Неисповедимо, как происходит рождение мысли, не изведен механизм возникновения в мозгу ассоциаций, позволяющих сделать ещё один неожиданный шаг к пониманию фундаментальных законов природы. Казалось бы, трудно связать философский подход М. Волошина к явлениям революции и эволюции в обществе и природе, его блестящие прозрения относительно эволюции позвоночных с построением модели физиологической системы осморегуляции, трудно понять ход мысли и рождение ассоциаций. В какой-то мере это напоминает обсуждение научных докладов на заседаниях Президиума РАН, когда вслед за филологом выступает физиолог, с ним спорят физик и философ, а в итоге рождается если не истина, то приближение к ней. М. Волошин предва-

ряет поэму шестью словами: “эволюция как приспособление” и “эволюция как бунт”, без них нельзя было бы понять даже мотивов поэта, его философского устремления к началу возникновения и развития жизни.

Остаётся удивляться конвергенции подходов поэта (его понимание бунта и эволюции) и естествоиспытателя при воссоздании этапов эволюции функций живого организма. Далеки друг от друга работы нобелевских лауреатов, которые привели к открытию цАМФ или аквапорина, синтеза нонапептида или позволили выяснить функции ионных насосов. Во второй половине XIX в. рождается идея о жидкостях внутренней среды, в первой половине XX в. предвосхищение путей её эволюции и значение гомеостаза становятся предметом физиологических исследований, обобщений и поэтических интуитивных прозрений. Не менее важными являются и чисто теоретические работы, достижения фундаментальных исследований в области эволюционной физиологии, которые привели к новым решениям в прикладных сферах, в частности, в клинической и космической медицине. Восстановление и поддержание стабильности основных параметров жидкостей внутренней среды вошли в повседневную практику реаниматологов [13], эти работы были использованы при разработке способов поддержания здоровья и работоспособности космонавтов в длительных полётах [14], они оказались востребованы при решении проблем выживания русского осетра в условиях начавшегося обмеления Каспийского моря [15], при лечении больных с острым инсультом [16], разработке высокоэффективной системы лечения ночного энуреза у детей и синтеза нонапептидов с высокоселективным влиянием на поддержание баланса в организме отдельных ионов [17]. Понимание природы гомеостаза — следствие фундаментальных исследований физиологических процессов в организме человека и животных, о которых шла речь в этой статье.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Волошин М.А.* Стихотворения. Статьи. Воспоминания современников. М.: Правда, 1991.
2. *Орбели Л.А.* Избранные труды. Т. 1. М.—Л.: Изд-во АН СССР, 1961.
3. *Рейсер С.А.* Палеография и текстология нового времени. М.: Просвещение, 1970.
4. *Лотман Ю.М.* Пушкин. СПб.: Искусство-СПб, 1995.
5. *Мухин Л.М.* Условия на поверхности Земли 4—4.6 млрд. лет назад. Первичные синтезы // Проблемы происхождения жизни. М.: Изд-во ПИН РАН, 2009.
6. *Розанов А.Ю.* Псевдоморфы по микробам в метеоритах // Проблемы происхождения жизни. М.: Изд-во ПИН РАН, 2009.
7. *Проссер Л.* Неорганические ионы // Сравнительная физиология животных. Т. 1. М.: Мир, 1977.
8. *Smith H.W.* From fish to philosopher. Boston: Little Brown, 1953.
9. ИРЛИ. Ф. 562. Оп. 1. Ед. хр. 389.
10. *Волошин М.А.* Избранные произведения. М.: Советская Россия, 1988.
11. *Северцов А.Н.* Морфологические закономерности эволюции. М.—Л.: Изд-во АН СССР, 1939.
12. *Лермонтов М.Ю.* Собрание сочинений. Т. 2. Л.: Наука, 1980.
13. *Наточин Ю.В.* Водно-солевой гомеостаз и его клиническое значение // Российский журнал анестезиологии и интенсивной терапии. 1999. № 2.
14. *Leach Huntoon C.S., Grigoriev A.I., Natochin Yu.V.* Fluid and Electrolyte Regulation in Spaceflight. American Astronautical Society Publication. San Diego, 1998.
15. *Natochin Yu.V., Lukianenko V.I., Kirsanov V.I., et al.* Features of osmotic and ionic regulations (Acipenser gùldenstädti Brand) // Comp. Biochem. Physiol. 1985. V. 80A. N 3.
16. *Виленский Б.С., Наточин Ю.В., Семёнова Г.М., Сулима В.В.* Снижение летальности при коррекции водно-солевого обмена в системе базисной терапии ишемического инсульта // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 1998. № 10.
17. *Natochin Y.V., Kuznetsova A.A.* Nocturnal enuresis: correction of renal function by desmopressin and diclofenac // Pediatr. Nephrol. 2000. N 1.

DOI: 10.7868/S0869587314030104

ЧЕЛОВЕК, УЧЁНЫЙ, ПАТРИОТ

К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ АКАДЕМИКА Е.М. СЕРГЕЕВА



У истоков новых научных идей и открытий всегда стоят выдающиеся личности. К плеяде таких учёных относится академик Евгений Михайлович Сергеев — ярчайший представитель отечественной геологической науки. Неутомимый труженик, он внёс огромный вклад в развитие инженерной геологии, обогатив её плодотворными идеями, создав отечественную школу инженер-геологов, получившую всемирное признание.

Евгений Михайлович Сергеев родился 23 марта 1914 г. в Москве. Его отец, Михаил Епифанович, инженер-химик, профессор, заведующий кафедрой Института народного хозяйства им. Г.В. Плеханова (ныне Российская экономическая академия), привил сыну любовь к научному творчеству. Мать, Елена Николаевна, окончила гимназию, где обучалась бесплатно, так как её прадед — участник Отечественной войны 1812 г., его имя было включено в список героев, высеченный на внутренних стенах разрушенного в 1934 г. храма Христа Спасителя. Елена Николаевна пе-

редала сыну любовь к Родине — её людям и родной природе. Евгений Михайлович всегда говорил, что больше всего в жизни он обязан родителям: они постоянно трудились, показывая, как нужно жить по совести.

Любовь к природе, страсть к путешествиям и желание как можно быстрее начать активную трудовую деятельность проявились у Евгения Михайловича ещё в юности. После окончания 7-го класса средней школы он сделал первый жизненный выбор — поступил в топографический техникум, после окончания которого в 1932 г. уехал работать на Дальний Восток, где велось строительство Комсомольска-на-Амуре. Там Евгений Михайлович женился на Александре Михайловне Фёдоровой, однокурснице по техникуму, которая всегда оставалась его верной спутницей жизни.

Спустя три года молодая семья возвратилась в Москву. Евгений Михайлович решил продолжить образование и поступил на геолого-почвенный факультет Московского государственного университета. Вскоре он определился с направлением своей будущей профессиональной деятельности, выбрав кафедру грунтоведения. В то время здесь работали высококлассные специалисты, ставшие его первыми наставниками, среди которых заведующий кафедрой М.М. Филатов, профессора С.С. Морозов и Н.В. Орнатский. Добрую память о своих учителях — замечательных учёных, представителях творческой интеллигенции — Евгений Михайлович сохранил на всю жизнь [1].

Будучи студентом, Е.М. Сергеев начал заниматься научной работой. В 1940 г. на научной студенческой конференции он сделал свой первый доклад “К вопросу о теплоте смачивания грунтов”, в котором изложил идею снижения кинетической энергии молекул воды при их физической адсорбции на поверхности силикатов. По окончании университета он остался работать на кафедре ассистентом, начатые исследования продолжил при работе над кандидатской диссертацией. Но намеченным планам не суждено было сбыться.

Великая Отечественная война круто повернула судьбу будущего учёного. Ещё до начала войны в жизни Е.М. Сергеева произошло важное собы-



С родителями. 1918 г.

тие. Весной 1941 г. на партийной конференции он неожиданно для себя был избран секретарём парткома МГУ. Первое персональное поручение, которое ему дали в Краснопресненском райкоме партии, — подготовить к 1 июня 1941 г. в подвалах университета бомбо- и газоубежище на 2000 человек. Война, подобно геологическому разлому, разделила жизнь Евгения Михайловича на две части — до войны и после неё. Для него не было вопроса — оставаться в университете или идти на фронт. Без колебаний он избрал второе, хотя, как секретарь парткома крупной партийной организации, имел право на бронь. Начав войну в звании младшего лейтенанта, Евгений Михайлович участвовал в боях на Юго-Западном, Юго-Восточном и Южном фронтах, в битве за Сталинград [2]. Не раз ему приходилось смотреть смерти в глаза, терять товарищей, выходить из окружения, биться за каждую пядь русской земли. Случай мог распорядиться жизнью.

За бои под Харьковом в 1941 г. Евгений Михайлович получил первую боевую награду — орден Красной Звезды. Позднее его награждают и другими боевыми наградами, в том числе орденом Отечественной войны I и II степени, медалью “За оборону Сталинграда”. Летом 1943 г. под Таганрогом он получил тяжёлое ранение, полгода провёл в госпиталях, перенёс ампутацию ноги. Осенью того же года 29-летний майор Е.М. Сергеев возвратился в Москву.

Демобилизовавшись из армии по инвалидности и вернувшись на кафедру в МГУ, Евгений Михайлович возобновил прерванные войной эксперименты и в 1944 г. защитил кандидатскую диссертацию на тему “Теплота смачивания грунтов”. Но это был уже не молодой, восторженный ассистент, а поседевший, переживший ужасы Сталинградской битвы и тяжёлое ранение человек.

Вскоре молодой учёный заинтересовался вопросами взаимосвязи свойств грунтов с условиями их образования и последующими процессами литогенеза и петрогенеза. Им был сформулирован генетический принцип изучения грунтов, ставший исходной идеей докторской диссертации “Генезис и состав грунтов как основа классификации и изучения их свойств”, которую он защитил в 1952 г. Вскоре он разработал общую классификацию грунтов, которая сразу же получила широкое признание в научном мире. Позднее вместе с коллегами неоднократно её дорабатывал. Генетическая классификация легла в основу современного государственного стандарта по классификации грунтов.

После защиты докторской диссертации и присвоения ему звания профессора Московского университета начался плодотворный и насыщенный творческий период в жизни Е.М. Сергеева, ознаменовавшийся смелыми научными идеями, организацией комплексных экспедиций, обобщением отечественного и зарубежного опыта и написанием монографических работ по фундаментальным проблемам инженерной геологии, созданием уникальных карт, учебников и учебных пособий. Е.М. Сергеев раскрылся как крупный организатор науки, способный ставить и реализовывать масштабные задачи, создавать для этого междисциплинарные коллективы учёных, добиваясь компромисса интересов, рационально используя инициативы отдельных участников и подчиняя их решению поставленной задачи. Всё, что было создано лично Евгением Михайловичем или под его руководством, составляет в настоящее время золотой фонд научного наследия в области инженерной геологии.

В науке Е.М. Сергеев жил активно: организовывал различные конференции и выступал на них, встречался и обсуждал с коллегами научные и организационные проблемы, развивал международные связи, уделял много внимания созданию и написанию научной и методической литературы. Вся его многолетняя творческая деятельность была сконцентрирована на трёх важнейших направлениях развития инженерной геологии: разработке теории прочности и деформируемости грунтов, проведении региональных картографических и других инженерно-геологических работ и создании учения о геологической среде и её роли в решении экологических проблем [3].

Е.М. Сергеев определил в качестве важнейшей теоретической проблемы грунтоведения изучение природы прочностных и деформационных свойств грунтов, по существу поставил задачу разработать теоретические основы сопромата горных пород. Задача не тривиальная: необходимо было с позиции классического материаловедения и генетического грунтоведения объяснить многочисленные экспериментальные данные, касающиеся поведения грунтов в различных напряжённо-деформированных состояниях, раскрыть природу и фундаментальные закономерности формирования их свойств и специфических явлений, характерных для горнопородных систем. По его инициативе в 1954 г. на кафедре грунтоведения и инженерной геологии создаётся лаборатория электронной микроскопии во главе с Г.Г. Ильинской, а позднее Р.А. Бочко и В.Н. Соколовым, в которой началось систематическое исследование структуры, текстуры и структурных связей в грунтах как важнейших факторов, определяющих их физико-механические свойства.

С особым интересом Е.М. Сергеев относился к изучению роли связанной воды в формировании свойств грунтов. Эта проблема особенно его увлекла и заинтриговала после открытия Б.В. Дерягиным особых свойств тонких слоёв воды, адсорбированных на поверхности твёрдых тел. По инициативе Евгения Михайловича в Московском университете приступили к системным исследованиям связанной воды в талых и мёрзлых породах, а также в живых тканях. Для решения этой проблемы он привлёк специалистов разного профиля — физиков, математиков, геологов, биологов, почвоведов. Будучи первым проректором МГУ, в 1969 г. он организовал исследования по комплексной межфакультетской теме «Связанная вода в дисперсных системах». Руководство взял на себя профессор физического факультета В.Ф. Киселёв. По результатам проведённых работ были опубликованы 10 монографий, ряд сборников и около 300 статей. Многолетние исследования грунтов обобщены в 4-томной монографии «Теоретические основы инженерной геологии» под редакцией Е.М. Сергеева (1985–1986).

Не только проблема природы прочности грунтов увлекала учёного. Он мечтал снова стать геологом-полевиком, поэтому в 1946 г., сделав операцию по реампутации искалеченной на войне ноги и освоив протез, решил участвовать в долгих и трудных экспедициях. К тому же в начале 1950-х годов возникла острая необходимость развития региональных инженерно-геологических работ в связи с восстановлением послевоенного хозяйства страны и освоением природных ресурсов Западной Сибири, Средней Азии и Дальнего Востока. В 1950 г. он заключил договор с институтом «Гидропроект» на изучение свойств песков вдоль трассы проектировавшегося Каракумского канала. С этим связано второе творческое на-

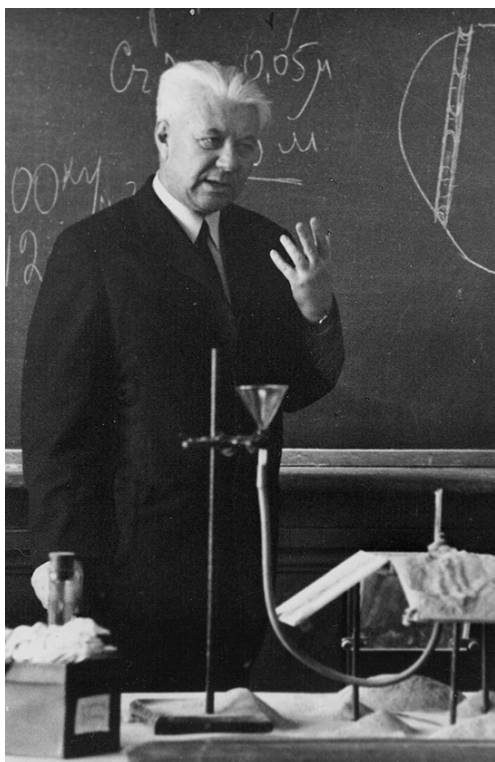


Евгений Михайлович с отцом после возвращения с фронта. 1943 г.

правление в деятельности Е.М. Сергеева — развитие региональной инженерной геологии. Работа в этой области закрепила за ним авторитет крупного учёного и организатора науки. Занимаясь региональной инженерной геологией, он сплотил вокруг себя огромный творческий коллектив специалистов разного возраста и научных интересов — от студентов до людей старшего поколения, увлёк их своими замыслами, ясными перспективами. Создавая большие коллективы и направляя их работу, Евгений Михайлович никогда не подчёркивал свой приоритет в иницилируемых им многочисленных идеях. Он был не только идеологом, а всегда занимался реализацией поставленных задач, беря на себя рутинную организационную работу. Это создавало определённый климат в коллективах, люди тянулись к своему руководителю, с интересом участвуя в осуществлении его замыслов.

По окончании работ в Каракумах в 1954 г. Е.М. Сергеев переехал в Западную Сибирь. Исследования под его руководством продолжались здесь более 20 лет и послужили мощным толчком к развитию региональной инженерной геологии, заложили основные теоретические принципы инженерно-геологического картирования. Была разработана методика ведения работ на больших слабоизученных территориях, даны примеры комплексной оценки инженерно-геологических условий с учётом природных региональных и зональных факторов, заложены научные основы инженерно-геологической типизации территорий. Созданная теоретическая база ведения таких работ выдвинула отечественную инженерную геологию на передовые позиции в мире.

За многолетние плодотворные исследования в Западной Сибири в 1976 г. Евгений Михайлович был удостоен высшей награды Московского уни-



На лекции по грунтоведению. 1967 г.

верситета — премии им. М.В. Ломоносова I степени, а в 1977 г. ему и основным исполнителям работ В.В. Баулину, А.С. Герасимовой, С.Б. Ершовой, В.Т. Трофимову присудили Государственную премию СССР.

В 1957 г. к Евгению Михайловичу обратились с просьбой начать изучение инженерно-геологических условий рек Шилки, Аргуни и Амура в составе советско-китайской экспедиции, целью которой было научное обоснование гидроэнергетического использования этих рек и строительство каскада гидроэлектростанций. Ставилась и ещё одна важная задача — регулирование стока рек для предотвращения частых разрушительных наводнений, одно из которых участники экспедиции пережили в 1958 г.

За три года работы экспедиции удалось собрать материал и дать всестороннюю характеристику инженерно-геологических условий долины Верхнего Амура, низовий Шилки и Аргуни протяжённостью более 1000 км. Жаль, что работа была прекращена по политическим мотивам. По результатам Амурской экспедиции в 1962 г. опубликована монография «Геология и инженерная геология Верхнего Амура» под редакцией Г.П. Леонова и Е.М. Сергеева. Актуальнейшая проблема — регулирование стока рек этого района — остаётся нерешённой до настоящего времени. Катастро-

фическое наводнение 2013 г. ещё раз напомнило об этом.

В 1976 г. вышло постановление правительства о возрождении Нечернозёмной зоны РСФСР. Е.М. Сергееву предложили составить серию специальных карт Нечернозёмья, необходимых для хозяйственного развития территории площадью 2.7 млн. км². Евгений Михайлович с большим вдохновением взялся за организацию экспедиции. К работе были привлечены ведущие учёные МГУ Г.В. Добровольский, Ф.Р. Зейдельман, Г.А. Голодковская, Н.И. Николаев и другие. В короткий срок удалось сформировать одну из крупнейших в истории Московского университета экспедиций численностью 196 человек, 137 из них студенты МГУ. За последующие три года (1977–1980) задача была выполнена — составлено 16 оригинальных тематических карт в масштабе 1 : 500 000.

Огромный многолетний опыт ведения региональных исследований и накопленные данные привели Е.М. Сергеева к мысли об их обобщении и написании многотомной монографии «Инженерная геология СССР». Вновь оказался востребованным организационный талант Евгения Михайловича: необходимо было с единых методологических позиций дать комплексную оценку всей территории СССР. В результате работы большого коллектива (301 автор) было подготовлено восемь томов, каждый из которых посвящён отдельному региону страны — Европейской части СССР, Уралу, Западной Сибири, Дальнему Востоку и др. Вышедшая в 1976–1978 гг. уникальная монография не имела аналогов в мире. Научная общественность и правительство страны высоко оценили этот научный труд: главному редактору Е.М. Сергееву, а также его коллегам И.В. Попову, И.С. Комарову и М.В. Чуринову была присуждена Ленинская премия.

В начале 1970-х годов в научной деятельности Е.М. Сергеева произошёл ещё один крупный поворот. Он стал одним из первых российских геологов, кто осознал значимость надвигающихся экологических изменений на Земле, необходимость глубокого осмысления проблем сохранения окружающей среды. Экология земной коры — третье ведущее направление в научном творчестве Е.М. Сергеева, этой работой он занимался до последних дней.

Ещё В.И. Вернадский говорил о том, что человек становится мощной геологической силой. Следуя этой идее о сопоставимости деятельности человека на Земле с геологическими процессами, Е.М. Сергеев ввёл понятие о геологической среде, которую рассматривал как компонент биосферы и окружающей человека среды. Евгений Михайлович понимал, что современная цивилизация не может существовать без использования природных ресурсов, поэтому он развивал концепцию

разумного рационализма, призывал к целесообразному их использованию, избегая неоправданных изъятий из недр в больших объёмах воды и других жизнеобеспечивающих элементов земной коры.

В 1980 г. в Париже на Генеральной ассамблее Международной ассоциации инженер-геологов (МАИГ) Е.М. Сергеев, тогда президент ассоциации, предложил принять декларацию, обязывающую при ведении инженерно-геологических изысканий учитывать вопросы, связанные с охраной и рациональным использованием геологической среды.

Спустя много лет, в июне 1997 г. (Евгений Михайлович умер 23 марта 1997 г.) на заседании Совета МАИГ в Афинах было принято решение о переименовании этой организации в Международную ассоциацию по инженерной геологии и окружающей среде. Решающим обстоятельством, повлиявшим на мнение членов совета, стало напоминание о том, что впервые призыв к мировой научной общественности о повышении роли геологов в решении проблем окружающей среды прозвучал из уст Е.М. Сергеева.

В 1984 г. Евгений Михайлович выступил на пленарном заседании XXVII сессии Международного геологического конгресса в Москве с докладом “Научно-технический прогресс и охрана окружающей среды”, где сформулировал целый ряд задач, стоявших перед геологией в решении глобальной экологической проблемы. В 1991 г. в Отделении геологии, геохимии, геофизики и горных наук РАН был создан Инженерно-геологический и геоэкологический научный центр, который в 1996 г. преобразовали в Институт геоэкологии РАН. Президиум академии в 2006 г. присвоил Институту геоэкологии имя академика Е.М. Сергеева.

Благодаря самоотверженной работе и активному участию в решении важных государственных задач, широте взглядов, неиссякаемому организаторскому таланту ещё в начале 1970-х годов Е.М. Сергеев получил широкую известность в кругах геологов страны как крупный учёный и организатор науки. Подтверждение этому — его избрание в 1966 г. членом-корреспондентом, а в 1979 г. — действительным членом АН СССР. Став членом академии, Евгений Михайлович сразу же активно включился в её работу. В 1966 г. по его инициативе создаётся Научный совет АН СССР по инженерной геологии и грунтоведению. За 23 года работы под руководством Е.М. Сергеева научный совет превратился в авторитетнейшую общественную организацию, занимавшуюся координацией научно-исследовательских работ в этой области, проведением важнейших экспертиз, организацией совещаний. К концу 1980-х совет объединял 7 региональных секций и 28 проблемных комиссий. В 1979 г. Президиум АН СССР

одобрил инициативу Е.М. Сергеева по созданию нового академического журнала “Инженерная геология”, что оказало большое влияние на развитие фундаментальных исследований в области инженерной геологии.

Неутомимая страсть Евгения Михайловича к научным исследованиям сочеталась с его не менее удивительными способностями в деле воспитания молодёжи. Более 50 лет он посвятил педагогической деятельности в Московском государственном университете, пройдя путь от ассистента до профессора, заведующего кафедрой. Под его руководством 78 аспирантов и молодых учёных защитили кандидатские и 12 человек — докторские диссертации. В числе его учеников граждане не только нашей страны, но и Болгарии, Чехословакии, Китая, Польши, Вьетнама. Среди его учеников академик РАН В.И. Осипов, академик РАЕН В.Т. Трофимов, члены-корреспонденты РАЕН С.Д. Воронкевич, Ю.Б. Осипов, В.А. Королёв, профессора Г.А. Голодковская, Р.С. Зиянгинов, Е.Н. Коломенский, В.Н. Соколов, А.Н. Вахтанов и другие.

Евгений Михайлович был замечательным лектором, читал лекции вдохновенно, с огромной силой убеждения, ссылаясь на новые, ещё не опубликованные материалы, любил демонстрировать на лекциях опыты и показывать слайды, сделанные во время экспедиций. Его лекции были всегда чётко структурированными и до мелочей выверенными. Он признавался, что, несмотря на многолетний опыт, всякий раз тратит час-полтора на подготовку к предстоящей лекции. Он выезжал с лекциями в ГДР, Польшу, Чехословакию, Болгарию, Югославию, Китай, Норвегию, Финляндию, Францию. В 1972 г. Евгений Михайлович был избран почётным доктором Братиславского университета им. Я. Коменского, а в 1974 г. — Варшавского университета.

Е.М. Сергеев всегда гордился тем, что является профессором крупнейшего вуза страны — Московского государственного университета, с которым он был неразрывно связан на протяжении почти 60 лет, из них 35 лет (1954—1989) заведовал кафедрой грунтоведения и инженерной геологии (с 1986 г. — кафедра инженерной геологии и охраны геологической среды) геологического факультета. Дважды (1954—1958, 1963—1964) избирался деканом геологического факультета, в течение многих лет занимал ответственные должности в руководстве университета: с 1964 по 1969 г. был проректором по научной и учебной работе естественных факультетов, а с 1969 по 1978 г. — первым проректором, работал вместе с выдающимися учёными — ректорами МГУ И.Г. Петровским, Р.В. Хохловым, А.А. Логуновым.

С именем Е.М. Сергеева связано важное событие в истории Московского университета, касающееся строительства нового здания на Ленинских горах. Будучи секретарём парткома МГУ, он со-



Е.М. Сергеев с учениками. Сидят: В.Т. Трофимов (слева), Ю.Б. Осипов (справа); стоят: В.И. Осипов, Р.С. Зянгиров. 1978 г.



Первый проректор МГУ Е.М. Сергеев, секретарь парткома В.А. Протопопов, ректор И.Г. Петровский. 1970 г.



Ректор МГУ Р.В. Хохлов и первый проректор Е.М. Сергеев. 1974 г.

вершил смелый поступок: 3 декабря 1947 г. написал личное письмо И.В. Сталину о необходимости принятия окончательного решения о сооружении нового университетского комплекса. Спустя четыре месяца (15 марта 1948 г.) вышло постановление Совета министров СССР № 803 “О строительстве нового здания Московского государственного университета”. В летописи университета в качестве инициаторов упоминается ректор А.Н. Несмеянов и партком МГУ, но не раскрываются подробности их инициатив. Сам Е.М. Сергеев широко не комментировал это событие, он рассказывал о нём только ближайшим друзьям. Лишь в 1992 г. в книге воспоминаний “Московский университет. Взгляд сквозь годы” он описал все обстоятельства, связанные с письмом, которое он лично отнёс в бюро пропусков у Спасских ворот, где принималась подобная почта. Интересно, что в 2006 г. старший научный сотрудник Государственного Исторического музея М.Г. Николаев разыскал оригинал письма Е.М. Сергеева в фондах ЦК ВКП(б). М.Г. Николаев считает, что письмо сыграло важную роль в принятии правительственного постановления.

Трудно найти человека, который, как Е.М. Сергеев, помнил бы столько фактов, важных событий из истории МГУ, начиная с середины 30-х годов прошлого столетия. В конце долгого творческого пути у Евгения Михайловича зародилась мысль написать воспоминания о годах, связанных с МГУ. В 1992 г. вышла книга [1], где содержится описание интереснейших событий из истории МГУ: университет в предвоенные годы и годы войны, переезд в новое здание на Ленинских горах, дальнейшее развитие старейшего вуза, сохранившего традиции в образовании и воспитании новых поколений, добившегося больших успехов в организации учебного процесса и научной работы. Автор рассказывает обо многих крупных учёных, организаторах науки и высшей школы, общественных деятелях. Книга Е.М. Сергеева — ценный вклад в летопись Московского университета середины и второй половины XX столетия.

В 1981 г. Евгений Михайлович становится ректором Академии народного хозяйства при Совете министров СССР. Основная задача академии заключалась в подготовке высшего руководящего звена государственных структур страны — министров, директоров крупных предприятий, государственных плановых органов. Широкий научный кругозор и огромный опыт научно-организационной и педагогической работы, накопленный в МГУ, помогли академику освоить специфику новой для него работы, позволили быстро войти в курс дела и в течение пяти лет достойно выполнять возложенные на него обязанности. Начиная работать ректором, он решил дополнить учебную программу дисциплинами экологического профиля и с этой целью пригласил на работу

Н.П. Лавёрова, который стал проректором Академии народного хозяйства, создал и возглавил кафедру “Использование природных ресурсов и охрана окружающей среды”.

Находясь на любом посту, Евгений Михайлович относился к своей работе с полной отдачей и ответственностью. Трудно сказать, чему он больше уделял времени — научной или общественной деятельности. Будучи крупным учёным и организатором науки, он живо реагировал на запросы времени, выполнял важнейшие поручения правительства и различных советских и международных организаций.

В 1960–1980-е годы он проводил большую работу в Комитете по Ленинским премиям и Государственным премиям СССР: являлся заместителем председателя комитета и председателем геолого-геофизической секции. Одновременно он был председателем секции геологии и горного дела Комиссии по присуждению премий Совета министров СССР. Многие годы возглавлял Комиссию по геологическим наукам ВАК. В 1968 г. он поддержал идею французского профессора М. Арну о создании Международной ассоциации инженер-геологов (МАИГ) и сразу же включился в эту работу. В 1972 г. Е.М. Сергеева избрали вице-президентом, а в 1978 г. — президентом ассоциации. В 1984 г. за выдающиеся заслуги в развитии международного сотрудничества в области инженерной геологии он был отмечен медалью Г. Клооса — высшей наградой МАИГ. В 1965 г. Е.М. Сергеев вошёл в состав Административного совета Международной ассоциации университетов (МАУ). В 1970 г. им была проведена огромная работа по организации в Москве конференции МАУ.

Несколько лет Е.М. Сергеев возглавлял Общество культурных связей “СССР–Иран”. В 1972 г. его утвердили председателем Научного совета Минвуза СССР по высшему геологическому образованию. С 1978 по 1990 г. он возглавлял комиссию АН СССР и Мосгорисполкома “Рациональное использование и охрана геологической среды г. Москвы и лесопарковой зоны”, в 1981–1984 гг. был членом Московского городского Совета народных депутатов.

Выдающиеся заслуги академика Е.М. Сергеева перед наукой и высшим образованием отмечены высокими правительственными наградами. К боевым орденам добавились награды мирного вре-

мени: два ордена Ленина, орден Октябрьской революции, три ордена Трудового Красного Знамени, ряд медалей, а также почётные звания и знаки отличия Министерства высшего и среднего образования СССР, Министерства геологии СССР, Академии наук СССР.

Евгений Михайлович Сергеев был прирождённым лидером. Талант учёного, организатора и педагога сочетался в нём с глубокой гражданской ответственностью и патриотизмом, ответственностью перед народом. Его служебные достижения и профессиональная карьера никогда не были самоцелью, а результатом его таланта и научных устремлений. Он обладал сильным, волевым характером, брал на себя принятие решений в сложных ситуациях.

Человеком он был разносторонним, увлечённым, наблюдательным, прекрасным рассказчиком, любил юмор и откровенные беседы, увлекался охотой и рыбалкой. В личном плане вёл себя скромно, любил людей, ценил дружбу и добрые отношения, особенно трепетно относился к своим друзьям — участникам Великой Отечественной войны. Коллеги и ученики уважали и любили Евгения Михайловича. Работа с ним создавала ощущение праздника [4].

Самоотверженная увлечённость наукой, трудолюбие и любовь к Родине, честность и искренность, доброжелательность и простота в общении с людьми — вот те качества, которые всегда будут ассоциироваться в нашем сознании с именем Евгения Михайловича Сергеева.

*Н.П. ЛАВЁРОВ,
академик,
В.И. ОСИПОВ,
академик*

ЛИТЕРАТУРА

1. Сергеев Е.М. Московский университет. Взгляд сквозь годы. М.: Изд-во МГУ, 1992.
2. Сергеев Е.М. За строкой фронтового письма. М.: Воениздат, 1985.
3. Евгений Михайлович Сергеев. Материалы к библиографии учёных. Российская академия наук: Серия геологических наук. Вып. 47. М.: Наука, 1994.
4. Воспоминания об академике Е.М. Сергееве (к 90-летию со дня рождения) / Под ред. Осипова В.И. и Трофимова В.Т. М.: ГЕОС, 2004.

ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

DOI: 10.7868/S0869587314030098

ДЛЯ НАЧАЛА НАДО НАВЕСТИ ПОРЯДОК В СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СИСТЕМЕ РИНЦ

В “Вестнике РАН” в № 9 за 2012 г. и № 10 за 2013 г. опубликованы предложения доктора химических наук О.В. Михайлова по усложнению методов расчёта наукометрических показателей в системе Российского индекса научного цитирования (РИНЦ). В частности, он говорит о расчёте “долевой цитируемости” для статей с соавторами, с помощью которого можно точнее оценить индекс Хирша. Возможно, О.В. Михайлов и прав, но в настоящее время система РИНЦ нуждается в более важных корректировках, без которых немыслима адекватная оценка исследователей и организаций по наукометрическим показателям.

Подчеркну, пока в России речь идёт не о доводах за и против самой методики РИНЦ, а о необходимости избавиться от ошибок и даже намеренных фальсификаций, которыми изобилует система. При этом альтернативы РИНЦ, особенно для российских публикаций по общественным и гуманитарным дисциплинам, нет, поскольку слишком большой пласт исследовательских тем по соответствующим наукам жёстко привязан к российским реалиям и широко освещён лишь в публикациях на русском языке.

Прежде всего в системе РИНЦ нет адекватного рубрикатора наук. Например, около 25 тыс. исследователей-экономистов самого разного профиля — от бухгалтеров до востоковедов, от специалистов по социальной географии России до теоретиков экономико-математического моделирования — объединены в одну группу “Экономика. Экономические науки”. Конечно, совместное рассмотрение дисциплин с изначально разным уровнем цитируемости отчасти даже познавательно. Но зачем тогда в отдельные рубрики выделены “Внешняя торговля” (чуть более 130 человек), “Прочие отрасли экономики” (немногим более 50 человек) и т.д.? Почему девятым по цитируемости экономистом России оказался физик С.П. Капица (причём для демографии, по которой он также написал немало работ, есть своя собственная рубрика РИНЦ)?

Ещё более важная проблема — неадекватная привязка статей и книг к их авторам, а также ссылки к публикациям. Так, многие работы в системе

РИНЦ из-за различий в библиографических описаниях в списки публикаций попадают по два-три раза. Это завышает количество работ авторов, но занижает индекс Хирша, так как ссылки на одну статью делятся на две-три части. Правда, чаще ссылки можно привязать только к автору, а не к его статье, ведь ресурс пополнения списков статей “с учётом публикаций, извлечённых из списков литературы” работает в РИНЦ очень плохо. В результате более двух третей отнесённых к авторам цитирований не указывают на их конкретные публикации. Такой разрыв между “числом цитирований публикаций автора в РИНЦ” и “суммарным числом цитирований автора” опять-таки сильно занижает индекс Хирша. Причём ошибки обычно связаны не с малоизвестными сборниками конференций, а с ведущими научными журналами, если при цитировании была допущена хотя бы незначительная опечатка. Возьмём для примера самых цитируемых экономистов (на 19 ноября 2013 г.): Г.Б. Клейнер — к его списку статей и книг привязано лишь 34% ссылок на него самого, С.Ю. Глазьев — 31%, В.В. Ковалёв — менее 7%, А.Д. Шеремет — 41%, С.А. Айвазян — чуть более 7%, В.М. Полтерович — 53%.

Не хочется называть фамилий, но каждый может убедиться, что даже в первой сотне авторов по цитируемости есть приписки — к зарегистрированному экономисту могут быть привязаны хорошо цитируемые работы его однофамильцев физиков, химиков или биологов. Непонятно, почему за столько лет сотрудники РИНЦ не могут проверить хотя бы первые 200–300 фамилий по каждому из научных направлений?

Ещё одна проблема — ранжирование учёных в РИНЦ с учётом самоцитирования, которое у ряда авторов превышает 50%. Само по себе самоцитирование не есть зло — вполне допустимо отсылать к своим предыдущим работам с детальным изложением каких-то вопросов. Но зачем эти ссылки учитывать при сопоставлении популярности в научном сообществе разных исследователей? Ведь избавились же в системе РИНЦ от ранжирования научных журналов с учётом ссылок на статьи в этих же журналах.

Есть в системе РИНЦ и много других нерешённых проблем. Например, как быть с привязкой к организациям умерших учёных, если наукометрические показатели хотя бы в каком-то виде будут использоваться для оценки деятельности этих организаций?

Именно эти вопросы надо, на мой взгляд, сейчас обсуждать, а не пытаться усложнять, по советам О.В. Михайлова, систему РИНЦ, которая пока не справляется даже с поставленными перед ней задачами. При этом подчеркну важность развития системы РИНЦ. Без неё, опираясь лишь на Web of Science или Scopus, мы вообще не увидим огромного пласта научных направлений по рос-

сийским экономическим проблемам, истории нашей страны, филологии народов России и т.д. Пора, наконец, уяснить, что экономика, история или филология по определению не могут быть такими же универсальными относительно национальной принадлежности науками, как физика или химия. Далеко не все темы в принципе интересны англоязычным читателям. Есть и проблема цензуры в западных общественно-политических журналах, которая уже неоднократно освещалась в публикациях российских учёных-гуманитариев.

*А.В. КУЗНЕЦОВ,
член-корреспондент РАН*

РАЗМЫШЛЕНИЯ НАД НОВОЙ КНИГОЙ

DOI: 10.7868/S0869587314030062

ВРЕМЯ ОТВЕТСТВЕННЫХ СМЫСЛОВ

Слово науки, воздействующее на мировоззренческие и социальные реалии, — исследовательский код академика В.А. Тишкова в мониторинге и анализе феномена “русский народ”, представленном в его новой книге*. Это позиция гуманитария, не отстранённо созерцающего течение событий, а принимающего на себя ответственность за выбор общественно значимых мировоззренческих ориентиров. Это активная антропология, наука действия, включающая как извлечение знания из реальности, так и возвращение обработанного знания в реальность. Здесь гуманитарные методологии получения знания и гуманитарные технологии его реализации работают в связке, питая друг друга, обеспечивая прямое сообщение науки и жизни. Сегодня этот кругооборот ускорился и уплотнился, ещё прочнее связав теорию и практику, и автор справедливо настраивает себя и читателя на то, что мы живём во “времени ответственных смыслов” (с. 12).

Для гуманитария слово — универсальный инструмент, вес и точность которого определяют успех исследования. Это в большой степени характерно для антропологии, где стиль коммуникации и способ изложения информации играют не меньшую роль, чем в дипломатии или литературе. Антропология в целом — искусство диалога, и не только в общении исследователя и исследуемого, но и в передаче знания читателю через текст. В понимании В.А. Тишкова слово обладает статусом “акта речи”, конструирующего социальную действительность. Он не ссылается на новозаветную мудрость “В начале было Слово”, но вполне отдаёт себе отчёт в том, насколько именно название и высказывание формируют ценностную структуру мировоззрения и жизненные ориентиры людей. В социальном конструировании “значение *акта речи* стало не менее важным для понимания и объяснения жизни, чем жёсткий социологический факт. Производство субъективных предписаний со стороны элит, проектная деятельность, религиозная вера, духовные искания и эмоции, политическая мобилизация и идеологическая индоктринация оказались не менее значимыми, чем социобиологические детерминанты поведения, экономические и социальные факто-

ры жизни”. В конструктивистской методологии слово генерирует социальную действительность, поэтому “воображаемое есть также реальное”. Это в полной мере относится и к феномену этничности, в котором представления и убеждения “не менее, а даже более важны, чем набор неких объективных или обязательных черт и характеристик” (с. 13, 92).

Автор пишет книгу в равной мере для толкования сложившейся ситуации и для её преобразования. Главный герой повествования — русский народ — одновременно факт и проект. По словам автора, его “книга нужна, чтобы показать, что составляло национальную идентичность россиян в прошлом и что составляет её сегодня. Но самое важное — это попытаться убедить сограждан, что *мы один народ: многообразный и цельный, с общими языком, ценностями, песнями, праздниками, переживаниями за победы и драмы своей страны*” (с. 36). Это в прямом смысле публикация, разворачивающая идеи автора перед обширной аудиторией, вовсе не обязательно академической: “Крайне желательно, чтобы по вопросу о национальной идентичности существовало должное понимание у школьника и студента, у преподавателя и учёного-обществоведа, у политика и журналиста” (с. 4). Автор не только увлекает читателя повествованием о русском народе, но и вовлекает его в нациестроительство.

Поиск “ответственных смыслов” в антропологии предполагает межкультурные, межъязыковые и межэпохальные соотнесения. В.А. Тишков даёт аналитические обзоры феноменов “нация”, “национальность”, “идентичность” в России и других странах. Одна из его новаций “заключается в утверждении в русском научном и общественно-политическом языке общепринятой в мире категории нации как сообщества по государству наряду с длительно господствующим пониманием этой категории как типа этнической общности”. “Другими словами, — пишет автор, — мною предлагается дополнить общественно-политический и научный язык понятием *русский народ-нация* при сохранении использования категории *нация* в отношении этнических общностей страны (народов или национальностей). Такова общемировая практика, и России нет смысла изобретать велосипед по части использования категории *нация*. Нациями могут называться пред-

* Тишков В.А. Русский народ: история и смысл национального самосознания. М.: Наука, 2013. 649 с.

ставители всех российских национальностей, как каталонцы и баски в Испании, как шотландцы в Великобритании и квебекцы в Канаде, но также это допущение не должно подвергаться сомнению существование соответственно российской, испанской, британской и канадской наций” (с. 9).

Понятие “нация” в государственном/гражданском смысле, по аналогии с немецкой “die Nation”, существовало с начала российского нациестроительства при Петре I, а в советскую эпоху случилась знаменательная смена значений: «В России после революции 1917 г. слово *национальный* было передано в исключительное владение этнических общностей, ибо само государство стало “интернациональным”: государством диктатуры пролетариата, а затем — общенародным государством» (с. 25). Советский федерализм оказался одним из вариантов перехода от доктрины однородной нации к признанию прав меньшинств после Первой мировой войны, в связи с политическим обустройством осколков Австро-Венгерской и Османской империй (с. 588).

В России, полагает автор книги, гражданская российская нация имеет корни трёхвековой давности, уходящие в глубину Петровской эпохи, когда слова “Россия” и “россияне” вошли в политический и гражданский лексикон. Особую роль в утверждении и популяризации этих ключевых для российской идентичности понятий сыграли Пётр I и его окружение (в том числе Феофан Прокопович и В.Н. Татищев), М.В. Ломоносов, Екатерина II и её окружение (в том числе Г.Р. Державин), Н.М. Карамзин (по признанию В.А. Тишкова, один из вдохновителей его книги и “один из столпов российского национального самосознания”), Александр I и его окружение (в том числе М.М. Сперанский), А.С. Пушкин, П.И. Пестель, С.С. Уваров, К.С. Аксаков, М.Н. Катков, С.Ю. Витте, П.Б. Струве, П.Н. Милюков и другие. Примечательно, что в начале XX в. понятие “национальная идея” выражалось буквально теми же словами, которые использует В.А. Тишков в начале XXI в.: П.Б. Струве видел Россию “многонародным государством”, обладающим национальным единством; П.Н. Милюков призывал к созданию великой российской “многоплеменной” нации. Казалось, выношенная за два столетия национальная идея осуществилась или близка к осуществлению, но буквально за шаг от триумфа она была опрокинута контридеей, революционной и интернациональной.

По мнению В.А. Тишкова, самая главная причина краха Российской империи заключалась “в недостаточной степени развития общегражданской российской идентичности среди жителей огромной страны” (с. 190). Он отмечает, что победа большевиков связана с их умением ладить с этнонационализмом. В то время как А.В. Колчак и другие лидеры Белого движения исповедовали

великодержавность, большевики на свой лад мобилизовали и возглавили “национально-освободительное движение”, выступив в первые же дни революции с Декларацией прав народов России и создав мощный аппарат Наркомнаца во главе с И.В. Сталиным. “В борьбе за власть и за народные массы большевики выиграли, в частности, потому, что более решительно принимали меры, отвечавшие требованиям демократизации взаимоотношений центра с окраинами и этническим национализмом” (с. 208).

Минуло два десятилетия, и энергичное большевистское этнонациестроительство уступило место очередному витку “державостроительства”, пиком которого стало сплочение народов СССР в годы Второй мировой войны. В.А. Тишков прослеживает становление идеологемы “советский народ”, родившейся в довоенное время и возведённой в ранг официальной идеологии в конце Великой Отечественной войны (при участии историков Н.И. Устрялова, М.В. Нечкиной и при решающем слове И.В. Сталина). Со свойственным конструктивисту вниманием к эпизодам персонального характера он фокусируется на моменте рождения идеи и ступенях её превращения в общественную идеологию.

Автор книги убеждён, что советский народ как общность состоялся и в своё время имел “свои объединяющие символы, ценности, представления, культурный арсенал, общие пережитые драмы и достижения”. Действительно, независимо от позднейших оценок, “советский народ” — историческая реальность второй половины XX в., впечатляющая мощью своей идентичности и размахом достижений (прежде всего космических, военных, культурных, спортивных). Скепсис В.А. Тишкова адресован попыткам найти более “изящное” определение сложившейся гражданской общности — “новый тип исторической общности людей”, «типологически невиданная в истории “интернациональная общность”». “Это уже псевдоакадемическая глупость”, “научно несостоятельное добавление”, “ситуация методологического тупика... труднорассуждающих обитателей кремлёвских кабинетов”, — обрушивается автор на брежневских идеологов позднесоветской эпохи (с. 225, 296, 298).

Сопоставление феноменов “российский народ” и “советский народ” не лишено риска, поскольку бросает тень советскости на “национальную идею”. На самом деле понятия “российский народ” начала XX в., “советский народ” середины XX в. и “российский народ” конца XX в. имеют много общего, выражая одну и ту же идею общности по гражданству/государству. Серия этих опытов нациестроительства представляет собой фундаментально-научную и мировоззренческую ценность, в том числе в части роковых мо-

ментов “почти триумфа”, с которых начинался очередной кризис идентичности.

Почти столетие отделяет сегодняшние дебаты о “национальной идее” от кризиса российской идентичности начала XX в. и полстолетия — от кризиса советской идентичности финала социализма. Я не поклонник теорий цикличности, но согласен с В.А. Тишковым, что на дворе “время ответственных смыслов”. Согласен и с его главной установкой: “...После распада СССР в России самоопределился российский народ как многоэтническая гражданская нация, и это есть свершившийся факт” (с. 302). Однако ощущение того, что мы снова за шаг до “почти триумфа”, заставляет быть вдвое (по очередности опыта) осмотрительней. К этому добавляется убежденность в том, что именно кризисы идентичности были стихией социальных потрясений и разного рода властных проектов. Иначе говоря, главной проблемой представляется не определение российского народа как проекта или факта, а баланс политичности и этничности в сложной идентичности современного человека/общества и выбор оптимального конструктивистского сценария в достижении и поддержании этого баланса.

Умело и убедительно, на основе впечатляющих своей репрезентативностью всероссийских опросов автор показывает тренд формирования российской идентичности. В целом от одной пятой до трети наших современников в разных городах России дают утвердительный ответ на вопрос: “Составляют ли граждане страны российскую нацию?”. При этом “молодёжь обладает более явно выраженной национальной (гражданской) идентичностью, чем взрослые” (с. 462). Из этого следует: “Ставшая массовой и достаточно сильной российская идентичность, цементирующая российскую политическую нацию, — безусловно важный итог постсоветских десятилетий, но идентичность эта хранит в себе болезненный опыт перемен и негативизм обид, фобий и переживаний” (с. 645).

В.А. Тишков убеждён: “Население нашей страны обладает высокой степенью национального единства в смысле общих ценностей, культурной гомогенности и активного межэтнического взаимодействия, которым могли бы позавидовать многие крупные государства, утверждающие с разной долей успеха идею единой нации среди своего населения” (с. 305). Это позволяет ему провозгласить: «Есть в России нация! Есть и гражданское общество! Именно по этой причине я выступаю против позиции “формирования” того и другого как неких проектов или идей будущего» (с. 303). Таким образом, российская нация уже существует, но россияне колеблются в осознании и признании этого факта. По словам В.А. Тишкова, у России есть всё, но “не хватает национальной идентичности!” (с. 22). Он полагает, что ре-

шительная словарная работа может в значительной мере довести дело до искомого результата, причём не только в пространстве нашего отечества, но и за рубежом. “Моя давняя мечта вести новое написание нашей страны Russia, более точно отражающее русское звучание и отличающееся от слова Russian (русские)... Не может долго длиться ситуация, когда в русском языке существуют два слова — русский и российский, а, например, в английском одно — Russian, перевод которого в разных контекстах переводчики никак не могут определить” (с. 11). В этом тезисе конструктивизм автора выходит за пределы России и русского языка, поскольку для идентичности важен внешний фон и взгляд со стороны.

“Проект” — ключевое понятие антропологического конструктивизма, в русле которого работает В.А. Тишков и благодаря которому все его книги написаны и читаются в дискурсивном стиле. Современному читателю это удобно, поскольку сегодняшняя жизнь испещрена проектами и сама похожа на проект. Правда, роль проекта в истории и современности неоднозначна. “В нашей книге обращается особое внимание на проектную деятельность людей в историческом процессе, т.е. на реализацию целенаправленных планов и программ усилиями больших коллективов, государств и отдельных личностей... Так называемые большие проекты всегда были в арсенале человеческой истории, в том числе в России (от строительства петровского Петербурга до хрущёвского плана освоения целинных земель)... К таким большим проектам относится конструирование наций и государственное строительство” (с. 20). Траектория идеи от проекта до факта вполне зрима: «Если в 1960-е годы создание Академгородка под Новосибирском было актом “приращения”, то современная сибирская наука — это уже российский бренд мирового значения» (с. 505). Впрочем, судьба проекта зависит не только от его актуальности и потенциала, но и от контрпроектов, пересекающих его траекторию. Если обращаться к только что упомянутому “бренду мирового значения”, то его, как и всей Российской академии наук, “незыблемый” статус оказался поразительно уязвимым и зависимым от субъективной воли (книга В.А. Тишкова вышла незадолго до реформы РАН). Сегодня риторика проектности по-своему мешает идентичности: «Российский народ как гражданская нация и его обозначение словом “россияне” отвергаются или отрицание нации скрыто в тезисе формирования российской нации как проекта будущего. Это самое отрицание, а не недостаток схожести и солидарности россиян, и есть основное препятствие для признания существования российской нации» (с. 52).

В моём понимании соотношение проекта и факта применительно к идее (идеологеме, идентичности) условно и гибко. Нередко воплощён-

ная идея исчерпывает себя, как на обывательском уровне теряет силу сбывшаяся мечта. Есть состояния и сущности, которым противопоставлены вердикты и точные определения, и неясность в них оказывается не слабостью разума, а открытостью возможностей. Это относится и к идее идентичности, которой свойствен обширный диапазон вариативности и безостановочный дрейф. В других контекстах В.А. Тишков настаивает на подобной изменчивости: “Все формы современной идентичности находятся в постоянном дрейфе, имеют как конструктивистскую, так и примордиальную природу, пребывают в постоянном соперничестве за собственную приоритетность, но чаще всего имеют множественный и не взаимоисключающий характер” (с. 74).

От обилия примеров и доводов автора в пользу реальности российского народа и актуальности российской идентичности возникает ощущение недооценки иных идентичностей, в том числе этнической. Смелый, иногда хлесткий стиль сгущает это впечатление. Например, говоря о симбиозе идентичностей (удачное словосочетание!), автор определяет этнические и региональные идентичности как “партикулярные” на фоне национальных/государственных (с. 24), хотя превосходно знает, что соотношение общего и партикулярного в каждом случае зависит от жизненной позиции человека: для государственника масштабна гражданская идентичность, для этнонационалиста — этническая. Утверждая фундаментальность гражданской идентичности в противовес этнической, он пишет: “В отличие от этнической идентичности, которая имеет подвижный и часто сложный характер (особенно в смешанных семьях), национальная идентичность является более жесткой и более значимой” (с. 313, 314). На самом деле идентичность по гражданству не менее мобильна, поскольку варьирует в зависимости от политических обстоятельств (например, распада или объединения государств), а также персональной сменой гражданства.

В отстаивании своей идеи автор штурмует глубинные ментальные стереотипы, в том числе отложившиеся в Конституции РФ: «Для нашей страны и для её населения становится всё более разрушительным и неадекватным назойливо употребляемое множественное число “народы России”, и пока мы не начнём, наряду с этим, утверждать понятие *российский народ*, ничего не получится... Россияне — это свершившийся факт, и только малая просвещённость, узколобый национализм или политические амбиции стоят за утверждением о провале проекта гражданской российской нации. Итак, сохраняющееся восприятие российского народа исключительно в формуле “дружбы народов”, а не сложного единства представляет собой провал отечественной и зарубежной экспертизы... Нам нужно утверждать российский гражданский национализм как осознание и отстаивание национального суверените-

та и интересов страны, укрепление национальной идентичности российского народа, утверждение приоритета самого понятия “российский народ”. Всякие другие варианты национализма на основе этнических крайностей — от имени одного государствообразующего народа или от имени “дружбы народов” — несостоятельны и исторически не-реальны» (с. 308).

В оценке разных видов национализма ярче всего проступают предпочтения автора. “В краткосрочной мобилизации (групповая организация, массовое выступление, избирательная компания, голосование на телешоу и т.п.) этнонационализм может быть вполне эффективен, но как стратегия и как ответственная политика этнонационализм неосуществим и чудовищно деструктивен” (с. 19). Напротив, “гражданский национализм — это разделяемые населением государства ценности, правовые и другие нормы, а также политические и культурные символы, которые оформляют представление о стране как национальном государстве и о народе как нации” (с. 308).

Не скрывая предпочтений, В.А. Тишков настаивает на балансе политичности и этничности, поскольку для России этнокультурная сложность — истонное и исходное состояние: “Для Российской Федерации, опирающейся на многовековой опыт совместного проживания и развития народов и культур, мультикультурность (или многонациональность, как по Конституции) является не только естественной, но, пожалуй, единственно возможной формой существования государства” (с. 495). Баланс политичности и этничности во многом обеспечивается соотношением русского и российского, способностью русскости принимать формат русскости во взаимодействии с другими культурами. Приводя мысль Ф.М. Достоевского “о всемирной отзывчивости русского человека”, автор отмечает, что “русский язык и российская/советская культура (от А.С. Пушкина и Н.В. Гоголя до М.А. Шолохова и Ч. Айтматова) сыграли выдающуюся цивилизаторскую миссию на евразийском континенте, не ограничиваясь только территорией исторического Российского государства. Русский язык был и остаётся языком культурного взаимодействия и взаимообогащения представителей разных этнических культур в рамках российской национальной культуры” (с. 511). “Российская нация остаётся единственным хранителем до сих пор значимой для Евразии культурно-ценностной системы на основе русского языка, кириллического письма и христианского православия, хотя в российском народе сохраняются и будут воспроизводиться другие культурные системы, в том числе и общемирового масштаба (иудео-христианские, евроисламские, буддистско-монгольские, аборигенно-арктические и другие)” (с. 505).

Применительно к этничности автор не ограничивается стандартными замечаниями о ценностях культур и важности этнодиалога, а предлага-

ет перспективные гуманитарно-технологические ракурсы: “Страны отличаются друг от друга не столько степенью разнообразия облика и традиций проживающих в них людей, сколько тем, какое внутреннее содержание придаётся этому разнообразию в обществе” (с. 12). Именно в этом ключе — использования, позиционирования и активации этничности — на мой взгляд, намечается развитие этнологической экспертизы. Сегодня в пору говорить не только об этнической культуре, но и о культуре этничности.

Зная не понаслышке, как образуются “списки народов”, В.А. Тишков иронизирует над забавными в своей устойчивости стереотипами. «До сих пор исследователи и политики ограничивались повторяемыми с советских времён шаблонами о “100 нациях и народностях”, проживающих в том или ином регионе или городе. После Всероссийской переписи 2002 г. распространился обновлённый штамп о “более чем 180 народах”. В 2010 г. список увеличился до 193, в том числе за счёт отдельной регистрации сербов, словенцев, хорват, черногорцев, боснийцев. Можно ли считать группы выходцев из бывшей Югославии народами России? В России несколько сот англичан (бри坦цев) оказываются “народом”, включённым в официальный список российских национальностей. Если применить этот подход к самой Великобритании, то только в одном Лондоне будет “500 народов и наций”, включая не менее 100 тыс. русских, но только их за “народ Великобритании” никто не считает» (с. 334, 335).

В.А. Тишков — не только методолог, но и технолог гражданской идентичности и полиэтничности. За последние два десятилетия ему удалось, сверх ожиданий, существенно обновить понятийный аппарат науки и общественной сферы её применения. Например, категории сложной идентичности, дрейфа идентичности, двойного смысла понятий “нация” и “национальный” вошли в обиход учёных и политиков в немалой степени благодаря персональным усилиям В.А. Тишкова. И всё же не только гуманитарными штудиями определяется идентичность. Сколь бы выверенными ни были термины и понятия, они не могут преобразовывать реальность по мановению руки антрополога. Это относится и к центральной проблеме рассматриваемой книги — российской идентичности.

Гражданская (политическая) идентичность во все времена была прочно связана с государством: “Государства представляют собой самую мощную и всепроникающую форму социальных коалиций людей. На горизонте человеческой эволюции конкурирующей формы больших человеческих коллективов не просматривается” (с. 21). И сегодня “развитие и укрепление правовой системы государства создаёт предпосылки для укрепления нации как сообщества граждан, осознающих своё единство с государством, выступающим защитником прав человека, в том числе в этнокультур-

ной сфере” (с. 601). Далее следует высказывание, которое по стилю выглядит завершением предыдущей фразы, но, на мой взгляд, имеет вес концептуального суждения и заслуживает обстоятельного рассмотрения (возможно, в объёме отдельной книги): “Недоверие к государству в лице федеральной власти, напротив, чревато дезинтеграцией нации, когда более предпочтительными становятся региональные или этнические лояльности” (с. 601). В этом мне видится главный фактор торможения идеи российской нации. Шаткость гражданской идентичности состоит в том, что она ассоциирована с чиновничеством, коррупцией, насилием и прочими негативными атрибутами власти в России и СССР. В рецензируемой книге приведён (правда, по другому поводу — в разделе о мигрантах и диаспорах) примечательный рейтинг различных групп населения по результатам опроса молодёжи. Положительное отношение вызывают учителя, врачи, военные, а на дне рейтинга, ниже иностранных рабочих, милиционеров и кавказцев, оказался абсолютный чемпион общественного негатива — чиновничество (с. 489). Сегодня это тупик гражданской идентичности и тревожный барьер, за которым может последовать её очередной кризис.

Другое дело, что “исправление” самого чиновничества возможно лишь на пути обретения им той самой национальной гражданской идентичности, которая предполагает ответственную персональную позицию, а не корпоративную, служебную лояльность. Беда чиновников состоит в дефиците ответственности и привычке (или обычае) скрывать собственное мнение, вещая то от лица народа, то от имени правителя. Таким образом, дискуссия о национальной идее вынужденно выводит на первый план тему гражданской ответственности и идентичности чиновников как социальной элиты. На мой взгляд, рассматриваемая книга могла бы послужить добротным пособием для бюрократов не в плане администрирования, а в качестве теста на собственную идентичность.

В.А. Тишков не просто исследует, он выполняет сложную и ответственную работу, в которой дискурсивная полемичность играет роль режиссуры, имеющей целью, с одной стороны, позиционирование внятных мировоззренческих ориентиров, с другой — настрой на ответственное отношение к себе и обществу. Разговор в книге идёт, ни больше, ни меньше, о национальной идее России — не в виде эпитафии, лозунга или бренда, а по существу феноменов “нация” и “идея”. Автор убедительно призывает соотечественников к осознанию своей гражданской идентичности и искренне верит в силу научного слова, хотя помнит строки Ф.И. Тютчева: “Нам не дано предугадать, как слово наше отзовется”.

*А.В. ГОЛОВНЁВ,
член-корреспондент РАН*

РАЗМЫШЛЕНИЯ НАД НОВОЙ КНИГОЙ

DOI: 10.7868/S0869587314030128

СЕРЕДИНА XXI ВЕКА: ЗАГАДКА СИНГУЛЯРНОСТИ

Полководцы всегда готовятся
к прошлой войне.

У. Черчилль

В международном сборнике*, выпущенном издательством “Шпрингер”, впервые систематизированы разнообразные, часто диаметрально противоположные суждения по поводу гипотез сингулярности и вытекающих из них следствий. В переводе на русский название сборника – “Гипотезы сингулярности. Естественно-научная и философская оценка”.

Ещё в XVIII в. европейские мыслители обратили внимание на то, что изменения в обществе за последние тысячи лет ускорились. С накоплением исторических знаний это наблюдение обрело предметные очертания и в дальнейшем – глобальный масштаб. Насколько долго может сохраняться режим нарастающего ускорения? В 1958 г. Дж. фон Нейман использовал математическое понятие “сингулярность” (точка, в которой функция стремится к бесконечности) в ином смысловом значении, и звучный термин скоро переключался в гуманитарную литературу.

Концептуальная интрига ещё более обострилась, когда в результате серии независимых расчётов было обнаружено, что период ускорения не ограничивается историей и предысторией человечества, но охватывает 4.5 млрд. лет эволюции жизни, подчиняясь простому логарифмическому закону. Это одно из эпохальных и удивительных открытий начала XXI в. На протяжении миллиардов лет на Земле дрейфовали континенты, многократно менялся климат, падали метеориты и взрывались вулканы, а фазовые переходы, предваряемые глобальными катастрофами, следовали, как по расписанию. Даже появление человека с его свободой воли и вечными безумствами не изменило логарифмическую последовательность глобальных (теперь уже антропогенных) катастроф и революций.

Тем самым статус эволюционной сингулярности существенно повысился. Она становится ито-

гом не только человеческой истории, но, как минимум, истории биосферы (при некоторых гипотетических допущениях ускорение могло начаться задолго до образования Солнечной системы, с появлением в космосе тяжёлых элементов, то есть около 10 млрд. лет назад, и затем локализоваться на отдельных планетах). И совсем неожиданный результат дала экстраполяция полученной кривой в будущее: сингулярность наступает не в отдалённой перспективе, а где-то около середины текущего столетия. В российской научной традиции этот математический образ обозначен как *вертикаль Снукса–Панова*: австралийский экономист и историк Г.Д. Снукс и русский физик-теоретик А.Д. Панов в 1996 и в 2003 гг. опубликовали логарифмическую формулу ускорения с её экстраполяционным выводом (Панов, не зная о работе Снукса, опирался на другие источники и использовал более строгий математический аппарат). В американской традиции большую известность приобрела книга Р. Курцвейла, опубликованная в 2005 г.

Какая же предметная реальность может скрываться за загадочным математическим результатом? Насколько достоверны прогнозы, вытекающие из экстраполяции логарифмической кривой? Не являются ли они очередной редакцией “квазирелигиозных” ожиданий конца света, апокалипсиса, царства Христова и т.д.? А если вырисовывающаяся сингулярность прогностически релевантна, то как будет изменяться в ближайшие десятилетия содержание “глобальных проблем” и как следует относиться к прогнозам всемирно знаменитых футурологов, упорно перемещающих в будущее вчерашние проблемы (перенаселение, голод, тотальная ядерная война и т.д.)?

Содержательные (то есть не догматические и не эмоциональные) возражения против универсального значения расчётной сингулярности сводятся к её тривиализации. Например, известный американский астрофизик Э. Чайсон считает сингулярность земной истории рядовым событи-

* Singularity hypotheses. A scientific and philosophical assessment / Eds. Eden A.H., Moor J.H., Smiraker J.H., Steinhart E. Berlin – Heidelberg: Springer-Verlag, 2012.

ем космической эволюции, а швейцарский математик Т. Модис апеллирует к прежнему опыту эволюции: с приближением к сингулярности кривая обычно принимала *S*-образную форму.

Но если “за” сингулярностью брезжит космическая стадия земной эволюции, то с ней может быть сопряжена и новая стадия универсальной эволюции, а тогда это никак не тривиальное событие. Что же касается радикальной смены тенденции, то ожидаемая сингулярность теоретически не исключает превращения экспоненты в логистическую кривую. По одному из сценариев, антропосфера стабилизируется на пределе сложности, допустимой физическими законами, и “вертикаль” сменится горизонтальной линией (некоторые исследователи уже фиксируют симптомы такого поворота); драматическая эволюция предыдущих миллиардов лет завершится чем-то вроде гегелевского “конца истории” или “светлого завтра”, рисовавшегося энтузиастами прогрессистского мировоззрения XVIII–XIX вв. Правда, такой оптимистический сценарий предполагает (и это также отмечалось классическими философами), что достигнутое состояние не может длиться вечно. Со временем, под давлением известных законов природы — геофизических, астрофизических и прочих естественных процессов — должна наступить эпоха “нисходящей ветви истории”, которая завершится возвращением Земли к “нормальному” состоянию термодинамического равновесия.

Согласно другим предположениям, расчётная сингулярность середины XXI в. решительно отличается от промежуточных исторических прецедентов тем, что она исчерпывает экспоненциальную линию, отражающую планетарную эволюцию *на всём её протяжении*. Это обстоятельство резонно выделил Р. Курцвейл в полемике с Т. Модисом: внимательно анализируя переломные эпизоды, мы убеждаемся, что экспонента складывается из каскада *S*-образных кривых.

Для иллюстрации приведу только два характерных примера из очень далеко отстоящих друг от друга исторических эпох. На исходе нижнепротерозойской эры (более 1.6 млрд. лет назад) чрезвычайно размножившиеся цианобактерии, “отравив” атмосферу Земли свободными молекулами кислорода — отходами своей жизнедеятельности, зашли в тупик экспоненциального роста, но в результате активизировались немногочисленные аэробные организмы, произошло радикальное усложнение биосферы, и экспоненциальное развитие продолжилось. На исходе апополитейного палеолита (около 10 тыс. лет назад) бурный демографический рост и чудовищный охотничий промысел исчерпали экспоненциальное развитие присваивающего хозяйства, но дальнейшее развитие было обеспечено неолитической (сельскохозяйственной) революцией.

Как же может выглядеть график полифуркации XXI столетия? Синергетическая модель допускает в конечном счёте три аттрактора. Первый — обвал планетарной эволюции. Скорость деградации сложных устойчиво неравновесных процессов зависит от того или иного конкретного сценария, но со временем на Земле не останется признаков когда-то существовавшего живого вещества. Второй — временная стабилизация антропосферы на пике возможной сложности, о чём сказано выше. Третий — космическая стадия планетарной эволюции — заслуживает более подробного обсуждения.

Ещё пару десятилетий назад только некоторые российские астрофизики (или выходцы из СССР, жившие в других странах, но испытавшие влияние “русского космизма”) позволяли себе робкие замечания в том духе, что разумная деятельность может распространиться далеко за пределы Земли и оказать влияние на ход метagalактической эволюции. В “респектабельном” западном естествознании практически безраздельно господствовало убеждение, что в космологическом измерении развитие духовной культуры на Земле — не более чем побочный эффект (эпифеномен) спонтанной динамики материальных структур, обречённый на бесследное разрушение дальнейшими трансформациями физической Вселенной.

К концу 1990-х годов интеллектуальная атмосфера решительно изменилась. Новейшие астрофизические публикации содержат многочисленные указания на то, что существование разума — космологически фундаментальный факт, что его возрастающее влияние на космические процессы принципиально не ограничено известными законами физики, а потому непременно приобретёт метagalактический масштаб. Если вселенскую функцию не сможет выполнить разум, восходящий к земной цивилизации (которая способна рухнуть под грузом накопившихся проблем), то её возьмёт на себя разум, развившийся на других планетах. Более того, междисциплинарные исследования привели некоторых российских учёных к выводу, что эра спонтанного роста сложности близка к завершению, и если дальнейшая эволюция Вселенной (эволюция в спенсеровском смысле — как усложнение) в принципе возможна, то она может происходить только при участии сознания. Но для этого требуется сознание, способное выдержать безграничный рост технологического потенциала. Исследование культурно-психологических предпосылок, из которых складывается сценарий выживания, стало сегодня важнейшей темой глобальной прогнозтики.

Среди условий оптимального развития цивилизации в ближайшие десятилетия — неизбежная “денатурализация” человеческого тела и разума, ускоренное формирование человеко-машинных комплексов и искусственная перестройка веще-

ственного субстрата — носителя разума. Этому вопросу, включая его этическую составляющую, в сборнике уделено значительное внимание. У авторов явно преобладает убеждение в том, что разум и мораль — внешние по отношению друг к другу начала. Как пишет испанский философ Х. Валлверду, “мораль... это продукт культурного соглашения, а не глубинной реальности”. Между тем ещё древние рационалисты, например, Сократ, Конфуций, доказывали обратное, а исследования современных психологов и антропологов демонстрируют фундаментальную зависимость между развитием инструментального разума, с одной стороны, и культурной регуляции, — с другой. На протяжении тысячелетий социально-исторический отбор осуществлялся по модели техногуманитарного баланса: общества, не справившиеся с возросшим инструментальным могуществом, последовательно выбраковывались, подорвав природные и геополитические основы своего существования, а продолжали эволюцию те, кому удавалось адаптировать качество гуманитарной культуры к наличному технологическому потенциалу.

В итоге с ростом разрушительной мощи оружия и демографической плотности доля насильственных смертей относительно численности населения нелинейно, но последовательно снижалась.

Уже сам по себе этот подробно исследованный факт доказывает, что ценности совершенствовались не по прихоти моралистов и не по воле небес, а по механизму эволюции антиэнтропийной активности (“глубинная реальность?”). В эволюционной развёртке качество саморегуляции составляет неотъемлемый компонент интеллектуального уровня, и нет оснований полагать, что с диверсификацией материального субстрата разум забудет свою историю, хотя бы потому, что технологическая мощь в сочетании с несоразмерными внутренними регуляторами сделала бы его активность саморазрушительной.

Жаль, что работа российских учёных, включая комплексные сценарии “пресингулярной” и “постсингулярной” эволюции, не представлена на страницах сборника. Но совсем не хочется искать огрехи в работе редакторов, огромную заслугу которых я вижу в том, что они положили начало академической полемике по животрепещущей, но сравнительно новой для мировой науки проблеме. За это я им чрезвычайно благодарен и как читатель, и как исследователь.

*А.П. НАЗАРЕТЯН,
доктор философских наук*

ОФИЦИАЛЬНЫЙ
ОТДЕЛ

ПРЕЗИДИУМ РАН РЕШИЛ

(октябрь 2013 г.)

• В связи со сложением академиком **А.Д. Непикеловым** полномочий председателя Комиссии по Уставу Российской академии наук исполнение обязанностей председателя комиссии возложить на члена комиссии академика **В.В. Козлова** до избрания председателя в установленном порядке.

• Продлить срок полномочий в должности директора института до избрания директора в установленном порядке: доктору исторических наук **А.Н. Багашеву** — Институт проблем освоения Севера СО РАН; академику **М.А. Грачёву** — Лимнологический институт СО РАН; члену-корреспонденту РАН **Г.Р. Иваницкому** — Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН; доктору технических наук **П.М. Иванову** — Институт информатики и проблем регионального управления Кабардино-Балкарского научного центра РАН; академику **В.М. Котлякову** — Институт географии РАН; академику **М.В. Курлене** — Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН; члену-корреспонденту РАН **Б.В. Левину** — Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН; академику **Н.А. Макарову** — Институт археологии РАН; члену-корреспонденту РАН **И.И. Мохову** — Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН; члену-корреспонденту РАН **Л.А. Наумову** — Институт проблем морских технологий ДВО РАН; академику **В.Я. Панченко** — Институт проблем лазерных и информационных технологий РАН; кандидату физико-математических наук **А.К. Рыбину** — Научная станция РАН в г. Бишкеке; члену-корреспонденту РАН **И.Б. Ушакову** — Институт медико-биологических проблем РАН; академику **А.О. Чубарьяну** — Институт всеобщей истории РАН; доктору исторических наук **А.Б. Юнусовой** — Институт этнологических исследований им. Р.Г. Кузеева Уфимского научного центра РАН.

• Утвердить в должности заместителей директора по научной работе ФГБУ науки Института научной информации по общественным наукам РАН, избранных учёным советом института сроком на пять лет: кандидата технических наук **В.А. Глухова** (на новый срок); доктора политических наук **Д.В. Ефременко**; кандидата исторических наук **Т.Г. Пархалину** (на новый срок); кандидата философских наук **Ю.Ю. Чёрного** (на новый срок).

• Продлить доктору технических наук **П.М. Иванову** срок полномочий в должности председателя Кабардино-Балкарского научного центра РАН до избрания председателя центра в установленном порядке, но не более чем на один год.

• Утвердить состав Президиума Кабардино-Балкарского научного центра РАН, избранный Общим собранием центра сроком на пять лет: доктор технических наук **П.М. Иванов** (председатель Кабардино-Балкарского НЦ РАН); доктор филологических наук **М.З. Улаков** (заместитель председателя Кабардино-Балкарского НЦ РАН); доктор технических наук **П.Е. Марченко** (главный учёный секретарь Президиума Кабардино-Балкарского НЦ РАН); доктор исторических наук **Б.Х. Бгажноков** (Институт гуманитарных исследований Кабардино-Балкарского НЦ РАН); кандидат исторических наук **А.Х. Боров** (Центр социально-политических исследований Кабардино-Балкарского НЦ РАН); доктор физико-математических наук **В.В. Кузьминов** (Баксанская нейтринная обсерватория Института ядерных исследований РАН); доктор физико-математических наук **В.А. Нахушева** (Научно-исследовательский институт прикладной математики и автоматизации Кабардино-Балкарского НЦ РАН); доктор физико-математических наук **В.К. Тарадий** (Терскольский филиал Института астрономии РАН); член-корреспондент РАН **Ф.А. Темботова**.

• Утвердить основные направления научной деятельности Института математических проблем биологии РАН: математическое моделирование биологических объектов и явлений; разработка и применение математических методов в биологических исследованиях; биоинформатика. Направления научной деятельности соответствуют Программе фундаментальных исследований государственных академий наук на 2013–2020 гг., утверждённой распоряжением Правительства РФ от 3 декабря 2012 г. № 2237-р.

Директору института доктору физико-математических наук **В.Д. Ляхно** представить на утверждение в установленном порядке соответствующие изменения в Устав института.

• Утвердить академика **А.Н. Ширяева** главным редактором журнала “Теория вероятностей и её применения” РАН сроком на пять лет.

• Освободить доктора физико-математических наук **В.Ф. Колчина** от занимаемой должности главного редактора журнала “Дискретная математика” РАН по личной просьбе.

Утвердить доктора физико-математических наук **А.М. Зубкова** главным редактором журнала “Дискретная математика” РАН сроком на пять лет.

ЮБИЛЕИ

АКАДЕМИКУ В.Н. АНЦИФЕРОВУ — 80 ЛЕТ



Владимир Никитович АНЦИФЕРОВ — крупный учёный в области порошковой металлургии, автор более 700 научных публикаций, в том числе 45 монографий. Им выполнены фундаментальные и прикладные исследования в области технологий нано- и дисперсных систем; разработаны научные основы процессов

получения порошковых материалов и покрытий, заложившие фундамент промышленных процессов получения порошковых, керамических и композиционных материалов различного функционального назначения и обладающих уникальными комплексами эксплуатационных свойств.

Большое внимание учёный уделяет решению научно-технических задач в области обороны, космических исследований и экологического мониторинга. Под его научным руководством созданы новые материалы и изделия для специальных отраслей техники и организованы участки порошковой металлургии на многих промышленных предприятиях России. На основе инновационных разработок руководимого Владимиром Никитовичем коллектива предложены оригинальные технологические схемы получения по-

рошковых материалов, а также организовано промышленное производство разнообразных изделий для эксплуатации в экстремальных условиях. Ведутся работы по созданию материалов нового поколения, в том числе наноструктурированных.

В.Н. Анциферов — основатель и научный руководитель Научного центра порошкового материаловедения Пермского национального исследовательского политехнического университета, руководитель секции порошковой металлургии Научного совета РАН по металлургии и материаловедению, член Научного совета РАН по наноматериалам, Президиума Пермского научного центра УрО РАН и Научного совета УрО РАН по химическим наукам, главный редактор журналов “Известия вузов. Порошковая металлургия и функциональные покрытия”, “Научные исследования и инновации” ПНИИПУ, “Вестник ПНИИПУ. Машиностроение, материаловедение”, член редколлегии ряда научных журналов. Среди его учеников 25 докторов и 73 кандидата наук.

В.Н. Анциферов — заслуженный деятель науки и техники РСФСР, лауреат Государственной премии СССР, премий Совета министров СССР, Минвуза РСФСР, Правительства РФ, награждён орденами и медалями, удостоен Благодарности Президента РФ.

АКАДЕМИКУ А.Н. КОНОВАЛОВУ — 80 ЛЕТ



Александр Николаевич КОНОВАЛОВ — выдающийся учёный в области нейрохирургии, неврологии и клинической физиологии нервной системы, автор более 350 научных публикаций, в том числе 15 монографий и 3 учебников для вузов. Им создано новое научное направление — микронейрохирургия, которое позво-

лило сделать доступным для шадящего хирургического вмешательства практически любое образование в мозге и любую зону внутри черепа, развить современную клиническую физиологию и патофизиологию гипоталамо-гипофизарной области и ствола мозга человека. С помощью комплексного мониторинга учёным получены важнейшие данные в таких разделах нейрофизиологии, как центральная регуляция гемодинамики и гомеостаза, гормональное сопряжение, метаболизм, пластические свойства центральной нервной системы.

Александр Николаевич внёс значительный вклад в исследование функций мозга при его очаговых поражениях разной природы. Разработаны принципы хирургического лечения аневризм сосудов мозга. Изучена динамика нарушения и восстановления памяти и других корковых функций у больных с артериальными аневризмами. Особенно значимы достижения в решении проблемы хирургического лечения опухолей и сосудистых мальформаций, локализующихся в срединных структурах мозга (третий желудочек, зрительные бугры, ствол мозга).

Благодаря инициативе А.Н. Коновалова в возглавляемом им институте впервые в нашей стране стало развиваться принципиально новое научное направление — стереотаксически ориентированное облучение объёмных образований головного и спинного мозга. Большое внимание учёный уделяет оснащению института современной диа-

гностической техникой и внедрению новых оперативных технологий.

А.Н. Коновалов 38 лет работает директором НИИ нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко РАМН, 32 года возглавляет Общество нейрохирургов России, является почётным президентом Всемирной федерации нейрохирургических обществ и Европейской ассоциации нейрохирургов, почётным членом ряда зарубежных обществ. Среди его учеников 13 докторов и 34 кандидата наук.

А.Н. Коновалов — заслуженный деятель науки РФ, Герой Труда РФ, лауреат Государственной премии СССР и двух Государственных премий РФ, премии Правительства РФ, награждён орденами “За заслуги перед Отечеством” II и III степени, Трудового Красного Знамени, Дружбы народов, медалями.

АКАДЕМИКУ Р.М. ХАИТОВУ — 70 ЛЕТ



Рахим Мусаевич ХАИТОВ — крупный учёный-иммунолог, автор и соавтор более 600 научных публикаций, в том числе 20 монографий, руководств и учебников по иммунологии для вузов. Им внесён значительный вклад в развитие фундаментальных и прикладных аспектов иммунологии, иммуногенетики, биотехнологии, аллергологии, вакцинологии; разработаны новые методы диагностики, профилактики и лечения аллергий, опухолевых и инфекционных заболеваний, СПИДа, гепатита и др.; созданы вакцины и лекарства нового поколения; разработана противогриппозная вакцина “Гриппол” и кандидатная, проходящая клинические испытания вакцина против ВИЧ/СПИДа со встроенным в её молекулу иммуномодулятором.

Учёный совместно с коллегами сформулировал, экспериментально обосновал и внедрил в практику метод создания высокоэффективных иммуногенов путём конъюгирования антигенов с иммуномодулирующими полиионами, оказывающими прямое активирующее влияние на лимфоциты и фагоциты вследствие взаимодействия с клеточной мембраной.

Большое внимание Рахим Мусаевич уделяет совершенствованию аллергологической и иммунологической службы, улучшению условий труда врачей аллергологов-иммунологов, повышению качества специализированной медицинской помощи населению. По его инициативе специальность “аллергология и иммунология” введена в

номенклатуру врачебных и провизорских специальностей РФ, в различных регионах страны созданы лаборатории и центры клинической иммунологии по оценке иммунного статуса населения, по профилактике и борьбе со СПИДом.

Р.М. Хаитов был создателем и руководителем лаборатории генетического контроля иммунного ответа в отделе иммунологии Института биофизики МЗ СССР; в настоящее время он директор Института иммунологии Федерального медико-биологического агентства (ФМБА России), председатель его учёного и диссертационного советов, главный аллерголог-иммунолог Минздрава России, руководитель секции фундаментальной медицины Отделения физиологии и фундаментальной медицины РАН, профессор, заведующий кафедрами клинической аллергологии и иммунологии Института повышения квалификации ФМБА России и Московского государственного медикостоматологического университета Минздрава России, президент Российской ассоциации аллергологов и иммунологов, член Экспертного совета по медико-профилактическим наукам ВАК, главный редактор журналов “Иммунология” и “Физиология и патология иммунной системы. Иммунофармакогеномика”. Среди его учеников 38 докторов и 69 кандидатов наук.

Р.М. Хаитов — заслуженный деятель науки РФ, лауреат премии Ленинского комсомола, двух Государственных премий РФ и двух премий Правительства РФ, премий им. И.И. Мечникова РАН и им. А.А. Богомольца АМН СССР, награждён орденом “За заслуги перед Отечеством” III и IV степеней, орденом Трудового Красного Знамени, орденом Почёта, рядом отраслевых наград.

ПРИВЕТСТВЕННЫЙ АДРЕС ЧЛЕНУ-КОРРЕСПОНДЕНТУ РАН И.И. ЕЛИСЕЕВОЙ



Ирина Ильинична ЕЛИСЕЕВА — крупный учёный в области экономической и социальной статистики, истории статистики и экономической мысли, автор 360 научных публикаций, в том числе 11 монографий. В её работах впервые показана взаимосвязь российской и зарубежной статистики, выделен вклад статистики “русского зарубежья”, выявлены последовательные

стадии формирования и развития российской государственной статистики, дано обоснование трансформации её функций и методов в условиях рыночной экономики, внесён значительный вклад в развитие статистического и экономического образования, в практику использования органами государственного управления официальной статистики.

Ириной Ильиничной разработана концепция межпоколенных связей и семейных групп, методология их исследования (система категорий, классификаций, индикаторов, моделей); предложена многомерная методика декомпозиции таблицы сопряжённости с использованием канонической корреляции; разработаны статистические

методы совместного измерения стохастических и жёстко детерминированных связей; выявлены новые направления использования фиктивных переменных в экономических моделях.

Ирина Ильинична разработала и многократно апробировала методологию измерения теневой экономической деятельности, основанную на совмещении официальной статистики и экспертных оценок в рамках модели национального счетоводства.

И.И. Елисеева — директор Социологического института РАН, заведующая кафедрой статистики и эконометрики Санкт-Петербургского государственного экономического университета, член Президиума Санкт-Петербургского научного центра РАН, Международного статистического института, Европейского общества истории экономической мысли, член президиума и руководитель научной секции Дома учёных им. М. Горького РАН, главный редактор научно-практического журнала “Финансы и бизнес”, член редколлегий ряда научных журналов. Среди её учеников 5 докторов и 28 кандидатов наук.

И.И. Елисеева — заслуженный деятель науки РФ, почётный работник высшего профессионального образования РФ, награждена орденом Дружбы.

ЧЛЕНУ-КОРРЕСПОНДЕНТУ РАН Б.А. БАБАЯНУ — 80 ЛЕТ



Борис Арташесович БАБАЯН — выдающийся учёный в области компьютерных инновационных технологий — развития и совершенствования компьютерных архитектур, системного программного обеспечения и автоматизации проектирования высокопроизводительных вычислительных машин и комплексов, автор большого числа научных

публикаций. Им разработано, логически спроектировано, создано и внедрено несколько поколений советских вычислительных машин — М-40, 5Э926, Эльбрус-1, -2, -3. Под его руководством разработаны микропроцессоры российской ЭВМ “Эльбрус-90микро”, обеспечившие системы ПВО и РКО качественно новым уровнем вычислительных средств. Учёным предложена научная концепция принципиально новой высокопараллельной микропроцессорной архитектуры “Эльбруса” с рекордной логической скоростью микропроцессора при заданном объёме оборудова-

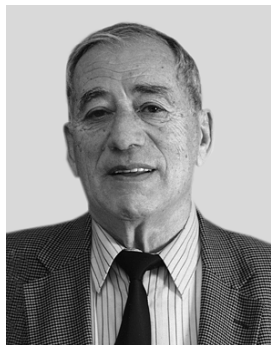
ния и на этой основе создан вычислительный комплекс “Эльбрус-3М1”.

Борис Арташесович с 2004 г. в ЗАО “Интел А/О” занимается разработкой различных инновационных технологий, включающих технологии энергоэффективных параллельных вычислений, двоичной компиляции и технологии защищённых вычислений, направленных на совершенствование существующей архитектуры компьютерных систем, повышение их надёжности и устойчивости к воздействию кибернетических угроз.

Б.А. Бабаян многие годы работал заведующим базовой кафедрой вычислительных технологий факультета радиотехники и кибернетики Московского физико-технического института; в настоящее время он заведующий базовой кафедрой микропроцессорных технологий Intel МФТИ. Среди его учеников более 100 докторов и кандидатов наук.

Б.А. Бабаян — лауреат Государственной премии СССР, Ленинской премии, награждён орденами Трудового Красного Знамени, Октябрьской революции, Почёта, ему присвоено звание Intel Fellow — заслуженный учёный-исследователь корпорации Intel.

ЧЛЕНУ-КОРРЕСПОНДЕНТУ РАН А.Л. ЛАПИДУСУ – 80 ЛЕТ



Альберт Львович ЛАПИДУС — крупный учёный-химик, специалист в области органического катализа, нефте-, угле- и газохимии, автор около 1000 научных публикаций, в том числе 5 монографий. Им впервые выполнен цикл работ по изучению механизмов олигомеризации и изомеризации олефинов на цеолитах, воздействия CO_2 и CO на превращения олефинов в присутствии гетерогенных катализаторов и по реакциям карбонилирования олефинов в присутствии катализаторов на основе металлов VIII группы; разработаны научные основы процесса синтеза углеводородов из CO и H_2 , инициируемого ацетиленом; установлены закономерности протекания реакции гидрополимеризации олефинов, инициируемой малыми количествами CO на гетерогенных кобальтовых катализаторах; открыта реакция восстановительной олигомеризации ацетилена; разработаны новые методы синтеза ценных органических продуктов на основе CO_2 .

Учёный внёс значительный вклад в развитие теории и практики органического катализа: на основе исследований механизма синтеза углеводородов из CO и H_2 предложена двухцентровая модель строения активных центров на поверхности Co -систем; разработаны принципиально но-

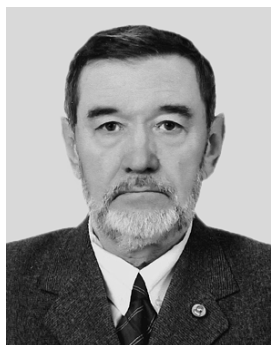
вые кобальтовые катализаторы процесса, содержащие цеолиты и аморфные алюмосиликаты; предложены новые кобальтциркониевые катализаторы.

Работы Альберта Львовича имеют большую практическую значимость: в частности, три катализатора синтеза углеводородов из CO и H_2 внедрены в промышленное производство, ряд новых модифицированных катализаторов прошёл пилотные и опытно-промышленные испытания, запущено и освоено крупнотоннажное производство уксусной кислоты карбонилированием метанола.

А.Л. Лapidus — создатель кафедры газохимии Российского государственного университета нефти и газа им. И.М. Губкина, в настоящее время он заведующий этой кафедрой, член ряда учёных и диссертационных советов, оргкомитетов симпозиумов и конференций, главный редактор журнала “Химия твёрдого топлива”, член редколлегий многих отечественных и международных научных журналов. Среди его учеников 9 докторов и более 80 кандидатов наук.

А.Л. Лapidus — лауреат премий Совета министров СССР, Правительства РФ, им. Н.Д. Зелинского и им. В.Н. Ипатьева РАН, премии Международной топливно-энергетической ассоциации им. Н.К. Байбакова в области устойчивого развития энергетики и общества, награждён орденами и медалями.

ЧЛЕНУ-КОРРЕСПОНДЕНТУ РАН Ю.Б. ШАПОВАЛОВУ – 70 ЛЕТ



Юрий Борисович ШАПОВАЛОВ — известный специалист в области изучения генезиса рудных месторождений, автор 140 научных публикаций, в том числе 1 монографии. Под его руководством ведутся экспериментальные исследования магматизма, метасоматизма и рудообразования, широкий спектр исследова-

ний природных процессов. Учёным собран большой фактический материал на рудных месторождениях Казахстана, Карелии, Кольского полуострова, Забайкалья, Средней Азии, Северного Кавказа, Камчатки, на территориях ряда зарубежных стран.

Юрий Борисович разрабатывает методики для моделирования и всестороннего исследования

рудных месторождений и минералов, а также соответствующую аппаратуру; исследует процессы концентрации рудных металлов в магматических системах, ведёт поиск наиболее эффективных условий её проявления. Им определены физико-химические параметры образования метасоматических пород, сопровождающих формирование рудных залежей; установлен процесс расплавной солевой экстракции в остаточных магматических очагах как основы формирования месторождений.

Значительные результаты получены Ю.Б. Шаповаловым при исследованиях растворимости кварца во фторсодержащих растворах в широком температурном диапазоне и устойчивости алюмофосфатного стекла, содержащего изотопы цезия и стронция. Большое научное и практическое значение имеют работы учёного по проблемам безопасного захоронения радиоактивных отходов.

Ю.Б. Шаповалов — директор Института экспериментальной минералогии РАН, председатель

его учёного совета, член бюро Научного центра РАН в Черноголовке, председатель Комиссии по экспериментальной минералогии Российского минералогического общества, главный редактор

журнала “Experiment in Geosciences”. Среди его учеников 2 кандидата наук.

Ю.Б. Шаповалов награждён Почётными грамотами АН СССР и РАН.

НАГРАДЫ И ПРЕМИИ

ЗОЛОТАЯ МЕДАЛЬ ИМЕНИ И.В. КУРЧАТОВА 2013 ГОДА – Е.Н. АВРОРИНУ



Президиум Российской академии наук присудил золотую медаль им. И.В. Курчатова 2013 г. академику Евгению Николаевичу Аврорину за цикл работ, посвящённых разработке методов физических исследований свойств веществ при ядерных взрывах, получению уникальных экспериментальных данных по их не-

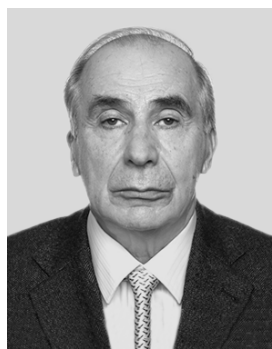
прозрачности и ударной сжимаемости.

Принципиальное значение в создании ядерных взрывных устройств имеет знание свойств веществ и процессов. При работе ядерных устройств реализуются давления до нескольких миллиардов атмосфер, температуры до нескольких сотен мил-

лионов градусов. Такие условия недостижимы в лабораторных экспериментах, их можно получить только при ядерных взрывах. Е.Н. Аврорин был основным разработчиком первого успешного специализированного опыта по исследованию свойств веществ. В дальнейшем под его руководством и при непосредственном участии были получены уникальные данные по ударной сжимаемости и непрозрачностям веществ при экстремальных условиях, по их турбулентному перемешиванию в динамических процессах.

Е.Н. Аврорин внёс существенный вклад в развитие инерциального термоядерного синтеза. Под его руководством исследовались возможности воспламенения малых масс горючего, проводились эксперименты по проверке условий воспламенения малых масс с использованием энергии ядерных взрывов.

ПРЕМИЯ ИМЕНИ С.В. ЛЕБЕДЕВА 2013 ГОДА – Я.С. ВЫГОДСКОМУ, А.С. ШАПЛОВУ И Е.И. ЛОЗИНСКОЙ



Президиум Российской академии наук присудил премию им. С.В. Лебедева 2013 г. доктору химических наук Якову Семёновичу Выгодскому, кандидату химических наук Александру Сергеевичу Шапову и кандидату химических наук Елене Иосифовне Лозинской (Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН) за цикл работ “Ионные жидкости в синтезе и мо-

дификации полимеров, перспективные направления использования”.

В удостоенном премии цикле работ авторы демонстрируют эффективность ионных жидкостей (ИЖ) в синтетической полимерной химии в качестве реакционной среды как альтернативы традиционным токсичным и взрывоопасным растворителям, в формировании полимеров на основе соответствующих ненасыщенных мономеров и

как наполнителей в полимерных электролитах. Отличительным подходом авторов является использование широкого круга ИЖ с разной природой катионов и анионов, обеспечивающее синтез полимеров с высокой молекулярной массой и качественным выходом.

Я.С. Выгодским, А.С. Шапловым и Е.И. Лозинской развито новое оригинальное синтетиче-

ское направление в химии высокомолекулярных соединений, включающее в себя синтез известных и новых линейных и трёхмерных полимеров, а также взаимопроникающих и полувзаимопроникающих полимерных сеток. Представленные в цикле работ результаты исследований имеют несомненный научный интерес и значительный потенциал практического использования.

ПРЕМИЯ ИМЕНИ Ф.А. БРЕДИХИНА 2013 ГОДА –
С.А. ГРЕБЕНЕВУ, А.А. ЛУТОВИНОВУ И С.В. МОЛЬКОВУ



Президиум Российской академии наук присудил премию им. Ф.А. Бредихина 2013 г. доктору физико-математических наук Сергею Андреевичу Гребеневу, кандидату физико-математических наук Александру Анатольевичу Лутовинову и кандидату физико-математических наук Сергею Владимировичу Молькову (Институт космических исследований РАН) за серию работ “Открытие и исследование природы быстрых рентгеновских транзиентов — новой популяции массивных рентгеновских двойных систем”.

По наблюдениям обсерватории ИНТЕГРАЛ обнаружена ранее неизвестная популяция рентгеновских источников — “быстрые рентгеновские транзиенты”. Эти объекты вспыхивают лишь на несколько часов, вспышки характеризуются долгими периодами рекуррентности (сотни дней и годы), резким изменением рентгеновской светимости (на 4–5 порядков величины), сильной нерегулярностью кривой блеска, жёстким спектром излучения. Оптическими компонентами в таких системах являются сверхгиганты ранних спектральных классов, что делает их уникальными.

До запуска обсерватории ИНТЕГРАЛ было известно не более десятка рентгеновских систем, содержащих сверхгиганты, и все они стабильно яркие источники, которые излучают за счёт аккреции из звёздного ветра. Теория предсказывала намного большее число таких объектов, так что “быстрые рентгеновские транзиенты” оказались давно разыскиваемым недостающим звеном в эволюции рентгеновских двойных. Их открытие рассматривается как одно из выдающихся достижений в области астрономии и астрофизики последних лет.

Авторами удостоенной премии серии работ также предложен конкретный механизм, объясняющий необычные свойства “быстрых транзиентов” и их вспышек действием центробежных сил на границе магнитосферы быстровращающейся нейтронной звезды: блокировкой аккреции во время спокойного состояния источников и её преодолением при незначительном изменении внешних условий — локальной плотности или скорости звёздного ветра — во время вспышек.

ПРЕМИЯ ИМЕНИ А.Н. КРЫЛОВА 2013 ГОДА — Ю.М. ДАВЫДОВУ



Президиум Российской академии наук присудил премию им. А.Н. Крылова 2013 г. доктору физико-математических наук Юрию Михайловичу Давыдову за серию работ по использованию вычислительной техники в решении актуальных нелинейных задач математической физики в области аэрогидромеханики и устойчивости движения в сфере обороны и безопасности.

В удостоенных премии работах Ю.М. Давыдова получен ряд новых результатов как фундаментального, так и прикладного характера, важных для народного хозяйства и обороноспособности страны: исследованы все значимые проблемы па-

рашютостроения — аэрогидромеханика, устойчивость полёта, фильтрация воздуха через полупроницаемый купол, гидроупругость, радиационный нагрев на гиперзвуковых скоростях при возвращении из космоса; открыт подтверждённый экспериментально аномально высокий нагрев космических парашютных систем. Под руководством Ю.М. Давыдова созданы парашюты для людей, техники и грузов, в том числе для спускаемых космических аппаратов. С помощью численных расчётов на ЭВМ исследована механика работы ракетных двигателей на твёрдом топливе, открыт и объяснён эффект акустической (низкочастотной) неустойчивости. Эти результаты позволили повысить дальность полёта крылатых ракет, систем залпового огня, решить важные задачи в области моделирования роторно-статорных систем в турбореактивных двигателях.

ПРЕМИЯ ИМЕНИ И.М. ГУБКИНА 2013 ГОДА — В.Н. НИКОЛАЕВСКОМУ

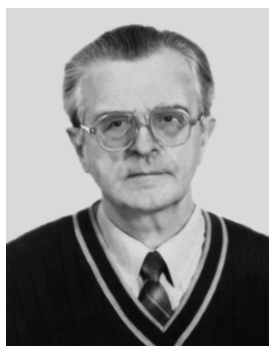


Президиум Российской академии наук присудил премию им. И.М. Губкина 2013 г. доктору технических наук Виктору Николаевичу Николаевскому (Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН) за авторский сборник “Геомеханика”.

В.Н. Николаевский — российский учёный с мировым именем, объединивший в своих работах прикладную горную науку и математические исследования природных про-

цессов в недрах Земли. Удостоенный премии авторский сборник “Геомеханика” (три тома, 2010–2012 гг.) обобщает обширные результаты работ В.Н. Николаевского, начиная с 1959 г., содержит в совокупности материалы более 150 его статей и монографий, посвящённых различным разделам геофизики и геомеханики, в том числе выдающиеся научные работы по механике нефтегазовых месторождений. В первом томе “Разрушение и дилатансия. Нефть и газ” подробно излагается математическая упругопластическая модель автора, основанная на концепции дилатансии (изменения пористости при сдвиге).

ПРЕМИЯ ИМЕНИ Д.С. КОРЖИНСКОГО 2013 ГОДА — И.Д. РЯБЧИКОВУ



Президиум Российской академии наук присудил премию им. Д.С. Коржинского 2013 г. академику Игорю Дмитриевичу Рябчикову за серию работ под общим названием “Кислородный потенциал магматических систем мантийного источника”.

В удостоенной премии серии работ, включающей

20 научных статей, опубликованных в российских и иностранных научных журналах за последние 9 лет, И.Д. Рябчиков охватывает широкий круг взаимосвязанных проблем физико-химической петрологии и минералогии. Эти статьи позволяют подойти к решению фундаментальных проблем, касающихся механизмов глобальной дифференциации Земли. Научные труды академика И.Д. Рябчикова вносят значительный вклад в геохимию и петрологию глубинных геосфер, разработку теории процессов глубинного минералообразования.

ДЕМИДОВСКАЯ ПРЕМИЯ 2013 ГОДА

Демидовской премии 2013 г. удостоены: академик Юрий Леонидович ЕРШОВ — за выдающийся вклад в развитие математической логики; академик Александр Сергеевич СПИРИН — за выдающийся вклад в изучение биологических основ функционирования живой клетки; академик Климент Николаевич ТРУБЕЦКОЙ — за выдающиеся исследования в области горных наук.



Академик Ю.Л. Ершов (род. в 1940 г.) — выдающийся учёный в области алгебры и математической логики, внёсший фундаментальный вклад в развитие этой научной отрасли математики. Ему принадлежат выдающиеся результаты по описанию элементарных теорий полей, найдены связи с теорией проконечных

групп, теорией нормированных полей. На этой основе учёным созданы мощные методы доказательства разрешимости элементарных теорий полей, позволившие на основе теоретико-модельных методов найти новые классы полей с разрешимыми элементарными теориями. Ю.Л. Ершов и его ученики внесли большой вклад в становление и современное развитие теории конструктивных моделей. В последнее время учёный ведёт интересные исследования по теории допустимых множеств. Решены проблемы конструктивности моделей в бесконечных мощностях относительно допустимых фрагментов. Велики заслуги Ю.Л. Ершова в разработке теории денотационной семантики программ, им построены и изучены топологические A -пространства, обладающие более естественной структурой.

Всемирное признание получили работы Ю.Л. Ершова по разрешимости и неразрешимости элементарных теорий для различных классов групп, булевых алгебр, полей и других структур, нашедшие многочисленные приложения в математической логике. В частности, одним из результатов теории нумераций стало построение категории пространств, с помощью которой может быть создана непротиворечивая модель бес типового λ -исчисления, во многих аспектах более удобная, чем топология Скотта.

Ю.Л. Ершов является признанным лидером Сибирской школы алгебры и логики, созданной его учителем академиком А.И. Мальцевым. В настоящее время эта школа, возглавляемая академиком Ю.Л. Ершовым, включает более 40 докторов и 100 кандидатов наук и занимает одну из лидирующих позиций в современной математической логике. Под руководством Юрия Леонидовича в ней ведётся и большая научно-организационная ра-

бота, связанная с российскими и международными научными конференциями, семинарами, а также преподавательская работа со студентами и аспирантами, в Новосибирском государственном университете читаются основные курсы по математической логике, теории алгоритмов и прикладной логике, а также ряд специальных курсов.

Почти 10 лет Ю.Л. Ершов возглавлял Институт математики им. С.Л. Соболева СО РАН. В течение восьми лет был ректором одного из лучших вузов России — Новосибирского государственного университета, заведовал кафедрой алгебры и математической логики и был деканом механико-математического факультета, вёл большую научно-организационную работу в качестве директора Государственного научно-исследовательского института дискретной математики и информатики Министерства образования РФ.

Ю.Л. Ершов опубликовал более 300 научных работ, 12 монографий, 6 из которых переведены за рубежом и получили высокую оценку специалистов. Он главный редактор журнала “Алгебра и логика” и серии монографий. Научные заслуги демидовского лауреата отмечены Государственной премией РФ, премией Правительства РФ, он награждён орденом “За заслуги перед Отечеством” IV и III степени.



Академик А.С. Спирин (род. в 1931 г.) — выдающийся отечественный биохимик, один из основоположников современной мировой молекулярной биологии. В годы её становления как самостоятельной науки А.С. Спириным совместно с его учителем А.Н. Белозерским были получены первые экспериментальные свидетельства

существования информационных (мРНК) и некодирующих РНК. А.С. Спирин впервые сформулировал общие принципы организации макромолекулярной структуры РНК, а также открыл универсальную форму существования мРНК в эукариотических клетках — информосомы, внутриклеточные информационные рибонуклеопро-теидные частицы.

Центральное место в исследовательской деятельности А.С. Спирина принадлежит рибосомам — синтезирующим белок макромолекулярным машинам клетки. Учёным показана принципиальная возможность внеклеточной реконструкции рибосомных частиц — самосборки рибосомных белков на каркасе рибосомной РНК. Им предложена модель динамической работы рибосомы и получены первые экспериментальные свидетельства структурной подвижности рибосом в процессе биосинтеза белка. Эта модель, получившая подтверждение во многих лабораториях мира и полное международное признание, послужила впоследствии основанием для выдвижения и детальной разработки концепции рибосомы как молекулярной наномашин, использующей для своей работы тепловое (броуновское) движение.

Исследуя механизмы биосинтеза белка, А.С. Спирин показал самодостаточность рибосомы для выполнения ею основных функций и выдвинул концепцию о каталитической роли гидролиза ГТФ в функционировании рибосом. Совместно с коллегами Александр Сергеевич открыл безматричный синтез полипептидов на рибосомах вне клетки, а также доказал, что сворачивание синтезируемой полипептидной цепи в компактную структуру белка происходит в процессе синтеза цепи, а не по его завершении (котрансляционное сворачивание). Он изобрёл уникальную бесклеточную систему биосинтеза белка непрерывного действия, позволяющую вне клетки синтезировать целевые белки в препаративных количествах. В настоящее время научные интересы академика Спирина сосредоточены на исследовании полирибосом, образующихся на эукариотических мРНК. Он открыл дискретные стадии формирования укладки полирибосом, а также предложил модель молекулярного механизма АТФ-зависимого однонаправленного движения рибосомной субчастицы при сканировании 5'-нетранслируемой области эукариотических мРНК в процессе инициации трансляции.

Исключительно велика роль А.С. Спирина как организатора отечественной науки. Александр Сергеевич — основоположник и первый директор Института белка РАН, руководивший этим уникальным по принципам организации и результативности исследований учреждением более 30 лет. Всемирная известность Института белка — безусловная заслуга его первого директора. В течение 10 с лишним лет он был членом Президиума РАН и многие годы возглавлял Президиум Пущинского научного центра РАН, организованного при его непосредственном участии. В настоящее время А.С. Спирин — советник РАН, почётный доктор университетов Испании, Швеции, Франции, Китая, член ряда зарубежных академий и научных обществ.

Не менее значимы и педагогические достижения нынешнего демидовского лауреата. Будучи заслуженным профессором, заведующим кафедрой молекулярной биологии МГУ им. М.В. Ломоносова, он подготовил целую плеяду молекулярных биологов и создал уникальную научную школу, известную во всём мире культурой эксперимента и масштабностью решённых научных задач. Он автор четырёх учебников по молекулярной биологии, переведённых на английский, французский, японский, китайский, испанский и другие языки (около 20 изданий). Среди его учеников два академика, два члена-корреспондента РАН, девять докторов и 34 кандидата наук.

Научные заслуги А.С. Спирина отмечены Ленинской премией, Государственными премиями СССР и РФ, премиями им. Ю.А. Овчинникова, им. А.П. Карпинского, им. А.Н. Белозерского РАН, он награждён отечественными и зарубежными орденами и медалями, среди которых Большая золотая медаль им. М.В. Ломоносова РАН.



Академик К.Н. Трубецкой (род. в 1933 г.) — выдающийся учёный и организатор науки в области освоения недр Земли и горной экологии. Главные направления его научной деятельности — создание теории проектирования и применение ресурсосберегающих видов техники и технологии на карьерах, создание теоретических ос-

нов проектирования, прогнозирования и технологии комплексного освоения недр.

К.Н. Трубецкой обосновал новое представление о современном естественно-научном содержании горных наук как системы знаний о методах и закономерностях управляемого техногенного преобразования недр Земли, выдвинул и обосновал идею целенаправленного формирования техногенных месторождений с заданными параметрами и характеристиками, разработал научные основы создания высокоэффективных ресурсосберегающих и ресурсовоспроизводящих технологий освоения недр Земли, внёс существенный вклад в их широкое промышленное внедрение.

Чёрная и цветная металлургия, угольная промышленность, стройматериалы многим обязаны тем научным разработкам К.Н. Трубецкого, которые определили прогресс в их обеспечении минеральным и топливно-энергетическим сырьём. Открытые и подземные методы разработки труднодоступных пластов, комплексная механизация, создание универсальных машин, в том числе мобильных и малогабаритных, способы и инструменты “разгрызания” пород — трудно перечис-

лить все грани его научных интересов, где теория перерастала в практику. Уникальна и география эффективного применения этих знаний: Апатиты и Урал, Армения и Норильск, “Фосфорит” и “Эстонсланец”, Каменец-Подольский и московские подземные сооружения, Курская магнитная аномалия и Сихотэ-Алинь.

Климент Николаевич создал и возглавляет ведущую научную школу в области комплексного освоения и сохранения недр Земли, поддерживаемую государством. Среди его учеников члены РАН, 29 докторов и кандидатов наук. Он автор около 700 опубликованных в России и за рубежом работ, в том числе 34 монографий, четырёх учебников и более 75 патентов. К.Н. Трубецкой — член

научно-редакционного совета “Большой Российской энциклопедии”, главный редактор реферативного журнала “Горное дело”, член редколлегии “Горного журнала”; член Совета по присуждению премий Правительства РФ в области науки и техники, председатель экспертного Совета по проблемам разработки месторождений твёрдых полезных ископаемых ВАК РФ. Он лауреат Государственных премий СССР и РФ, премии Президента РФ, дважды лауреат премии Правительства РФ, дважды лауреат премии и золотой медали им. Н.В. Мельникова АН СССР и РАН, награждён орденом “За заслуги перед Отечеством” IV и III степени, полный кавалер знака “Шахтёрская слава”.

Сдано в набор 18.12.2013 г.	Подписано к печати 27.01.2014 г.	Дата выхода в свет 23 ежем.	Формат 60 × 88 ¹ / ₈
Офсетная печать	Усл. печ. л. 12.0	Усл. кр.-отт. 25.6 тыс.	Уч.-изд. л. 12.1
	Тираж 2064 экз.	Зак. 2000	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