

ВЕСТНИК РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

научный и общественно-политический журнал

ТОМ 87 № 1 2017 Январь

УТВЕРЖДЕНО

Редакция "Вестник РАН" 16:45, 13/12/16

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

*Журнал издаётся под руководством
Президиума РАН*

Главный редактор
В.Е. Фортов

Редакционная коллегия

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

Заместитель главного редактора
Г.А. Заикина

Заведующая редакцией
В.В. Володарская

Адрес редакции: 117997 Москва, ул. Профсоюзная, д. 90

Тел.: 8(495) 276-77-26, доб. 4261

E-mail: vestnik@naukaran.com

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

Москва
Издательство "Наука"

СОДЕРЖАНИЕ

Том 87, номер 1, 2017

Наука и общество

Н.З. Шамсутдинов, Э.З. Шамсутдинова, Н.С. Орловский, З.Ш. Шамсутдинов

Галофиты: особенности экологии, мировые ресурсы, возможности многоцелевого использования 3

С кафедры Президиума РАН

В.В. Ивантер

Перспективы восстановления экономического роста в России 15

Стагнация или развитие? Обсуждение научного сообщения 25

Организация исследовательской деятельности

И.В. Бычков, И.И. Максимова, А.Н. Кузнецова

Власть и наука. Комментарии к отчёту Научного совета СО РАН по проблемам озера Байкал 29

Из рабочей тетради исследователя

А.В. Волков, А.А. Сидоров

Невидимое золото 40

В.Ф. Петренко, О.В. Митина

Психосемантический подход в реконструкции политического менталитета: методы и примеры исследований 50

Точка зрения

А.И. Григорьев, Е.А. Красавин, М.А. Островский

К вопросу о радиационном барьере при пилотируемых межпланетных полётах 65

Дискуссионная трибуна

А. Молини, Д. Боденхаузен

Библиометрия как оружие массового цитирования 70

Обозрение

О.К. Миронов

Концепция базы знаний в фондах геологической информации 78

Этюды об учёных

М.Д. Семёнов

“Всеим смыслом моей жизни стало одно – пробиться к звёздам”.
К 110-летию со дня рождения академика С.П. Королёва 85

Официальный отдел

Президиум РАН решил. – Юбилеи. – Награды и премии 91

CONTENTS

Vol. 87, No. 1, 2017

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

Science and Society

N.Z. Shamsutdinov, E.Z. Shamsutdinova, N.S. Orlovsky, Z.Sh. Shamsutdinov

- The Halophytes: Characteristics of the Environment, World Resources,
Possibility for Multi-purpose Applying 3
-

On the Rostrum of the RAS Presidium

V.V. Ivanter

- The Prospects for Recovery of Economic Growth in Russia 15
Stagnation or Development? *Paper Discussion* 25
-

Organization of Research

I.V. Bychkov, I.I. Maximova, A.N. Kuznetsova

- Authorities and Science. *Comments on the Report of the Scientific Council
of the RAS Siberian Branch on the lake Baikal Problems* 29
-

From the Researcher's Notebook

A.V. Volkov, A.A. Sidorov

- Invisible Gold 40

V.F. Petrenko, O.V. Mitina

- Psychosemantic Approach to the Reconstruction of the Political Mentality:
Methods and Examples of Research 50
-

Point of View

A.I. Grigoriev, E.A. Krasavin, M.A. Ostrovsky

- On the Question of the Radiation Barrier during Manned Interplanetary Flights 65
-

Discussion Forum

A. Molini, G. Bodenhausen

- Bibliometrics as a weapon of mass citation 70
-

Review

O.K. Mironov

- The Concept of a Knowledge Base in the Funds of Geological Information 78
-

Profiles

M.D. Semenov

- “The Sense of All my Life is to Get to the Stars”. *To the 110th Anniversary of the Birth
of Academician S.P. Korolev* 85
-

Official Section

- Decisions of the RAS Presidium. Anniversaries. Awards and Prizes 91
-
-

ГАЛОФИТЫ: ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИИ, МИРОВЫЕ РЕСУРСЫ, ВОЗМОЖНОСТИ МНОГОЦЕЛЕВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

© 2017 г. Н.З. Шамсутдинов^а, Э.З. Шамсутдинова^б, Н.С. Орловский^с, З.Ш. Шамсутдинов^б

^а Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова, Москва, Россия

^б Всероссийский научно-исследовательский институт кормов им. В.Р. Вильямса, Лобня, Россия

^с Университет им. Д. Бен-Гуриона, Институт изучения пустынь им. Дж. Блауштейна, Седе-Бокер, Израиль
e-mail: nariman@vniigim.ru; darplant@mtu-net.ru; nicolai@bgu.ac.il; aridland@mtu-net.ru

Поступила в редакцию 20.02.2016 г.

Галофиты (*galos* – соль, *phyton* – растение) – экологически, физиологически и биохимически специализированные растения, принадлежащие к различным систематическим группам и жизненным формам, способные завершить жизненный цикл в условиях засоленной среды (почвенный раствор электропроводностью 8–10 dS/m). Ресурсы галофитов – важный источник и резерв устойчивого развития сельского хозяйства в аридных (засушливых) районах мира, включая Россию. Показано значение мировых ресурсов галофитов для получения кормов, зернофуража, лекарственного и масличного сырья, а также в качестве биологического средства восстановления деградированных земель, особенно в аридных районах, где ощущается острый недостаток продовольствия. Приведены результаты исследований по введению в культуру галофитов в качестве кормовых, масличных и лекарственных растений в условиях орошаемого и неорошаемого земледелия в аридных районах Центральной Азии и России. Обоснованы перспективы многоцелевого использования галофитов для устойчивого развития жизнеспособного сельского хозяйства.

Ключевые слова: галофиты, ресурсы, солеустойчивость, орошение, солёные воды, многоцелевое использование, аридная зона, введение галофитов в культуру.

DOI: 10.7868/S086958731611013X

В настоящее время одной из важнейших проблем человечества является поиск достаточного количества воды и земельных ресурсов для удовлетворения потребностей в пище. По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН, уже в ближайшие 30 лет необходимо освоить 200 млн. га земель, чтобы прокормить возрастающее население планеты. Пока в резерве имеются только 93 млн. га, но они требуют сведения лесов и проведения подготовитель-

ШАМСУТДИНОВ Нариман Зебриевич – доктор биологических наук, заведующий лабораторией фитомелиорации деградированных земель ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова. ШАМСУТДИНОВА Эльмира Зебриевна – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая отделом аридных кормовых растений ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса. ОРЛОВСКИЙ Николай Сергеевич – доктор географических наук, профессор Университета им. Д. Бен-Гуриона, Института изучения пустынь им. Дж. Блауштейна. ШАМСУТДИНОВ Зебри Шамсутдинович – член-корреспондент РАН, руководитель селекционного центра ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса.

ных работ. Нужно искать альтернативные фиторесурсы, источники воды и земель для расширения площади возделываемых культур [1].

Среди видов природной флоры существуют экологически, биологически, физиологически и биохимически специализированные растительные организмы, способные нормально функционировать и репродуцировать на засоленных почвах и/или при орошении солёной водой [2]. Эти растения называются галофитами.

Диапазон солёности почвенного раствора, в пределах которого то или иное растение может нормально расти и возобновляться, у разных видов галофитов неодинаков. В последние 20–25 лет внимание учёных направлено на изучение и освоение галофитов с целью производства продовольствия (зерна, зернофуража, кормов, масличного и лекарственного сырья) в аридных районах мира на основе использования для орошения солёной воды (морская, подземная, коллекторно-дренажная). Проблема эта актуальна для большинства стран, ибо ресурсы пресной воды неве-

лики и составляют всего 2.53% мировых водных запасов. В то же время запасы солёных вод огромны – 97.47% [3]. При увеличивающемся расходе пресной воды её дефицит в ближайшие годы во всех странах значительно обострится. Неуклонно возрастает численность населения на земном шаре, из года в год ухудшая ситуацию с продуктами питания. Именно эти обстоятельства диктуют необходимость поиска путей использования солёных вод для стимулирования производства продовольствия с использованием галофитов [1, 2].

За рубежом большое внимание к выращиванию галофитов на засоленных землях аридной зоны было привлечено после опубликования в 1960-е годы результатов интереснейших опытов по орошению растений неразбавленной морской водой, проведённых в Израиле [1].

Мировое научное сообщество, озабоченное критическим состоянием пищевых ресурсов, обратилось к потенциальным возможностям использования огромных солёных водных ресурсов морей и океанов, а также подземных и коллекторно-дренажных вод для организации производства продуктов питания. Этот вопрос в настоящее время находится в центре внимания ЮНЕСКО и Европейского союза. Новая технология, разрабатываемая в ряде стран по культуре галофитов с использованием солёных вод, в ближайшей перспективе может стать важным источником продовольствия [4].

Учитывая глобальную значимость галофитного растениеводства, МАГАТЭ взяло на себя организацию финансирования исследований в рамках межрегионального проекта “Устойчивое использование солёных подземных вод и пустошей для выращивания растений” в Египте, Ираке, Марокко, Пакистане, Сирии, Алжире, Иордании, Италии, Германии. Почти все страны планируют делиться результатами своих работ с другими регионами путём создания национальных галофитных программ. Сейчас в странах-участницах проекта стало возможно выращивание полезных для экономики галофитных растений на засоленных бесплодных бросовых землях и с применением солёных вод.

Галофитное земледелие, как показывает мировой и отечественный опыт, решает триединую задачу, в том числе это экономия пресной воды и средств, восстановление окружающей среды, включая плодородие почвы, и получение сельскохозяйственной продукции (зерна, кормов, зернофуража, масличного и лекарственного сырья) [2]. Галофитное растениеводство можно организовать прежде всего на песчаных почвах в пустынных районах и при орошении солёной водой (морской, подземной, дренажной). По оценке, представленной в работе [5], около 15% невозде-

льваемых земель, относящихся к прибрежным и материковым пустыням, могли бы быть пригодными для земледелия при поливе морской водой, что эквивалентно 130 млн. га новых посевов.

Ресурсы солнечной энергии и солёных вод являются наиболее значительными на обширных аридных территориях, до сих пор не используемых для растениеводства в России и в мире в целом. Кроме того, имеются большие пространства внутри материков, где залегают запасы солоноватой воды, которые можно использовать для организации высокопродуктивного растениеводства [5]. Воды морей и океанов – второй обширный природный ресурс для выращивания галофитов [1, 5].

По мнению авторитетных экологов [2], ведение растениеводства с применением пресных вод для орошения является следствием отбора и одомашнивания растений, ведущих своё происхождение от предков, произраставших на пресной воде. Эти же учёные утверждают, что нет никакой особой причины придерживаться данной тенденции. Ничто не препятствует отбору и одомашниванию генотипов растений природной (дикорастущей) флоры, устойчивых к повышенной солёности. Можно заняться поиском природных солевыносливых галофитов во всём мире и начать их культивировать [1, 5].

Таким образом, сложившийся на протяжении веков опыт растениеводства в аридных районах, ориентированный на использование пресной воды для орошения, представляет собой результат отбора и освоения в культуре растений-мезогликофитов, предпочитающих места обитания со средней влажностью. Современное растениеводство можно охарактеризовать как мезогликофитное. Сейчас же стоит обратиться к галофитному растениеводству, разработать его концепцию и технологию, расширить использование видов и сортов галофитов [2]. В этой связи важнейшей задачей современной науки и сельскохозяйственной практики является мобилизация генетических ресурсов галофитов, создание их коллекции, экологическая оценка, отбор ценных кормовых, пищевых, лекарственных, масличных видов, введение их в культуру (одомашнивание).

К крупнейшим центрам изучения и освоения галофитов для устойчивого развития рентабельного сельского хозяйства в аридных районах мира относятся Университет штата Аризона (США), Центр по организации сельского хозяйства и водных ресурсов штата Сонора (Мексика), Университет им. Д. Бен-Гуриона в Негеве (Израиль), Международный центр по галофитному земледелию (ОАЭ), ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса и ВНИИ гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова (Россия).

Галофитное растениеводство представляет собой одно из важнейших направлений в освоении и использовании малопригодных для сельского хозяйства территорий в условиях недостатка или полного отсутствия пресной воды. Галофиты являются альтернативным источником кормов, зерна, зернофуража, лекарственного и масличного сырья на землях, орошаемых солёными водами, средством реконструкции растительного покрова и повышения биологической продуктивности деградированных пастбищных земель на аридных территориях. Чтобы использовать этот источник, во ВНИИ кормов организованы отдел аридных кормовых растений и Прикаспийский опорный пункт, а во ВНИИГиМ – лаборатория фитомелиорации деградированных земель.

Особенности экологии галофитов. Способность галофитов к нормальному функционированию и формированию высокой кормовой массы и лекарственного сырья в условиях засоления связана с их специфическими экологическими, физиолого-биохимическими и анатомо-морфологическими особенностями. Все галофиты адаптированы к лимитирующим факторам внешней среды, которые определяют возможность произрастания и географию распространения на аридных территориях, прежде всего к недостатку влаги в связи с осмотическим и токсическим действием солей на растения и физиологической сухостью почвы, обусловленной повышенным содержанием ионов в почвенном растворе [6].

Перечислим важнейшие физиолого-биохимические и анатомо-морфологические особенности галофитов, обеспечивающие их нормальное существование в условиях засоленной среды.

Во-первых, это выведение солей в окружающую среду и поддержание сбалансированного содержания солей в цитоплазме клеток. Солевыделяющие галофиты обычно являются несуккулентными растениями с располагающимися на фотосинтезирующих органах железами, выводящими соли [7]. С помощью механизма выведения солей растения освобождаются от избытка их в тканях и регулируют таким образом свой минеральный состав. К этой группе можно отнести *Littonium* spp., *Tamarix* spp., *Frankenia* spp. Другие галофиты выводят соли с помощью соленакапливающих пузырей, в которых их концентрация выше, чем в мезофильных клетках. Ещё один способ регулирования содержания солей – сбрасывание соленакапливающих органов (*Halocnemum* Vieb., *Halostachys* С.А. Меу и др.) [8].

Во-вторых, часть галофитов, относящихся к суккулентам, может накапливать соли в высокой концентрации в клеточном соке. Суккулентность развивается при большом поступлении хлоридов, что приводит к набуханию белков и, как следствие, к ионной гидратации протоплазмы. При

поглощении воды это становится причиной гипертрофии клеток. К данной группе относятся виды рода *Salsola* L., *Salicornia* L. и др.

В-третьих, высокое осмотическое давление в клетках галофитов формируется за счёт увеличения содержания ионов и низкомолекулярных органических соединений (пролины, бетаины) в клетках. Как правило, водный голод стимулирует определённые биологические процессы у галофитов, которые имеют существенное экологическое значение в засоленных условиях. В числе характерных реакций можно назвать накопление пролина [9]. Оно оказывает влияние на осморегуляцию, действует как защитное средство от иссушения, служит источником энергии и азота для обменных процессов. Высокое осмотическое давление в тканях корней и побегов следует рассматривать как важную физиологическую особенность, позволяющую повысить эффективность поглощения воды. Значение осмотического давления может служить точным показателем водного баланса и, следовательно, общего водного режима растения [6, 10]. Высокое осмотическое давление характерно для растений, произрастающих на засоленных территориях, например, *Atriplex halimus* R. Br. (35–70 атм), *Limoniastrum guyonianum* Durien (49.6–53.4 атм), *Haloxylon aphyllum* (Minkw.) Iljin (40–60 атм).

В-четвёртых, известно, что среди многообразия растений природной и культурной флоры различают три типа фотосинтеза: C_3 , C_4 и САМ (обмен кислот по типу толстянковых). Подавляющее большинство галофитов принадлежит к растениям с C_4 -типом фотосинтеза [5, 11, 12]. Такие галофиты отличаются комплексом анатомических и физиологических особенностей. Мезоструктура листа состоит из хлорофиллоносных тканей из крупных толстостенных клеток вокруг сосудистых пучков, которые окружены одним или несколькими слоями рыхлоприлегающих мезофильных клеток. Следует отметить, что у C_4 -растений чистый фотосинтез (фотосинтетическая активность минус дыхательная активность, измеряемая чистым поглощением углекислого газа) обычно возрастает при высоких значениях температуры и интенсивности света. Эффективность использования воды у C_4 -растений обычно выше, чем у C_3 -растений, то есть C_4 -растения требуют меньше единиц воды для фиксации единицы CO_2 и создания единицы сухого вещества [12].

Общей отличительной особенностью ферментного статуса C_4 -галофитов семейства маревые является повышенная активность аспаратаминотрансферазы по сравнению с соответствующими группами злаков с Kranz-синдромом (также “коронарный синдром”, от нем. Kranz – венец, корона; у таких растений клетки мезофилла и обкладки пучков образуют два концентриче-

Таблица 1. Распределение видов галофитов по географическим регионам

Географическое распределение	Количество видов	%
Азия	238	15.28
Австралия и Азия	8	0.51
Африка	190	12.20
Южная Америка	148	9.50
Австралия и Африка	5	0.32
Австралия	219	14.06
Космополит	39	2.50
Северная Америка	223	14.31
Пантропики	36	2.31
Центральная Америка	60	3.85
Сахаро-Аравийский и Суданский регионы	43	2.76
Тропики Нового Света	14	0.90
Европа и Северная Америка	13	0.83
Европа	71	4.56
Средиземноморье	70	4.49
Тропики Старого Света	67	4.30
Америка	29	1.86
Евразия	15	0.96
Австралия	31	1.99
Африка и Америка	4	0.26
Океания	13	0.83
Австралия и Америка	2	0.13
Африка и Азия	5	0.32
Бореальное	2	0.13
Северное полушарие	1	0.06
Потеря	12	0.77
ИТОГО	1558	100

ских слоя). В пределах НАД-МЭ- и НАДФ-МЭ-типов выявлены группы видов, значительно различающиеся по активности ферментов цикла дикарбоновых кислот [12].

Согласно В.И. Пьянкову и А.Т. Мокроносову [13], маревые галофиты с C_4 -типом фотосинтеза представляют собой растения, толерантные к стрессу. Оказалось, что экологическая роль галофитов в аридных экосистемах возрастает по мере ухудшения эдафического режима. В то же время группа маревых галофитов неоднородна по экологическим свойствам. Было показано, что из 33 C_4 -видов маревых, включающих НАДМ-МЭ- и НАД-МЭ-формы, в разных местах пустыни Каракумы, в наиболее благоприятных условиях (пески и супесчаные почвы) встречались преимущественно НАДМ-МЭ-виды с сальзолоидным и

кохиоидным типом кранц-анатомии. Районы с экстремальными эдафическими условиями (засоленные такыры, гипсовые пустыни, пухлые и мокрые солончаки) заселены исключительно НАД-МЭ-видами, среди которых встречаются все структурные типы коронарного синдрома маревых галофитов, но преобладают растения с сальзолоидной и сведоидной анатомией. По мере ухудшения экологических условий наблюдались закономерные изменения встречаемости биохимических типов галофитов в направлении НАДМ-МЭ → НАДФ и НАД-МЭ → НАД-МЭ. Такой тип фотосинтеза у галофитов обеспечивает нормальное протекание процесса синтеза органических веществ всегда с положительным балансом в условиях постоянного доминирования экстремальных факторов, вызванных высокими температурами, сухостью аридного климата и засоленностью почвы. Из вышесказанного следует, что общая эволюционная линия в адаптации галофитов по градиенту аридности и засоленности выражается в изменении соотношения типа фотосинтеза в экосистемах в направлении $C_3 \rightarrow C_4 \rightarrow CAM$ [12, 13].

Таким образом, история происхождения и эволюции галофитов (особенно семейства маревые) тесно связана с процессами аридизации климата и появлением сухих и засоленных территорий. Свободные экологические ниши стали местами концентрации растений, имеющих отклонения метаболизма и структуры фотосинтетического аппарата от нормы. Полезные для растений свойства (повышенная активность ФЕП-карбоксилазы, развитие хондриома, перемещение РБФ-карбоксилазы в клетке обкладки и защита её от кислорода) были закреплены в ходе естественного отбора. Их интеграция привела к формированию C_4 -синдрома, который являлся преадаптацией и основой для освоения широкого спектра экологических ниш, формирования видового и экотипического разнообразия галофитов в условиях дестабилизированной экологической среды [12].

В-пятых, анатомо-морфологические особенности галофитов ориентированы на уменьшение расходов влаги листьями и побегами. Как правило, листья и побеги галофитов покрыты защитным восковым налётом, имеют серое опушение. Другой адаптивный признак обуславливает уменьшение потерь воды в результате редукции листовой поверхности или полного сбрасывания листьев или части побегов в сухой сезон года [14].

Фиторесурсы галофитов мировой флоры. Достаточно полная сводка о мировых генетических ресурсах галофитов содержится в книге [1], изданной в 1989 г. в Туссоне (США). Эти данные, а также представленные в работе [15], были обработаны с помощью многомерных статистических методов (факторный анализ, дискриминантный анализ

Таблица 2. Родовое разнообразие мировой флоры галофитов

Род	Количество видов	Доля от общего числа галофитов, %	Род	Количество видов	Доля от общего числа галофитов, %
<i>Atriplex</i> L.	111	7.12	<i>Prosopis</i> Latr.	13	0.83
<i>Limnium</i> Mill.	51	3.27	<i>Puccinellia</i> Parl.	13	0.83
<i>Tamarix</i> L.	37	2.37	<i>Spartina</i> Schreb.	13	0.83
<i>Suaeda</i> Forssk. ex Scop.	36	2.31	<i>Arthrocnemum</i> Moq.	12	0.77
<i>Halosarcia</i> Paul G. Wilson	23	1.48	<i>Avicennia</i> L.	12	0.77
<i>Sporobolus</i> R. Br.	21	1.35	<i>Lycium</i> L.	12	0.77
<i>Maireana</i> Moq.	17	1.09	<i>Pandanus</i> Hemsl.	12	0.77
<i>Frankenia</i> L.	15	0.96	<i>Sarcocornia</i> A.J. Scott	12	0.77
<i>Salicornia</i> L.	15	0.96	<i>Zostera</i> L.	12	0.77
<i>Salsola</i> L.	15	0.90	<i>Eucalyptus</i> L. Her	11	0.71
<i>Juncus</i> L.	14	0.90	<i>Carex</i> L.	10	0.64
<i>Plantago</i> L.	14	0.90	<i>Rhizophora</i>	10	0.64
<i>Scirpus</i> L.	14	0.90	<i>Anabasis</i> L.	9	0.58
<i>Zygophyllum</i> L.	14	0.90	<i>Casuarina</i>	9	0.58

и др.), что позволило сделать заключение о распределении галофитов по континентам, географическим регионам, странам, частоте встречаемости видов, родов, жизненных форм, по типам фотосинтеза.

Анализируя распределение галофитов по географическим регионам (табл. 1), отметим, что, согласно Е.П. Коровину [16], галофиты зародились и развивались в областях со значительными концентрациями солей в почве. Вначале это были литорали, позднее – аллювиальные равнины и вторичные солевые аккумуляции в орошаемых районах. Такими экологическими условиями характеризуются аридные территории Азии, Австралии, Америки, Африки, поэтому там и концентрируется наибольшее количество видов галофитов.

Больше всего галофитов насчитывается в семействах *Chenopodiaceae* Vent., *Poaceae* Barnhart, *Asteraceae* Dumort., *Plumbaginaceae* Juss., *Aizoaceae* Rudolphi, *Cyperaceae* Juss., *Papilionaceae* Giseke, *Tamaricaceae* Link., *Arecaceae* Sch. Bip., *Zygophyllaceae* R. Br. В мировой флоре семейства *Poaceae* Barnhart (137 видов), *Asteraceae* Dumort. (69), *Plumbaginaceae* Juss (57), *Aizoaceae* Rudolphi (53) являются не только исключительно галофитными, но и составляют ядро галофитных растительных сообществ в разных регионах земного шара.

Анализ флоры галофитов на родовом уровне показал, что в её состав входят 550 родов с числом видов в каждом от 1 до 111. Крупнейшие роды галофитов представлены в таблице 2. Среди поли-

морфных родов следует выделить *Atriplex* (111), *Limnium* (51), *Tamarix* (37), *Suaeda* (36), *Halosarcia* (23), *Sporobolus* (21), *Maireana* (17), *Frankenia* (15), *Salicornia* (15) и др.; 320 родов являются монотипными и составляют 20.54% общего числа галофитных видов мировой флоры.

Видовой потенциал галофитов мировой флоры представлен различными жизненными формами (табл. 3): однолетниками, водными растениями, низкорослыми и карликовыми кустарниками, колючими кустарниками, кустарниками-геофитами, хемикриптофитами, многолетними травами, морскими суккулентами, деревьями, стелющимися и ползучими растениями, паразитами. В составе флоры галофитов преобладают многолетние травы (25.9%), за ними следуют деревья (18.6%), кустарники (14.9%) и полукустарники с полукустарничками (12%).

Все виды галофитов по отношению к засоленности субстрата и гранулометрическому составу почвы подразделяются на несколько экологических групп. По данным [1], гипергалофиты составляют 45.25%, ксерогалофиты – 29.54%, псаммогалофиты – 16.29%, другие группы (часмофиты, сорные, фреатофиты) – 6.35%.

Существуют положительные связи между типом фотосинтеза (C₄) и солеустойчивостью, что имеет большое значение при оценке экологических и продуктивных возможностей растений. Благодаря серии опытов в России и за рубежом была сформулирована общая концепция C₄-синдрома. Им обладают эволюционно более моло-

Таблица 3. Частота встречаемости видов галофитов по жизненным формам

Жизненная форма	Количество видов	%
HP – многолетние травы	403	25.87
SH – кустарники	232	14.89
A – однолетние	181	11.62
CHN – нанохамаефиты (кустарники высотой менее 0.25 м)	61	3.92
CH – хамаефиты (маленькие кустарники высотой менее 0.5 м)	125	8.02
AP – однолетние растения	46	2.95
AQ – водные	27	1.73
G – геофиты	8	0.51
T – деревья	289	18.55
VP – вьющиеся многолетние	7	0.45
V – вьющиеся растения	1	0.06
F – папоротники	4	0.26
SU – суккуленты	8	0.51
CSH – многолетние небольшие кустарники	4	0.26
P – паразиты	2	0.13
SG – морские травы	37	2.37
SAQ – морские травы (распространены на глубине 0.2–1.5 м)	4	0.26
PG – многолетние травы	115	7.38
Потеря	4	0.26
Итого	1558	100.00

дые таксоны, представители которых отличаются высоким температурным оптимумом фотосинтеза, высоким плато светового насыщения. К настоящему времени выявлено более 1500 видов из 18 семейств с этим типом фотосинтеза. Несмотря на небольшую долю среди всего многообразия высших растений, C_4 -виды имеют природное и хозяйственное значение, особенно в аридных экосистемах. По данным В.И. Пьянкова [12, 13], при незначительном видовом разнообразии C_4 -растений (36 видов) во флоре Центральных Каракумов 22 из них являются доминантными, тогда как из 174 C_3 -видов доминируют только 15.

Изучение широтного распространения C_4 -галофитов и их приуроченности к определённым экологическим условиям позволило в общих чертах понять адаптивное значение различных механизмов фиксации CO_2 . С помощью детального количественного анализа географического рас-

пределения C_4 -растений в Северной и Центральной Америке, Австралии, Евразии была выявлена определённая количественная связь между некоторыми показателями климата и обилием C_4 -видов. Высокие коэффициенты корреляции ($r = 0.94–0.97$) между этими признаками позволяют сделать заключение об универсальности этой связи независимо от систематической принадлежности растений. Разумеется, зоны расселения растений с разным типом фотосинтеза не имеют чётких климатических границ, поскольку существенное влияние оказывают также почвенные (эдафические) условия. Эти два основных фактора (климат и эдафические условия) и определяют стратегию адаптации растений к аридным условиям, выражающуюся в изменении соотношения растений с различным типом фотосинтеза в аридных экосистемах в направлении $C_3 \rightarrow C_4 \rightarrow CAM$ [12]. C_4 -виды доминируют в районах с жарким климатом (не обязательно сухим), могут встречаться во влажных и затенённых местах, но не доминируют в них. В супераридных условиях пустынь C_3 -виды практически отсутствуют, а растительность представлена C_4 - и CAM-видами. CAM-виды способны осуществлять фиксацию CO_2 в ночное время и ещё более экономно, чем C_4 -виды, расходовать влагу [12].

Помимо климатических факторов, соотношение C_3 - и C_4 -видов в экосистемах зависит от эдафических условий (водный режим почвы, механический состав, водно-физические свойства, уровень засоленности) и светового обеспечения. В пределах одного климатического района ценотическая роль C_4 -растений возрастает по мере ухудшения почвенных условий. По данным [12, 13], количество C_4 -видов в ряду барханные пески–закреплённые пески–такыровидные почвы–солончаки в пустыне Каракумы возрастает с 16.5 до 70%. В этом же ряду отмечается ухудшение почвенных условий, возрастает водный дефицит, ухудшаются агрофизические свойства почвы, повышается концентрация солей. При этом определённому интервалу “шкалы экстремальности” соответствует своё соотношение C_3 - и C_4 -видов. Таким образом, определение типа фотосинтеза позволяет приблизительно оценить климатические и эдафические возможности растения.

Растения с разными типами фотосинтеза делятся на достаточно контрастные биохимические и структурные группы, благодаря чему они различаются по эдафо-климатической приуроченности. По данным [17, 18], C_4 -злаки и C_4 -двудольные на территории Северной Америки климатически распределяются следующим образом: северная граница C_4 -злаков обусловлена низкими температурами, а распространение C_4 -двудольных определяется главным образом режимом

выпадения осадков. Распространение злаков и двудольных с C_4 -типом фотосинтеза в зависимости от эдафических условий в разных экосистемах Южного Таджикистана продемонстрировано В.И. Пьянковым и А.Т. Мокроносовым [13]: C_4 -злаки доминируют на незасолённых, достаточно увлажнённых почвах, но по мере увеличения водного и солевого стрессов доля их резко сокращается, а количество C_4 -двудольных возрастает.

Дальнейшая экологическая дифференциация C_4 -растений среди однодольных и двудольных может быть связана с наличием контрастных структурно-функциональных типов [19]. По способу декарбоксилирования дикарбоновых кислот C_4 -растения делятся на три группы: НАДФ-малик-энзимные, НАД-малик-энзимные и ФЕП-карбоксикиназные. Кроме того, анатомическое разнообразие C_4 -растений послужило причиной создания структурных классификаций в семействах злаковые и маревые. Особое внимание к этим двум семействам объясняется тем, что в них сосредоточено около 80% известных C_4 -видов. В семействе *Poaceae* выделяют паникоидный, аристидоидный и хлоридоидный структурные типы C_4 -синдрома, а в семействе *Chenopodiaceae* — сальзолоидный, кохиоидный, атриплекоидный и сведоидный. Структурные группы, сочетаясь с биохимическими, образуют уникальные структурно-функциональные типы C_4 -синдрома, принадлежность к которым определяет экологические свойства растений [12].

Если говорить о представителях маревых, то в относительно благоприятных почвенных условиях встречаются преимущественно малатные виды с кохиоидным и сальзолоидным типами строения. Экстремальные места обитания (такыры, солончаки) заселены исключительно аспартатными видами с сальзолоидным, сведоидным и атриплекоидным типами строения ассимилирующих органов. Мировой и отечественный опыт показывает, что галофиты представляют собой важнейшее биологическое средство утилизации солёных вод при одновременном получении кормов, лекарственного и масличного сырья.

Галофиты в растениеводстве. В мировой флоре кормовую ценность представляют свыше 150 видов галофитов. В Австралии, Мексике, Израиле, США, России отобраны 50 перспективных видов галофитных кустарников, полукустарников и трав — саксаулы, кохии, климакоптеры, сведы и др. [1, 20].

Отличительными особенностями галофитов как кормовых растений являются их достаточно высокая питательная ценность, стабильная сбалансированность кормов по питательным веществам по сезонам года, особенно осенью и зимой,

Таблица 4. Среднегодовая урожайность сухого вещества галофитов при орошении морской водой в Пуэрто Пенаско, 1990–1992 гг.

Виды галофитов	Число образцов	Урожай сухого вещества, т/га	
		средний	стандартные отклонения SE
<i>Batis maritime</i>	8	33.9	0.99
<i>Atriplex linearis</i>	5	24.2	1.23
<i>Salicornia bigelovii</i> (1-й год)	22	22.4	0.70
<i>Salicornia bigelovii</i> (2-й год)	9	17.7	1.32
<i>Suaeda esteroa</i>	9	17.2	1.12
<i>Sesuvium portulacastrum</i>	9	16.7	2.00

полноценность протеина (высокое содержание незаменимых аминокислот). Эти особенности позволяют использовать галофиты в качестве высококачественного корма для овец, коз и верблюдов в аридных зонах [2, 20].

Выращивание ряда галофитов на корма в одновидовых посевах и смесях при орошении морской водой может обеспечить урожай, равный урожаю люцерны, орошаемой пресной водой [1]. Наиболее перспективными признаны виды рода *Atriplex* L. Много внимания внедрению этих видов в культуру уделяется в Австралии, Израиле, США, Индии. Они используются как кормовые, масличные и декоративные растения.

В течение последних 25 лет сотрудники Университета штата Аризона проводили опыты по орошению галофитов морской водой в следующих пунктах: Пуэрто Пенаско, Кинобей (Мексика, верхний залив Калифорнии); Тихоокеанское побережье Байя (Калифорния); Оманский залив (ОАЭ); Хургада (Египет, северные территории ближе к Красному морю); Абу-Даби, Дубай, Кувейт Сити (Аравийский залив). В таблице 4 приведены данные по средней урожайности галофитов в 1990–1992 гг. в Мексике. Видно, что при орошении морской водой можно сравнительно легко получить 17–34 т/га сухого вещества фитомассы.

Исследования показали, что галофиты, орошаемые морской водой, перспективны для освоения морских и океанических побережий [1, 2, 4, 5]. В частности, их можно использовать в системе промышленных рыбководческих предприятий, например, при выращивании креветок и лангустов. В Мексике уже разработана целевая технология выращивания галофитов при орошении морской водой, внедрённая в рыбководческие и животноводческие комплексы [4].

Таблица 5. Рост, развитие и продуктивность галофитов в условиях коллекционного питомника при орошении солёной водой подземных источников в Центральном Кызылкуме, 1989 г.

Образец	Происхождение	Густота стояния растений, тыс. га	Высота растений, см	Урожай кормовой массы, т/га	
				зелёной	сухой
<i>Климакоптера мясистая (Climacoptera crassa)</i>					
К-7	Каракалпакия, Берунийский район, урочище Алтынсай	203.3 ± 2.6	63.3 ± 2.2	114.4	21.1
К-20	Узбекистан, Бухарская область, Канмехский район, совхоз "40 лет Октября"	173.3 ± 2.5	75.3 ± 0.9	96.6 ± 23.8	17.8
К-19	Узбекистан, Хорезмская область, Хивинский район, озеро Комсомольское	166.6 ± 4.1	46.3 ± 1.2	63.3	11.7
<i>Солянка туркестанская (Salsola turkestanica)</i>					
К-4471	Казахстан, Кызылординская область, Жанакорганский район, окрестности села Аккум	116.0 ± 0.98	89.6 ± 2.16	62.2	11.5
<i>Кохия веничная (Kochia scoparia)</i>					
	Узбекистан, окрестности Самарканда	188.3 ± 10.4	116.6 ± 1.38	—	17.3
<i>Бассия иссополистная (Bassia hyssopifolia)</i>					
	Узбекистан, Бухарская область, Канмехский район, совхоз "40 лет Октября"	24.1 ± 1.5	136.4 ± 3.9	64.8	16.2

В Центральном Кызылкуме был проведён цикл исследований по выращиванию кормовых галофитов при орошении солёной водой (2500 мг/л). Почвы экспериментального участка — песчано-пустынные, супесчаного механического состава, годовая сумма осадков — 80–130 мм, среднегодовая температура воздуха — 15°C, средняя температура января — -1°C, июля — +27°C, продолжительность вегетационного периода (дни с температурой выше 10°C) — 211–220 дней, сумма активных температур — 4000–4500°C.

Данные, характеризующие рост, развитие, продуктивность галофитных видов и их образцов, собранных в различных природно-экологических условиях аридных зон Центральной Азии, при орошении солёной водой подземных источников показывают положительную динамику (табл. 5). Однолетний галофит климакоптера мясистая характеризуется исключительно высоким внутривидовым разнообразием по признаку продуктивности. Среди изученных форм наибольшую кормовую массу накапливает образец К-7, собранный в Каракалпакии в урочище Алтынсай, — 21.0 т/га, образцы К-20, К-11 и К-4345 формируют 12.9–17.8 т/га сухого вещества. В то же время встречались образцы климакоптеры с невысокой продуктивностью (2.2–4.5 т/га сухого вещества).

Проведён опыт по выращиванию *Kochia scoparia* (L.) Schrad. в условиях Нижнего Поволжья на вторично засоленных почвах на базе Астраханской опытно-мелиоративной станции (15 км от Астрахани). Испытывались 14 образцов *Kochia scoparia*, собранных в Кашкадарьинской (1 образец), Бухарской (1), Самаркандской (3) областях Узбекистана, Чарджоуской области Туркменистана (2), Волгоградской (4), Астраханской (3) областях России. Семена высевались по вспаханному фону в условиях коллекционного питомника, глубина заделки семян — 0.5–1 см. Всходы кохии веничной появились в первой декаде марта. Установлено, что продолжительность вегетационного периода у разных образцов составляет 199–210 дней. Сравнительный анализ прохождения фенологических фаз и динамики роста растений наглядно показал довольно большое отличие между среднеазиатскими и нижеволжскими образцами *Kochia scoparia*. Среднеазиатские образцы характеризовались большей рослостью и облиственностью по сравнению с астраханскими и волгоградскими. Испытываемые образцы отличались также по величине формируемой кормовой массы и количеству семян: диапазон колебаний урожайности составил 7.7–14.1 т/га сухой массы и 0.6–1.3 т/га семян (табл. 6). Наиболее продуктивными оказались образцы К-301 (Гузарский район, Узбекистан), К-303 (Самаркандская

Таблица 6. Показатели урожайности образцов кохии веничной *Kochia scoparia* (L.) Schrad. разного эколого-географического происхождения на засоленных почвах Нижнего Поволжья. Коллекционный питомник, Астраханская опытно-мелиоративная станция, Астраханская область

Образцы по каталогу ВИР	Место сбора образцов	Высота растений, см	Зелёная масса, т/га	Сухая масса, т/га	Семена, т/га
К-301	Узбекистан, Кашкадарьинская область (1)	130.9	21.10	12.65	0.95
К-302	Узбекистан, Бухарская область (2)	134.5	21.25	10.20	0.70
К-303	Узбекистан, Самаркандская область (3)	136.4	23.85	11.65	1.00
К-304	Туркменистан, Чарджоуская область (4)	143.5	18.95	8.00	0.70
К-305	Туркменистан, Чарджоуская область (5)	145.0	22.26	11.05	0.80
К-345	Волгоградская область (6)	153.4	24.95	12.00	0.95
К-350	Волгоградская область, село Царицыно (7)	152.5	21.95	10.00	0.75
К-370	Волгоградская область, Светлый Яр (8)	138.9	17.50	7.90	0.70
К-371	Волгоградская область (9)	146.7	17.25	7.95	0.65
К-378	Астраханская область, Чёрный Яр (10)	148.8	18.65	10.35	0.70
К-381	Астраханская область, село Солёное Займище (11)	150.8	24.20	11.10	0.85
К-391	Астраханская область, Чёрный Яр (12)	146.3	19.15	9.00	0.85

Примечание. 1 – светлые серозёмы, среднее хлоридно-сульфатное засоление; 2 – пустынно-песчаные почвы, сильное хлоридно-сульфатное засоление; 3 – светлые серозёмы, суглинистая почва; 4 – серо-бурые лёгкие суглинки, сильное засоление; 5 – серо-бурая почва, близкое стояние грунтовых вод (0.8–1.5 м), сильное засоление; 6 – светло-каштановые почвы, супесчаные, средnezасоленные; 7 – светло-каштановая почва, слабозасоленная; 8 – каштановые солонцовые почвы; 9 – окрестности аэропорта, светло-каштановые почвы; 10 – светло-каштановая солонцово-засоленная почва, суглинистая; 11 – светло-каштановая солонцовая почва, суглинистая; 12 – заброшенные рисовые чеки, солонцово-засоленная почва.

Таблица 7. Продуктивность образцов *Kochia scoparia* при орошении морской водой Каспия (Мангышлак, Казахстан)

Образцы по каталогу	Густота стояния растений, тыс./га	Высота растений, см	Урожай кормовой массы, т/га	
			зелёной	сухой
Кохия веничная К-37	68.9	71.7	18.0	8.0
К-57	36.7	101.6	28.1	11.3
К-35	81.3	80.9	33.0	12.0
К-51	26.7	88.3	25.0	9.7
К-3	32.4	96.8	18.0	7.8
К-101	15.6	134.7	36.1	13.2
К-92	14.6	148.7	15.2	6.0
К-93	24.1	136.4	41.5	16.2
Сведа дуголистная К-58	15.3	113.6	54.4	13.6
Кохия иранская	29.7	205.9	112.0	28.1

область, Узбекистан) и К-345 (Чарджоу, Туркменистан), от которых удалось получить 12.3–14.1 т/га сухой кормовой массы и 1.1–1.2 т/га семян. Эти же образцы отличались повышенной облиственностью: содержание листьев и семян в кормовой массе составило 55–56%.

В таблице 7 приведены результаты исследований разных эколого-географических образцов *Kochia scoparia* при орошении морской водой Кас-

пия на полуострове Мангышлак. Образцы развивались нормально, достигнув ко времени созревания семян высоты 46–136.4 см. При поливе морской водой кохия веничная сформировала от 6 до 13.2 т/га сухого вещества. Наиболее продуктивными оказались образцы К-35, К-93, К-101. Наряду с *Kochia scoparia* испытывалось по одному образцу однолетних галофитов – сведа дуголистной и кохии иранской. Эти виды также оказались

весьма перспективными для условий пустыни Мангышлак и сформировали 13.6 и 28.1 т/га сухого вещества соответственно.

Масличные галофиты. Велико значение галофитов как потенциальных масличных культур. В настоящее время в США, Мексике, Саудовской Аравии и Египте введён в культуру однолетний галофит саликорния (*Salicornia bigelovii*), создан сорт этого галофита SOS-10. Растение однолетнее, практически безлистное, суккулентное, произрастающее на засоленных болотах и иловатых участках, размножающееся семенами. Саликорния SOS-10 формирует при орошении морской водой 20 т/га сухого вещества, 2 т/га семян с содержанием масла 30% и обеспечивает получение 600 кг масла с 1 га. Общие затраты на 1 га возделываемой культуры составляют 600–650 долл. при себестоимости 1 т семян 300–350 долл. [21]. Масло, полученное экстракцией из семян и подвергаемое дальнейшей очистке путём грубой и тонкой фильтрации, используют в пищевых и технических целях. Жмых и шрот из семян саликорнии содержат до 40% протеина и пригодны для использования на корм скоту [2, 4].

В США, Мексике, Израиле в культуру введён дикорастущий кустарник симондзия (*Simmondsia chinensis* С.К. Schneider, американское название “хохоба”). Её ценное свойство – высокая устойчивость к засолению. Произрастает симондзия на участках, где уровень грунтовых засоленных вод находится на глубине 1.8 м. В Израиле промышленные плантации этого растения заложены на побережье Мёртвого моря. Содержание масла в семенах – около 50%, протеина – до 35%. Практическая ценность симондзии определяется уникальным качеством масла, получаемого из её семян. Также из неё изготавливают смазочные средства, сохраняющие вязкость в условиях высокого давления, низких и высоких температур, что позволяет применять их в высокоскоростной технике. Чистота масла, устойчивость его к прогорканию позволяют использовать его как высококачественную основу в фармакологии и косметике. Крупные предприятия по изготовлению смазочных средств, исследовательские институты и косметические компании Европы, Мексики и США приобретают масло по довольно высоким ценам – от 3 тыс. до 20 тыс. долл. за 1 т.

Большой практический интерес представляют исследования по орошению симондзии морской водой (США, Израиль). В Израиле не менее 25% площади, занятой симондзией, орошается сточными и солёными водами. Растение положительно отзывается на орошение морской водой при минерализации 35–40 г/л [2, 21].

Накопленные за рубежом данные по введению в культуру симондзии показывают, что она относится к числу наиболее перспективных для арид-

ных районов растений. Особенно велика её практическая ценность для развития и подъёма экономики тех стран и регионов, где недостаточно природных ресурсов.

Следует отметить, что во многих случаях питательная ценность масла из семян галофитов выше, чем у традиционных масличных культур. Для дальнейших исследований в этой области рекомендуются следующие галофиты: *Distichlis* spp., *Vouvea* spp., *Allentrolfea accidentalis* O. Kuntze, *Suaeda forreyana* Hook. & Aen.

Лекарственные галофиты. Род солодка *Glycyrrhiza* L. включает 13 видов, 7 из которых произрастает на территории СНГ и 3 – на северо-западе России. Однако только мезогалофиты солодка голая *G. glabra* L. и солодка уральская *G. uralensis* Fisch. имеют промышленное значение как лекарственные, кормовые и биомелиоративные культуры.

Солодковый корень – ценное фармакологическое, пищевое и техническое сырьё [22]. Он включён в фармакопеи более 30 стран и по объёму заготовок занимает первое место среди лекарственных растений. Широкую известность солодка получила в первую очередь благодаря содержащейся в ней глицирризиновой кислоте, содержание которой в подземных органах колеблется от 3 до 20%. На основе глицирризиновой кислоты созданы и широко используются препараты для лечения аллергических заболеваний, бронхиальной астмы, противостудные и отхаркивающие средства. Кроме того, на основе флавоноидов, также содержащихся в солодковом корне, разработаны препараты для лечения язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки, гипер-ацидных гастритов и других болезней, требующих ранозаживляющего и кровоостанавливающего действия [22].

Сено солодки обладает удовлетворительными кормовыми качествами и используется в сельском хозяйстве как силосное (в смеси с кукурузой) и сенокосное растение. Солодковое сено, заготовленное в фазе плодоношения, по питательности близко к злаковому селу хорошего качества. Солодка голая формирует 10–12.4 т/га сена [23].

Галофиты как декоративные растения. Использование ландшафтных галофитов для замены гликофитов или на участках, где гликофиты не могут произрастать, имеет огромный эстетический и практический потенциал [1, 20]. Побережья океанов и морей, другие регионы, где почвы засоленные, а водные ресурсы ограничены, располагают неисчерпаемыми возможностями для разведения декоративных галофитов [20].

Формирование ландшафтов с помощью галофитов является средством борьбы с экстремальными условиями климата, смягчает негативные

воздействия на окружающую среду и зачастую более экономично, чем такие меры, как возведение сооружений для затемнения, защиты от ветра, шума и т.д. [24].

Жаркие, засушливые, с ограниченными запасами питьевой воды районы стран Ближнего Востока, Центральной Азии, Африки могут получать прибыль от продвижения программы по декоративному галофитному растениеводству. В той или иной степени декоративную ценность представляют 240 видов галофитов, относящихся к разным жизненным формам [1, 25].

Ряд коммерческих предприятий США и других стран специализируется на реализации декоративных растений и их семян [1]. На юге Израиля солеустойчивые растения используются для озеленения уже в течение двух десятилетий [5]. Наиболее ценные виды, выведенные и распространённые Институтом прикладных исследований в Израиле, включают деревья (*Melaleuca halimifolium* F. Muell. ex Miq., *Tamarix* L., *Conocarpus erectus* L.), кустарники (*Borrichia* spp., *Clerodendron inerme* R. Br., *Maireana* Moq., *Seaevala* spp.), декоративные низкорослые и стелющиеся растения (*Crithmum maritimum* L., *Gallinia* spp., *Drosanthemum* spp., *Halimus portulucoides* Wallr., *Limonium* spp., *Lippia nodiflora* Michx. Fl., *Sesuvium* spp.) [5, 25].

В настоящее время Израиль — один из крупнейших экспортёров декоративных растений из числа галофитов. Годовой доход от экспорта превышает 90 млн. долл. [1, 2, 21].

Галофиты как энергоносители. Галофиты используются в качестве древесного топлива. В США разработана технология изготовления брикетов из фитомассы галофитов. Плантации галофитных насаждений являются энергопроизводящими возобновляемыми биологическими ресурсами и одновременно хранилищами энергии.

Ряд галофитов, включая *Casuarina* Miq., *Tamarix* L., *Haloxylon* Bunge и некоторые виды *Lagonychium* Vieb., рекомендуется в качестве энергоносителей при орошении солёной водой. Для производства биомассы на энергетические цели для бесполового выращивания рекомендуются *Atriplex canescens* (Pursh.) Nutt., *Bigelowia* DC., *Sarcobatus verticillatus* (Hook.) Torr., *Artemisia tridentata* Nutt., *Haloxylon ammodendron* (C.A. Mey.) Bunge [2, 21].

Каждый акр однолетних галофитных насаждений производит энергию, равную 1250 галлонам бензина, 100 акров десятилетней плантации древесного галофита — саксаула чёрного — производят энергию, эквивалентную 625 тыс. галлонов [1].

Галофиты как биомелиоранты. Галофиты обладают средообразующей и средооптимизирующей функцией, вследствие чего создают мелиоратив-

ный эффект на засоленных почвах. Благодаря эффективному затенению поверхности почвы надземной массой, насосным функциям и функциям биологического дренажа галофитные плантации обеспечивают резкое снижение физического испарения, понижение уровня грунтовых вод, вынос солей надземной массой и рассоление почв [20, 23]. Свежее органическое вещество, поставляемое растениями, позволяет улучшить физико-химические свойства почвы, её биологическую активность, изменить pH, электропроводность, гидравлическую проводимость.

Как показал отечественный опыт, основной принцип освоения мелиоративного севооборота состоит в использовании в первые годы галофитов с последующим переходом к смешанным посевам галофита с кормовой культурой и постепенным, по мере рассоления почвы, увеличением площади под кормовой культурой. При полном рассолении почвы осуществляется чистый посев кормовой культуры [20]. Биологический способ рассоления почвы рекомендуется применять на средне- и сильнозасоленных среднесуглинистых почвах, когда степень хлоридного засоления не превышает 0.6%.

Задачи научных исследований ближайших лет сводятся к необходимости расширения работ по мобилизации мировых растительных ресурсов галофитов на видовом и экотипическом уровнях, создания их генофонда, к комплексному изучению и оценке средообразующей функции галофитных растений, развитию адаптивных методов селекции и созданию экологически дифференцированных и хозяйственно специализированных сортов, а также к разработке технологии их возделывания и биологической мелиорации деградированных агроландшафтов в аридных районах России и Центральной Азии.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований в рамках проекта №15-05-08025 “Галофиты: мировые генетические ресурсы, биологическая, эколого-физиологическая, продукционная характеристики и перспективы использования в практике экспериментальной ботаники”.

ЛИТЕРАТУРА

1. Aronson J. Haloph. A data base of salt tolerant plants of the world // Office of arid lands studies. Tucson: The University of Arizona, 1989.
2. O'Leary J.W. Halophytes // Arizona Land and People. 1985. V. 36. № 3. P. 15.
3. Львович М.И. Мировые водные ресурсы и их будущее. М.: Мысль, 1974.
4. Шамсутдинов Н.З. Генетические ресурсы галофитов и биологические основы введения их в культуру

- ру в аридных районах России / Автореф. докт. дисс. СПб.: ВИР, 2006.
5. *Glenn E.P., Watson M.C.* Halophyte crops for direct salt water irrigation. Toward the rational use of high salinity tolerant plants // Tasks for vegetation science. 1993. V. 27. P. 379–385.
 6. *Вальтер Т.* Растительность земного шара. Эколого-физиологическая характеристика. Т. 2. М.: Прогресс, 1974.
 7. *Batanoury K.H., Abo Sitta V.* Ecophysiological studies on halophytes in arid and semi-arids zones // J. Acta Bot. Acad. Sci. 1979. V. 23. P. 13–31.
 8. *Chapman V.J.* Vegetation under saline conditions // Saline irrigation for agriculture and forestry / Ed. by H. Boyko. The Hague: W. Junk Publishers, 1968. P. 201–216.
 9. *Batanoury K.H., Ebeid M.M.* Diurnal changes in proline content of desert plants // Ecology. 1981. V. 51. P. 250–252.
 10. *Fitting H.* Die Wasserversorgung die Osmotischen Druckverhältnisse der Wüstenpflanzen // Zeitschrift für Botanik. 1911. № 3. S. 209–275.
 11. *Гамалей Ю.В., Вознесенская Е.В.* Структурно-биохимические типы C₄-растений // Физиология растений. 1986. № 4. С. 802–819.
 12. *Пьянков В.И.* Роль фотосинтетической функции в адаптации растений к условиям среды / Автореф. докт. дисс. М., 1993.
 13. *Пьянков В.И., Мокронос А.Т.* Основные тенденции изменения растительности земли в связи с глобальным потеплением климата // Физиология растений. 1993. № 4. С. 515–531.
 14. *Black C.C.* Photosynthetic carbon fixation in relation to net CO₂ uptake // Ann. Plant Physiol. 1973. V. 24. P. 253–286.
 15. *Menzel U., Lieth H.* Annex 4: Halophyte database Vers. 2 // Progress in Biometeorology. V. 13. Leiden: Backhuys Publishers, 1999.
 16. *Коровин Е.П.* Растительность Средней Азии и Южного Казахстана. Т. 1. Ташкент: Изд-во АН УзССР, 1961.
 17. *Teeri J.A., Stove L.G.* Climatic pattern and the distribution of C₄ grasses in North America // Oecologia. 1976. V. 23. № 1. P. 1–12.
 18. *Teeri J.A., Stove L.G., Livingstone D.A.* The distribution of C₄ grasses of the *Cyperaceae* in North America // Oecologia. 1980. V. 47. № 1. P. 46–53.
 19. *Пьянков В.И., Шамсутдинов З.Ш.* Применение структурно-биохимических показателей фотосинтетического аппарата для селекции и отбора пастбищных пустынных растений // Тезисы доклада на Международной конференции “Фотосинтез и биотехнология”. Пушкино, 1991.
 20. *Шамсутдинов З.Ш., Шамсутдинов Н.З.* Галофитное растениеводство. М.: Советский спорт, 2005.
 21. *O’Leary J.W.* High productivity from halophytic crops using highly saline irrigation water // Water Today and Tomorrow. Proc. Specialty Conf. Irrigation and Drainage Division of ASCE, Flagstaff, Arizona. N.Y.: ASCE, 1988. P. 213–217.
 22. *Муравьев И.А., Соколов В.С.* Состояние и перспектива изучения и использования солодки в народном хозяйстве СССР // Вопросы изучения и использования солодки в СССР. Сборник. М.–Л.: Наука, 1966.
 23. *Shamsutdinov Z.Sh., Shamsutdinov N.Z.* Biogeocentric principles and methods of degraded pastures phytomelioration in Central Asia and Russia // Prospects for Saline Agriculture. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2002.
 24. *Шамсутдинов З.Ш., Шамсутдинова Э.З.* Биогеоценология восстановления нарушенных аридных пастбищных земель // Вестник РАСХН. 2007. № 3. С. 37–39.
 25. *Shamsutdinov N.Z.* Halophyte Resources and Their Selection for Arid Rangelands // Vortr. Pflanzenzüchtg. 2003. V. 59. P. 248–251.

ПЕРСПЕКТИВЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА В РОССИИ

© 2017 г. В.В. Ивантер

Институт народно-хозяйственного прогнозирования РАН, Москва, Россия

e-mail: vvivanter@ecfor.ru

Поступила в редакцию 07.04.2016 г.

К настоящему времени в российской экономике сложился уникальный набор условий, обеспечивающий потенциал для повышения темпов роста ВВП до 3–5% в год на протяжении ближайших 2–3 лет. В статье, подготовленной на основе доклада Института народно-хозяйственного прогнозирования РАН, представленного на заседании Президиума РАН 29 марта 2016 г., перечислены основные факторы, обоснованы институциональные императивы и ключевые макроэкономические и финансовые меры восстановления роста производства в базовых секторах экономики в краткосрочной перспективе, раскрыты особенности развития экономики в средне- и долгосрочной перспективе.

Ключевые слова: антикризисная политика, экономический рост, темпы роста, валютный курс, инвестиции, инфраструктурные проекты, импортозамещение, конкурентоспособность, доходы населения.

DOI: 10.7868/S0869587317010042

Причины нынешнего экономического спада в России связаны преимущественно с внутренними факторами. Устойчивое падение темпов роста, которое началось в конце 2012 г., в первую очередь было обусловлено заметным снижением инвестиционной активности в российской экономике. Из-за сокращения экспортных доходов и слабости национальной банковской системы отечественные корпорации не имели возможности заменить внешние кредитные ресурсы внутренними. Ещё одним ключевым фактором спада стала неудачная реакция на падение мировых цен на нефть в IV квартале 2014 г., следствием которой стало обвальное падение обменного курса рубля, резкое повышение процентных ставок и утрата

доверия к национальной валюте. В результате в российской экономике произошёл резкий рост неопределённости, вынудивший отечественный бизнес ещё больше ограничивать свою инвестиционную и производственную активность. Ситуация усугубилась введением финансовых и секторальных санкций Запада, которые дополнительно усилили жёсткость ресурсных ограничений [1].

ГЕНЕРАЛЬНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ АНТИКРИЗИСНОЙ ПОЛИТИКИ

Преодоление экономического спада в краткосрочной перспективе возможно только в рамках антикризисной политики восстановления экономического роста, опирающейся на внутренние источники финансирования. Для этого к началу 2016 г. в российской экономике сложился уникальный набор условий. Во-первых, произошла её адаптация к новым ценовым пропорциям, обеспечившая рост прибыльности большинства видов экономической деятельности. Во-вторых, в результате спада значимая часть высокоэффективных производственных мощностей, введённых в строй в последние 5–7 лет, оказалась незагруженной. В-третьих, численность занятых в реальном секторе из-за низких темпов высвобождения



ИВАНТЕР Виктор Викторович — академик РАН, директор Института народно-хозяйственного прогнозирования РАН.

работников соответствует более высоким параметрам выпуска, что отчасти снимает проблему ограничений по трудовым ресурсам и позволяет достаточно быстро наращивать объёмы производства. В-четвёртых, произошло вытеснение импорта с внутреннего рынка, обеспечившее значительное пространство для расширения спроса на отечественную продукцию.

По нашим оценкам, потенциал увеличения производства на конкурентоспособных незагруженных мощностях, введённых в 2008–2015 гг., позволяет обеспечить рост ВВП до 3–5% в ближайшие два-три года. Аналогичный потенциал развития сформировался за счёт вытеснения импорта с внутреннего рынка. Рост совокупного сальдированного финансового результата в экономике способен был в 2016 г. обеспечить предельное расширение инвестиций в основной капитал на 5–7% к уровню 2015 г. [2].

Таким образом, основная задача антикризисной политики заключается в том, чтобы, опираясь на внутренние источники финансирования, трансформировать имеющиеся предпосылки в действующие факторы роста. При этом период использования имеющихся возможностей ограничен, так как при сохранении низкого уровня экономической активности сформировавшийся потенциал может быть достаточно быстро растрочен, а риск длительной стагнации возрастёт.

Восстановление экономического роста должно включать в себя не только переход к положительной динамике ВВП, но и формирование в сжатые сроки (до одного года) объёма доходов, достаточного для последующего решения задач повышения темпов и качества роста, а также проведения структурных и институциональных преобразований [1, 2].

В краткосрочной перспективе основными ресурсами восстановления экономического роста являются следующие.

1. *Увеличение доли отечественных товаров на внутреннем рынке.* За период спада спрос на отечественную продукцию во всех секторах экономики (государство, бизнес, домашние хозяйства) сократился меньше, чем спрос на импорт. Существенное падение физических объёмов импорта (на 20–40% в реальном выражении в зависимости от товарной группы) привело к переключению части внутреннего спроса на отечественную продукцию, что поддержало внутреннее производство.

2. *Формирование дополнительных доходов в производственном секторе.* Если не произойдёт избыточного изъятия этих средств финансовой системой (через высокий уровень процентных ставок и сохранение высокой волатильности на валютном рынке) и бюджетом (через налоговые и иные виды изъятий), можно рассчитывать, что по

итогах 2016 г. промышленность увеличит спрос на отечественную промежуточную и инвестиционную продукцию.

3. *Возможность достаточно быстрой загрузки высвободившихся конкурентоспособных мощностей в металлургии, химии, гражданском машиностроении (включая гражданский сегмент ОПК), производстве строительных материалов и других отраслях, завершивших инвестиционные циклы.* Более полная загрузка резервных производственных мощностей обеспечивает основной потенциал восстановительного роста. Кроме того, поскольку предприятия ещё не успели значительно сократить численность работников, в кратко- и среднесрочной перспективе конкурентоспособные мощности будут в целом обеспечены рабочей силой надлежащей квалификации.

4. *Использование свободных финансовых ресурсов населения, образовавшихся в результате сокращения спроса на товары длительного пользования.* Часть указанных ресурсов может быть направлена в производственный сектор через повышение привлекательности для населения вложения средств в финансовые инструменты.

5. *Осуществление крупных инвестиционных проектов, исполнение которых не может быть отложено* (строительство космодрома “Восточный”; развитие инфраструктуры Крыма, Дальнего Востока и Байкальского региона, Арктики; подготовка объектов чемпионата мира по футболу 2018 г. и т.д.) [3–6].

Механизмы и основные меры предлагаемой антикризисной политики должны включать в себя комплекс активных действий, способствующих увеличению производства. В то же время должны быть исключены действия, повышающие риски нарушения стабильности хозяйственной деятельности (ведения бизнеса). Реализация потенциала восстановления экономического роста будет опираться преимущественно на уже созданные хозяйственные механизмы и благоприятные изменения в структуре затрат.

Прогнозные расчёты показывают, что основными компонентами экономического роста могут стать восстановление запасов (до двух третей вклада) и чистый экспорт (до одной трети). Внутренний спрос (государственное потребление, инвестиции в основной капитал и потребление домашних хозяйств) в этот период с высокой вероятностью не будет оказывать существенного положительного влияния на экономическую динамику. Ключевым элементом восстановления роста станет увеличение производственной добавленной стоимости в обрабатывающих производствах. Это означает, что такие производства в целом должны расти быстрее ВВП. Минимально приемлемое увеличение этого сектора, обеспечивающее положительную динамику ВВП, оцени-

вается в 3–4%. Другими значимыми элементами должны стать расширение оптовой торговли и чистых налогов на продукты. Наиболее существенное сдерживающее воздействие на экономическую динамику в этот период будет оказывать сектор строительства и операций с недвижимым имуществом [2].

КЛЮЧЕВЫЕ МАКРОЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ФИНАНСОВЫЕ МЕРЫ

Важнейшая мера по восстановлению экономического роста – стабилизация валютного курса рубля, причём она должна поддерживаться на заниженном уровне относительно расчётного курса, обеспечивающего нулевое сальдо платёжного баланса. Заниженный курс необходимо поддерживать даже при возобновлении роста мировых цен на углеводороды, чтобы избежать быстрого сжатия положительного сальдо платёжного баланса, возникшего вследствие предшествующей девальвации. Стабилизация курса рубля на заниженном уровне и существенный положительный торговый баланс обеспечат расширение денежного предложения без формирования девальвационных ожиданий. Преодоление этих ожиданий – важнейшее условие возобновительного роста, так как оно способствует восстановлению “нормальной” сберегательной мотивации населения, а также увеличению спроса на низкодоходные и высоколиквидные долговые ценные бумаги. Снизить волатильность валютного курса и уменьшить доходность валютных операций позволит перераспределение части сбережений бизнеса в пользу вложений в основной капитал. Следует отметить, что в средне- и долгосрочной перспективе не существует альтернативы укреплению курса рубля, которое должно опираться на повышение темпов и качества экономического роста.

Ещё одна принципиальная мера антикризисной политики – устойчивое снижение уровня процентных ставок, влекущее за собой удешевление оборотного капитала. Одна из главных задач удешевления заимствований – предотвращение избыточного перетока средств из производственного сектора в финансовую сферу. Её решение также возможно лишь при условии устранения девальвационных ожиданий бизнеса. Кроме того, эта мера должна дополняться использованием иных механизмов, например, введением льгот для банков, которые обеспечивают кредитами по пониженной ставке определённые направления бизнеса и принимают на себя риски кредитования оборотного капитала [2, 7].

Снижение процентных ставок тесно связано с решением ещё одной важной задачи антикризисной политики – рефинансирования потребности российских предприятий в оборотных средствах. В соответствии с имеющимися оценками, при об-

менном курсе 75 руб. за долл. для сохранения выпуска на уровне 2013 г. отечественным предприятиям необходимо дополнительно изыскать 3.6 трлн. руб. финансовых ресурсов на пополнение оборотных средств. Именно этот объём средств должен быть доведён до реального сектора через механизмы возвратного финансирования в фазе восстановления роста. В то же время необходимо предотвратить увеличение прямой и косвенной налоговой нагрузки на бизнес и население, исключив перераспределение так называемых “девальвационных доходов” предприятий в пользу бюджета через ужесточение фискальной политики. Как показывает опыт, изъятые доходы предприятий не направляются на развитие, а тратятся, как правило, на текущие расходы бюджета.

В числе необходимых условий оживления экономической активности – разумное ограничение роста цен на услуги “инфраструктурных монополий” (электроэнергия, газ, транспорт), а также на моторное топливо. При опережающем росте тарифов в этом секторе ряд преимуществ от девальвации курса будет утрачен. Однако нельзя ограничивать рост цен в пределах, не покрывающих объективно растущие издержки естественных монополий.

Реализация потенциала восстановления экономического роста должна не только обеспечить преодоление спада, но и способствовать формированию условий для полноценного инвестиционного роста экономики в средне- и долгосрочной перспективе. В этом отношении ключевой задачей является запуск производства инвестиционных товаров [1, 2]. В обозримой перспективе необходимо закончить формирование (частично – восстановление) технологического ядра экономики, обеспечивающего внутренние потребности в продукции инвестиционного назначения. Увеличение её выпуска зависит от того, будет ли запущен процесс расширенного воспроизводства в машиностроении. Стимулов в виде девальвации рубля и изменения ценовых пропорций может оказаться недостаточно, и для роста выпуска инвестиционных товаров потребуется организация перетока финансовых ресурсов из сырьевых секторов экономики. Быстрее всего запустить финансирование инвестиционной активности можно не через банковскую систему и институты развития, а непосредственно используя крупнейшие российские компании, которые могут выполнять функцию одного из важнейших каналов финансовой системы, поскольку обладают выстроенными структурами организации, анализа и финансирования проектов.

Из-за падения инвестиций в 2015 г. заметное сжатие испытал рынок жилья, обусловив фактическую утрату соответствующих заделов на будущее. Необходимо сохранить имеющиеся произ-

водственные мощности в строительном комплексе и обеспечить условия для формирования рынка доступного жилья как самостоятельного сегмента рынка недвижимости, предусмотреть возможность компенсирования софинансирования сооружения инженерной инфраструктуры под жилищное строительство со стороны муниципальных образований.

В условиях ухудшения мировой конъюнктуры и сохранения режима санкций замещение внешних источников в части рефинансирования внутреннего кредита — вполне решаемая задача, требующая определённой переориентации денежной политики монетарных властей. Сегодня в российской денежно-банковской системе проблемы недостаточной ликвидности не существует, есть проблема её неэффективного использования. Пока она не решена, избыточное расширение денежного предложения будет приводить к серьёзным негативным последствиям. Поэтому на начальном этапе следует сконцентрироваться на финансировании ограниченного количества приоритетных проектов, реализуемых через механизмы нерыночной селекции на высоком качественном уровне, что должно способствовать формированию у бизнеса необходимых предпосылок. На наш взгляд, сейчас локальные достижения в осуществлении отдельных проектов важнее подвижек в латании финансовых «дыр». В среднесрочной перспективе возникает возможность тиражирования зарекомендовавших себя механизмов финансирования и расширения масштабов их применения [7, 8].

В целях преодоления угрозы декапитализации банковской системы, затрудняющей процесс восстановления кредитного предложения и снижающей мотивацию к организованным сбережениям («бегство вкладчиков»), предлагается в краткосрочной перспективе продолжить расширение пакета мер по её докапитализации. В среднесрочной перспективе — обеспечить мотивацию к возобновлению инвестиций в капиталы банков со стороны собственников посредством формирования новых рынков финансовых услуг — источников стабильного и низкорискованного дохода для банков. Речь идёт о развитии небанковских (страховых, пенсионных и др.) финансовых продуктов, операций андеррайтинга на рынке корпоративных облигаций.

Следует устранить доминирование в финансовой системе краткосрочных ресурсов, повысить уровень концентрации в российской банковской системе. Для этого необходимо снизить дефицит предложения на внутреннем рынке долгосрочных и масштабных займов, адекватных потребностям компаний для финансирования инвестиционных программ. Также требуется развитие внутренних «рынков-переходников» (син-

дицированные кредиты, долгосрочные корпоративные облигации), преобразующих короткие и распылённые внутренние финансовые ресурсы в длинные и крупные займы российским компаниям.

Возможные инструменты в части долгосрочных корпоративных облигаций:

- изменение параметров рефинансирования банков (поправочные коэффициенты и др.) под залог корпоративных облигаций со стороны Банка России — преференции для долгосрочных выпусков;
- рефинансирование задолженности компаний, которые участвуют в реализации проектов, финансируемых институтами развития, через выпуск долгосрочных облигаций.

Возможные инструменты в части развития рынка синдицированных кредитов:

- софинансирование банками с государственным участием синдицированных кредитов, организованных отечественными банками и соответствующих определённым стандартам, принятым участниками кредитного рынка;
- инициирование крупными банками с государственным участием создания кредитных ПИФов, приобретающих на вторичном рынке доли в синдикациях с высоким кредитным рейтингом и соответствующих выработанным стандартам.

Конечной целью мер финансового характера по восстановлению экономического роста должно стать расширение предложения рыночных инструментов, обеспечивающих приемлемый уровень доходности (корпоративные облигации, синдицированные кредиты, секьютизация).

С учётом имеющихся ограничений в финансовой системе способы финансирования восстановления экономического роста могут быть выстроены в порядке приоритетности следующим образом:

- первое — механизмы многоканальности финансовой системы (проектное финансирование, Фонд развития промышленности и т.д.);
- второе — задействование потенциала крупнейших российских корпораций как с государственным, так и с негосударственным участием;
- третье — развитие инструментария долгосрочных корпоративных облигаций;
- четвёртое — использование традиционных каналов кредитования через банковскую систему;
- пятое — бюджетная поддержка.

Возможности использования финансовых ресурсов через инструменты многоканальности финансовой системы достаточно ограничены. Их основная цель — направлять ресурсы на реализацию наиболее значимых проектов, а также

демонстрировать приоритеты государственной инвестиционной и промышленной политики. В связи с этим основным каналом финансирования восстановления экономической активности должно стать использование проектно-организационного потенциала российского крупного бизнеса и форсированное развитие внутреннего рынка синдицированного кредитования и долгосрочных корпоративных облигаций [7, 8].

ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ

Основные усилия по совершенствованию институтов необходимо сосредоточить на преодолении сложившейся в настоящее время в российской экономике ситуации неопределённости, недоверия и нарастания уровня непроизводительных издержек [9]. В этой связи требуется реализовать следующие институциональные меры по восстановлению и поддержанию экономического роста в кратко- и среднесрочной перспективе.

- Ограничение “всеобщей тендеризации” при закупках и выборе подрядчиков госкорпорациями, госкомпаниями и ведомствами при работе по госпрограммам. Это позволит повысить надёжность и качество поставщиков и исполнителей работ, а также экономическую самостоятельность и реальную ответственность заказчиков. Качество управления должно определяться не точностью исполнения процедур, а только конечным результатом.

- Отказ от фронтальных директив по сокращению всех инвестиций и затрат для госкорпораций и публичных компаний с государственным участием.

- Освобождение госкорпораций и публичных компаний с государственным участием от несвойственных им задач, за исключением предусматривавшихся при их учреждении. Это обеспечит экономию затрат и снизит остроту конфликта интересов государства по отношению к госкорпорациям и госкомпаниям.

- Запрет на принятие законодательных и иных нормативно-правовых актов, ухудшающих, по сравнению с существующими, условия работы в России для любых хозяйствующих субъектов (вне зависимости от сложившихся сейчас представлений об их полезности). Эта мера уменьшит непредсказуемость и “особость” правил ведения бизнеса в Российской Федерации, крайне нежелательных для инвесторов.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РОСТА В БАЗОВЫХ СЕКТОРАХ И СФЕРАХ ЭКОНОМИКИ

Реальный сектор экономики. *Топливо-энергетический комплекс.* Отрасли ТЭК располагают

существенным потенциалом, способствующим восстановлению и поддержанию экономического роста в стране [10, 11]. Этот потенциал включает в себя: 1) значительный инфраструктурный эффект, создаваемый улучшением условий энергообеспечения секторов российской экономики; 2) масштабный поток доходов, создающий предпосылки для роста всей экономики на основе их перераспределения; 3) возможности для роста собственного производства, хотя темпы этого роста, скорее всего, останутся невысокими; 4) возможности повышения рентабельности производства в самом ТЭК за счёт улучшения качества работы.

В краткосрочной перспективе получить эффект от использования указанного потенциала помогут следующие меры.

- Ограничение перераспределения доходов нефтяного сектора. Перенос начала реализации масштабных инвестиционных проектов с высокой капиталоемкостью в целях перераспределения финансовых ресурсов на более важные с точки зрения восстановления роста направления. Селективный отказ от долгосрочных инвестиционных проектов высвободит средства для решения таких задач, как удлинение цепочек переработки сырья и повышение нефтеотдачи на действующих месторождениях.

- Краткосрочная поддержка и стимулирование экспорта угля: “окно возможностей” сильно ограничено во времени, учитывая требования Парижского соглашения по изменению климата об усилении регулирования выбросов углерода после 2020 г., которое накладывает жёсткие лимиты именно на добычу угля и работу угольных ТЭС.

- Продолжение поддержки экспортных контрактов на постройку АЭС, которые обеспечивают значительный мультипликативный эффект, способствуя росту производства в целом ряде высокотехнологичных секторов.

- Сдерживание роста цен на газ для крупных промышленных предприятий и упрощение подключения малых промышленных, общественных и бытовых потребителей к газораспределительным сетям, что позволит увеличить объёмы продаж газа на внутреннем рынке в условиях возможного дальнейшего сокращения поставок в Европу и на Украину.

- Ускоренный вывод неиспользуемых устаревших электроэнергетических мощностей из эксплуатации. Это позволит минимизировать соответствующие издержки и дополнительные расходы, создав предпосылки для сдерживания тарифов на электроэнергию и сохранения спроса в условиях падения доходов.

- Снижение стоимости подключения потребителей к электрическим сетям, что приведёт к уве-

личению спроса на электроэнергию, в том числе предприятий малого и среднего бизнеса. В этой связи целесообразно перевести процедуру подключения потребителей к электросетям с контрактной на акционерную форму.

Агропромышленный комплекс. Развитие АПК способно оказать серьёзную поддержку процессам восстановления экономического роста. Во-первых, ряд отраслей АПК продолжает быстро наращивать производство в рамках импортозамещения. Во-вторых, развитие АПК создаёт условия для восстановления роста в сопряжённых отраслях, генерируя спрос на их продукцию. В-третьих, АПК способствует решению таких общеэкономических задач, как снижение инфляции на потребительском рынке и сокращение давления продовольственного импорта на обменный курс рубля [12].

Для увеличения вклада АПК в восстановление экономического роста необходимо предпринять следующие шаги.

- Сохранять и развивать выстроенную институциональную структуру финансовой поддержки предприятий АПК.

- Временно ограничить использование принципа софинансирования со стороны субъектов РФ и вернуть на федеральный уровень часть полномочий по определению политики в сельском хозяйстве. Проблема заключается в том, что в настоящее время обязательным условием получения субсидий сельхозпроизводителями является софинансирование со стороны субъекта РФ. Несмотря на смягчение федеральных правил такой поддержки (вклад регионов по ключевым видам субсидий был снижен до 5% в 2014 г.), уже в 2015 г. из-за ухудшения бюджетной ситуации в регионах даже этот уровень софинансирования стал ограничением для включения ряда перспективных инвестиционных проектов в программу поддержки.

- Продолжить поддержку аграрных предприятий в подотраслях, которые только начинают активно наращивать объёмы производства за счёт реализации крупных инвестиционных проектов. Например, только в 2015 г. в России введено в эксплуатацию 15 новых современных тепличных комплексов, которые пока не могут конкурировать с субсидируемой овощной продукцией из ряда зарубежных стран, поэтому в краткосрочной перспективе необходимо обеспечить адекватную внешнеторговую защиту таких производств [12].

Машиностроение, комплекс конструкционных материалов и оборонно-промышленный комплекс (ОПК). Процесс восстановления роста в данной сфере изначально должен быть выстроен несколько иначе, чем в других отраслях российской экономики. Экономическая ситуация создаёт уникальный набор условий и предпосылок для

возрождения в России собственного инвестиционного комплекса, и этот шанс нельзя упустить. Восстановление роста в рассматриваемой группе отраслей должно стать стартовым этапом решения стратегической задачи возрождения комплекса по выпуску продукции инвестиционного назначения на новом качественном и технологическом уровне.

Потенциал роста в машиностроении, ОПК и комплексе конструкционных материалов может быть оценён как значительный. Этот потенциал определяется следующими обстоятельствами: 1) темпы роста эффективности в машиностроении – самые высокие среди обрабатывающих отраслей: рост производительности труда (в расчёте на человеко-час) за период 2005–2014 гг. составил в производстве машин и оборудования 75%, в транспортном машиностроении – 52%, в электротехнической промышленности и приборостроении – 22%, при этом доля заработной платы в стоимости продукции практически не изменилась; 2) вследствие падения обменного курса рубля выросла ценовая конкурентоспособность российской машиностроительной продукции и конструкционных материалов, в связи с чем возник потенциал увеличения спроса на указанные материалы на внутреннем и внешнем рынках; 3) в условиях западных санкций на внутреннем рынке машин и оборудования сохраняется высокая потребность в импортозамещении, в первую очередь в таких важных отраслях, как добыча углеводородов, ОПК, инвестиционное машиностроение; 4) некоторые подотрасли российского машиностроения (станкостроение, добывающая и строительная техника) имеют неплохие шансы на увеличение экспортных поставок; 5) рост выпуска машиностроительной продукции создаёт очень значительный мультипликативный эффект, обеспечивая увеличение спроса на продукцию комплекса конструкционных материалов, причём сегодняшние производственные мощности этого комплекса способны полностью удовлетворить ожидаемый дополнительный спрос [13].

Первоочередные направления и меры государственной политики по восстановлению экономического роста в машиностроении и ОПК должны включать в себя следующие действия:

- в сфере машиностроения: 1) поддержка экспорта машиностроительной продукции в отраслях с высокой долей поставок на внешний рынок (авиастроение и производство космической техники – 30%; производство добывающей и строительной техники – 10%; станкостроение – 10%, в том числе производство кузнечно-прессового оборудования – до 50%); 2) реструктуризация накопленной задолженности машиностроительных производств; 3) для структурообразующих производств инвестиционного машиностроения – рас-

ширение поддержки низкокапиталоёмких проектов по снижению зависимости от импортных комплектующих;

- в сфере ОПК: 1) развитие сектора производства гражданской продукции с использованием производственных мощностей и технологий двойного назначения; 2) компенсация инфляционных потерь предприятиям путём кредитования через уполномоченные банки под госгарантии и на условиях бюджетного субсидирования процентных ставок; 3) разработка специальной методики расчёта цен на конечную продукцию предприятий ОПК, учитывающей рост реальных издержек в условиях высокой инфляции; 4) “заморозка” процесса постоянного реформирования госкорпораций и интегрированных структур в ОПК, а также приостановка приватизации государственных активов в сфере ОПК в восстановительный период [13, 14].

Транспорт и инфраструктура. Восстановление роста в транспортных и инфраструктурных отраслях требует определённой смены приоритетов в части финансирования и организации инвестиционных проектов. В сегодняшней ситуации необходимо приостановить реализацию амбициозных масштабных проектов (за исключением проектов модернизации Транссиба и БАМа, а также строительства высокоскоростной магистрали ВСМ-1 и моста в Крым) и уделить основное внимание осуществлению высокоэффективных вложений локального характера. Это позволит существенно повысить мультипликативный эффект инвестиций в транспорт и его инфраструктуру. Кроме того, необходимо гарантированно заканчивать уже начатое строительство объектов “среднего” масштаба.

При определении приоритетности конкретного проекта с учётом его вклада в восстановление экономического роста в качестве главного критерия целесообразно использовать показатель прогнозируемых кратко- и среднесрочных мультипликативных эффектов на рубль вложенных бюджетных инвестиций и инвестиций компаний с государственным участием. Оценка полных межотраслевых эффектов на этапе строительства и на этапах эксплуатации построенных инфраструктурных объектов должна осуществляться отдельно. На основе указанной оценки может быть принято решение о приостановке части проектов с перераспределением ресурсов на ускоренную реализацию тех, вклад которых в восстановление экономического роста существенно выше. Наибольшим потенциалом с этой точки зрения обладают инфраструктурные проекты многоцелевого характера в сфере транспорта и телекоммуникаций (в том числе многопрофильные терминалы), сети передачи данных общего пользования, обеспечивающие повышение доступности и скорости

связи, позволяющие ускорить развитие сопряжённых видов бизнеса.

Особая роль инновационного фактора. Вклад инновационного фактора (новых технологий) в экономический рост не имеет жёстких пределов, так как востребованные рынком инновации сами по себе создают дополнительный спрос на принципиально новые товары и услуги. Кроме того, технологические инновации повышают эффективность использования факторов производства, способствуя увеличению выпуска даже в условиях жёстких ресурсных ограничений [14–16].

Основными негативными эффектами, вызванными кризисом, в этой сфере являются: 1) резкое снижение финансирования отечественных НИОКР; 2) сужение каналов импорта результатов НИОКР через импорт технологий; 3) институциональная деградация сектора прикладных исследований и проектирования.

Необходимо признать, что вытеснение импорта высоких технологий в ближайшее время (в пределах периода восстановительного роста) не отвечает интересам развития российской экономики. В связи с этим основными условиями реализации потенциала новых технологий, с точки зрения вклада в восстановление экономического роста, остаются [14–16]:

- повышение качества институциональной политики, включая приостановку спорных реформ и административных решений, обеспечение приоритета профессионального научного сообщества в определении форм, методов организации и основных направлений финансирования НИОКР, переход в сфере разработки и внедрения инноваций к преимущественно проектному управлению;

- формирование системы Единого межведомственного заказчика для сквозного управления научно-технологическим развитием (безотносительно к конкретным сферам ответственности отдельных федеральных органов исполнительной власти) в целях формирования государственного спроса на развитие науки и технологий;

- реструктуризация госкорпораций научно-технологического профиля (выделение в их составе дивизионов по развитию прикладной науки и созданию высокотехнологичной продукции, организация в них проектных офисов);

- отработка механизма софинансирования технологических проектов, в том числе через механизмы открытого фондового рынка (“проектные облигации”).

Социальная сфера. Трудовые ресурсы. Восстановление экономического роста за счёт факторов, связанных с человеческим потенциалом, требует не удешевления труда, а повышения его эффективности и производительности. Эта задача может быть решена благодаря внедрению пе-

редовых социальных, управленческих и производственных технологий [17–19]. К числу приоритетных мер в сфере трудовых ресурсов необходимо отнести следующие.

- Сбережение трудовых ресурсов на основе снижения смертности населения, особенно мужчин в трудоспособном возрасте, укрепления здоровья нации, улучшения условий труда и экологической обстановки, предупреждения эмиграции квалифицированных кадров. Для решения этих задач следует: 1) ввести мораторий на секвестр бюджета здравоохранения или, по крайней мере, его отдельных частей, прежде всего программ высокотехнологичной медицинской помощи; 2) приостановить действие жёстких ограничений на использование импортных лекарств и импортного медицинского оборудования, в том числе при государственных закупках; 3) усилить деятельность Минздрава России по защите здоровья работающего населения [20].

- Поддержание уровня расходов на здравоохранение и образование, который обеспечивает как краткосрочный эффект в виде прироста конечного спроса, так и долгосрочный эффект в виде повышения качества человеческого капитала.

- Повышение эффективности использования трудовых ресурсов за счёт более чёткого согласования экономических, финансовых и социальных интересов, связанных с трансграничной трудовой миграцией.

- Реализация специального комплекса мер, направленных на адаптацию в сфере занятости и на рынке труда малообеспеченных слоёв населения [17–19].

Доходы населения. Изменение уровня доходов и расходов населения – один из ключевых факторов экономической динамики в стране. Прирост конечного спроса всегда больше, чем первоначальное приращение затрат на потребление населения. Расчёты показывают, что в современных российских условиях индуцированный потребительскими расходами прирост конечного спроса в 1.5–2 раза выше, чем сумма этих расходов. Эффект от повышения доходов населения и связанных с ними потребительских расходов начинает проявляться очень быстро, в течение месяцев. Одновременно он создаёт предпосылки для долгосрочного роста, поскольку позволяет предприятиям, обслуживающим потребительский спрос, получать приращение ресурсов для инвестиций. В связи с этим необходима поддержка уровня доходов населения и бюджетных расходов на социальные нужды, в том числе сохранение роста номинальной заработной платы в бюджетной сфере, пенсий и роста номинальных бюджетных расходов на здравоохранение и образование.

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ В СРЕДНЕ- И ДОЛГОСРОЧНОЙ ПЕРСПЕКТИВЕ

Восстановление экономического роста позволит сформировать ресурсы для решения задачи структурной перестройки экономики в 2017–2025 гг. В течение этих лет должен быть начат активный переход к внутриориентированному инвестиционному росту, в рамках которого будет обеспечена структурно-технологическая модернизация, предполагающая значительный рост эффективности производства, конкурентоспособности российской экономики и создание потенциала расширения экспорта на основе формирования “новых” доходов.

Ключевой вызов ближайшего десятилетия состоит в необходимости расширения инвестиционной активности при повышении качественных параметров уровня жизни населения. В этом случае минимально приемлемые среднегодовые темпы роста ВВП до 2020 гг. включительно должны составить 3.5%, то есть быть выше ожидаемых темпов роста мировой экономики в этот период.

В среднесрочной перспективе развитие российской экономики будет обеспечиваться за счёт реализации потенциала внутреннего спроса, в первую очередь инвестиционного [1, 2]. Целью в этот период будет достижение таких параметров эффективности производства, которые позволят за пределами 2025 г. существенно повысить объём доходов, получаемых за счёт экспорта. По предварительным расчётам, для того чтобы обеспечить в период 2020–2040 гг. среднегодовые темпы роста ВВП на уровне 3–5%, потребуется к 2030 г. увеличить стоимость чистого экспорта на 150–200 млрд. долл. (в ценах 2015 г.). В свою очередь, создание экспортного потенциала российской экономики требует значительного роста эффективности производства и увеличения затрат на НИОКР. Для этого в период до 2025 г. норма накопления ВВП должна быть увеличена до 25–30%.

Таким образом, перспективная модель экономического развития и соответствующая ей экономическая политика включают две стадии [1, 2]. На первой, до 2020–2025 гг., на основе факторов внутреннего спроса формируется необходимый экспортный потенциал и значительно повышается общая эффективность производства. На второй стадии обеспечивается наращивание объёма доходов от внешнеэкономической деятельности, достаточное для формирования устойчивой экономической динамики и устранения отставания по ключевым показателям уровня жизни от наиболее развитых стран.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ивантер В.В.* Стратегия перехода к экономическому росту // Проблемы прогнозирования. 2016. № 1. С. 3–8.
2. *Широв А.А., Гусев М.С.* Логика перехода к новой модели экономического роста // Экономист. 2015. № 9. С. 3–12.
3. *Ишаев В.И., Ивантер В.В., Кувалин Д.Б.* Экономика Дальнего Востока и Байкальского региона: государственный подход. М.: МАКС-Пресс, 2015.
4. *Ивантер В.В., Лексин В.Н., Порфирьев Б.Н.* Арктический мегапроект в системе государственных интересов и государственного управления // Проблемный анализ и государственно-управленческое проектирование. 2014. № 6. С. 6–24.
5. *Лексин В.Н., Порфирьев Б.Н.* Новое обустройство Арктики: вызов и социально-экономический ресурс будущего России // Проблемы теории и практики управления. 2015. № 6. С. 54–60.
6. *Каменецкий М.И.* Пространственное развитие Арктической зоны РФ как фактор специализированной деятельности строительного комплекса // Научные труды: Институт народно-хозяйственного прогнозирования РАН. М.: МАКС-Пресс, 2015. С. 402–417.
7. *Моисеев А.К.* “Импортозамещение” денежно-кредитной политики // Проблемы прогнозирования. 2016. № 3. С. 3–11.
8. *Говтвань О.Дж., Шокин И.Н., Хватов Н.И.* Особенности и приоритеты развития денежно-банковской системы РФ в условиях санкций. <http://ecfor.ru/pdf.php?id=pub/go04>
9. *Блохин А.А.* Экономика ненужной продукции: институциональные особенности кругооборота потерь // Экономическая политика. 2015. Т. 10. № 1. С. 7–40.
10. *Синяк Ю.В.* Сценарные условия и результаты моделирования развития ТЭК России до 2060 г. // Экологический вестник России. 2014. № 10–12.
11. *Синяк Ю.В.* Экономическая оценка потенциала мировых запасов нефти и газа // Проблемы прогнозирования. 2015. № 6. С. 86–107.
12. *Ксенофонтов М.Ю., Громова Н.А., Ползиков Д.А.* Актуальные задачи прогнозно-аналитических исследований по обоснованию приоритетов агропродовольственной политики // Проблемы прогнозирования. 2012. № 2. С. 3–24.
13. *Борисов В.Н., Почукаева О.В.* Инновационное развитие машиностроения // Проблемы прогнозирования. 2013. № 1. С. 38–51.
14. *Фролов И.Э., Ганичев Н.А.* Научно-технологический потенциал России на современном этапе: проблемы реализации и перспективы развития // Проблемы прогнозирования. 2014. № 1. С. 3–20.
15. *Комков Н.И., Дудин М.Н., Лясников Н.В.* Проблемы экономического развития: факторы и детерминанты // Модернизация, инновации, развитие. 2015. № 2 (22). С. 116–128.
16. *Комков Н.И.* Поэтапный переход к корректировке псевдорыночной модели экономики России // Модернизация, инновации, развитие. 2015. № 6 (4–2). С. 352–360.
17. *Коровкин А.Г., Долгова И.Н., Единак Е.А., Королёв И.Б.* Опыт макроэкономического анализа и прогнозирования занятости и рынка труда в экономике России // Управление. 2015. № 1. С. 43–54.
18. *Кузнецов С.Г., Коровкин А.Г.* Высокопроизводительные рабочие места: методические подходы к учёту, анализу и прогнозированию // Научные труды: Институт народно-хозяйственного прогнозирования РАН. М.: МАКС-Пресс, 2015. С. 115–137.
19. *Михеева Н.Н.* Сравнительный анализ производительности труда в российских регионах // Регион: экономика и социология. 2015. № 2. С. 86–112.
20. *Ревич Б.А., Харькова Т.Л., Кваша Е.А. и др.* Демографические процессы, динамика трудовых ресурсов и риски здоровью населения Европейской части Арктической зоны России / Под ред. Б.А. Ревича и Б.Н. Порфирьева. М.: Ленанд, 2016.

После выступления академик В.В. Ивантер ответил на вопросы участников заседания.

Академик РАН Д.М. Климов: Как проблемы, о которых вы говорили в докладе, связаны с производительностью труда?

В.В. Ивантер: При измерении производительности труда наша статистика опирается на два показателя: объём продукции и численность выпускающего её персонала. В условиях наблюдающегося в последнее время спада экономики производительность труда упала, потому что в сложившейся ситуации работников не увольняли, что, на мой взгляд, правильно. Конечно, экономический подъём связан с ростом производительности труда. Но расти она может при инновационном развитии, предполагающем и увеличение объёмов инвестиций. В экономику, которая топчется на месте, никто денег не вкладывает. Поэтому только экономический рост создаёт условия повышения производительности труда, а не наоборот. Предположение, что стоит напрячься, и производительность увеличится, из области фантазий.

Академик РАН В.Н. Чарушин: Какие стратегические проекты в перспективе будут способствовать экономическому росту России?

В.В. Ивантер: Сегодня главные стратегические проекты связаны с освоением Арктики, Дальнего Востока, частично они касаются Крыма. Конечно, каждый регион страны – Урал, Центральная Россия, Северный Кавказ и т.д. – в определённом смысле стратегический, но произвольное расширение списка реализуемых масштабных проектов размывает систему целеполагания.

Академик РАН Г.А. Месяц: Финансовые ресурсы России хранятся за рубежом, в том числе и в американских банках. Насколько это надёжно? Нет ли опасности, что страна их потеряет в случае резкого обострения отношений с Западом?

В.В. Ивантер: Если иметь в виду объёмы долларовых резервов, то основная их часть приходится не на Россию, а на Китай и другие страны. Гипотетическая заморозка этих средств, в том числе и принадлежащих России, нанесёт колоссальный удар по финансовой системе США. Большая опасность таится в другом факторе: мы неэффективно эти деньги используем.

Г.А. Месяц: Есть ли альтернатива?

В.В. Ивантер: Альтернатива — вкладывать в собственную экономику. Конечно, существует научная проблема, касающаяся оптимального уровня валютных резервов, но на данном этапе для нас важнее другая — неадекватного подхода к нашей экономике со стороны тех, кто определяет её развитие.

Академик РАН **О.Н. Фаворский:** Состояние экономики определяется прежде всего состоянием промышленности, а о нём можно судить, в частности, по уровню развития станкостроения, в современной России разваленного. Восстановление этой важнейшей отрасли по силам только государству, никакой частник с этим не справится. Не пора ли разработать как одну из важнейших программу развития станкостроения на самом современном уровне?

В.В. Ивантер: В моём докладе, в частности, говорится, что “ключевой задачей по повышению темпов и качества роста в долгосрочной перспективе является запуск производства инвестиционных товаров”. Я думаю, вы правы. Развитие станкостроения как важнейшей отрасли находится в русле решения этой задачи.

Член-корреспондент РАН **Г.А. Тосунян:** В тучные двухтысячные годы, когда на страну сыпался “золотой дождь” из нефтедолларов, темпы её экономического роста могли бы быть гораздо выше при более благоприятном бизнес-климате и более качественной судебной-правовой системе. С моей точки зрения, в докладе недооценена роль этих факторов. Поясните, пожалуйста, вашу позицию.

В.В. Ивантер: Как говорится, есть объяснение, а есть оправдание. Когда мне говорят, что к нам инвестиции не идут, потому что суды несовершенны, это не объяснение. Это оправдание. А что у нас с судами? Здания ветхие или законы плохие? Если законы неправильные, надо принять другие законы. Если здания обветшали, давайте их отремонтируем или построим новые. Меня возмущает, что вместо решения проблем экономики мы рассуждаем о несовершенстве правоохранительной системы или наличии в ней коррупции. Разумеется, я за то, чтобы в стране всё делалось по закону, но против того, чтобы проблемы экономики связывать прежде всего с недостатками отечественной юриспруденции.

Академик РАН **Г.Г. Матишов:** Есть ли рецепты оздоровления экономики республик Северного Кавказа, в немалой степени теневой и дотационной?

В.В. Ивантер: Считаю, что в Чечне, например, достигнут важнейший результат: там не воюют. Сейчас надо добиться того, чтобы в этом регионе создавались новые рабочие места. Появятся они — многие существующие проблемы будут последовательно решаться. Это относится и к Дагестану.

Академик РАН **Л.И. Леонтьев:** Вами представлен очень интересный аналитический материал. А что бы вы могли посоветовать правительству для реализации ваших долгосрочных прогнозов?

В.В. Ивантер: Замечу, что мы плотно работаем с правительством. В Министерстве экономического развития считают, что для перехода на путь развития экономика ждёт трёх сигналов. Первый: отмена санкций или их смягчение. (Это мнение я не могу разделить: отмена санкций — далеко не панацея.) Сигнал второй: нужно снизить ключевую ставку. Третий сигнал: необходимы государственные инвестиции как стимул к развитию инвестиций частных. С двумя последними предложениями я абсолютно согласен.

Академик РАН **В.Л. Макаров:** Привлечён ли ваш институт к разработке “Стратегии—2030”?

В.В. Ивантер: Отвечу односложно: нет.

Академик РАН **В.Е. Фортов:** Как другие страны выходили из подобной тяжёлой экономической ситуации? Есть ли исторические аналогии?

В.В. Ивантер: Лучшая аналогия — из отечественной практики. Все помнят дефолт 1998 г. А как тогда повело себя правительство Е.М. Примакова? Оно начало вести разумную экономическую политику, адекватную ситуации. А ведь валютные резервы были копеечные, цены на нефть приближались к 9 долл. за баррель. Другой пример связан с практикой нулевых годов, когда наблюдался внутренне ориентированный инвестиционный рост. Да, многое тогда делалось неидеально, но если обращаться к сегодняшнему дню, необходимо признать, что и сегодня главная задача — вернуться к внутренне ориентированной экономической системе роста. Сейчас это сделать проще, потому что стартовая экономическая ситуация благоприятнее, чем в 1998 г.

В.Е. Фортов: Как вы считаете, способно ли государство в сегодняшнем его состоянии взять на себя ответственность за решение тех проблем, о которых шла речь в вашем докладе?

В.В. Ивантер: Это принципиальный вопрос. Не пора ли отказаться от рыночной экономики, поскольку она оказалась неэффективной, и решение всех проблем переложить на плечи госу-

дарства? Результат такого отказа не внушает оптимизма. Разумнее другой вариант: государство должно действовать активно, но при этом чётко определить свою роль, которая в рыночной экономике развитых стран очень велика. Кстати, по поводу инвестиций: Минэкономразвития России, как я упоминал, разделяет нашу позицию: их инициатором должно быть государство, тогда и бизнес активнее начнёт вкладывать средства в

экономику, но при этом он должен иметь доступ к деньгам. А возможности для этого есть: сегодня в России общий объём инвестиций близок к 15 трлн. руб. Колоссальная сумма, а инициатор этих вложений — государство на всех его уровнях. Проблемы нашей экономики решаемы. Как только государство начнёт вести себя ответственно, так же поведут себя бизнес и население.

СТАГНАЦИЯ ИЛИ РАЗВИТИЕ?

ОБСУЖДЕНИЕ НАУЧНОГО СООБЩЕНИЯ

Необходимость реализации экономической модели, обеспечивающей подлинный суверенитет России, — главный вывод, вытекающий из заслушанного доклада, отметил в своём выступлении заместитель председателя (главный экономист) Внешэкономбанка **А.Н. Клепач**. По его мнению, при продолжении проводимой ныне политики неизбежно существенное ослабление экономических позиций России в мире. Если в 2004 г. доля нашей страны в мировой экономике по паритету покупательной способности достигала очень скромных 3.5%, то к 2020 г. эта доля может оказаться ещё меньше — не более 3%. При этом другие страны не стоят на месте: экономика США, ЕС, не говоря о Китае, движется вперёд быстрее российской. Страна потеряла целое десятилетие, рискуя опуститься к 2018 г. на уровень 2008 г., а по уровню доходов населения, реальной заработной платы, инвестиций даже ниже, если в экономической политике ничего не менять. Но в докладе Института народно-хозяйственного прогнозирования РАН обращено внимание на то, что, несмотря на сокращение в реальном выражении денежной массы, пока ещё велики денежные накопления и населения и, что особенно важно, предприятий. Достаточна ликвидность банковского сектора. В промышленности есть незагруженные производственные мощности. Как все эти резервы задействовать? На этот счёт экономистами предлагаются разные рецепты. Один из них — поддерживать заниженный курс рубля и не допускать его сильного укрепления даже при возможном повышении цен на нефть. Второй рецепт — более активная политика доходов (за последние два года допущено резкое падение денежных доходов населения, особенно социальных групп, живущих только на заработную плату). Запуск в 2017—2018 гг. мер по росту доходов даст положительный эффект для роста экономики. Ещё один рецепт предполагает дополнительные меры, направленные на стимулирование инвестиционного роста как за счёт государственных инвести-

ций, так и за счёт расширения инвестиционно ориентированного кредитования в банковской системе, а также по линии институтов развития.

Заниженный курс рубля способствует ускорению экономического роста — ежегодно примерно на 0.8 процентных пункта в ближайшие два года. Это уже развитие, а не стагнация, отметил **А.Н. Клепач**, поэтому политика снижения курса рубля, а точнее, недопущение укрепления его в реальном выражении даёт ощутимый макроэкономический эффект. Но у этой меры есть цена: значимое ускорение инфляции. Другая мера — поддержка доходов населения — ведёт к существенному ускорению потребительского спроса, но с точки зрения увеличения темпов экономического роста не очень эффективна, потому что часть увеличения потребительского спроса обеспечивается импортом. В результате мультипликативный эффект, касающийся загрузки отечественных производственных мощностей, оказывается не достаточно велик. Наибольший же эффект с точки зрения подъёма экономики даёт третий рецепт: стимулирование инвестиционного роста. Для задействования упоминавшихся в докладе академика **В.В. Ивантера** факторов — производственного потенциала, трудовых ресурсов — неизбежно придётся менять параметры денежной и бюджетной политики. Конечно, нынешняя ситуация в экономике заметно отличается от сложившейся в восстановительный период 1999 г. и после кризиса 2009 г. Резкого увеличения темпов роста, несмотря на большую недозагрузку мощностей, по мнению **А.Н. Клепача**, ожидать не стоит. Простаивающие сегодня мощности нельзя загружать выпуском устаревшей продукции. Нужны новые технологии и новые продукты, а это требует дополнительных инвестиций и усилий, связанных с продвижением продуктов на рынок. Тормозом служат и многие институциональные барьеры. Деятельность бизнеса крайне зарегулирована, предпринимателям проще ниче-

го не делать, чтобы не столкнуться с претензиями прокуратуры, чем пытаться рисковать и выполнять работы по государственному заказу. Это не означает, что не надо бороться с коррупцией или не оздоравливать банковскую систему, но нужно учитывать, что в стране достигнут такой предел контроля, когда работающих скоро окажется меньше, чем тех, кто их контролирует.

Один из ключевых вопросов касается инерционности экономики. Нынешняя её структура ещё более тяжеловесна, чем в 2007 г. Доля топливно-энергетического и сырьевого секторов по-прежнему велика, а доля машиностроения снижена. Велики региональные дисбалансы. Проводимая региональная и пространственная политика нацелена на окраины страны: Арктика, Дальний Восток, Северный Кавказ, Калининградская область. А какое будущее ждёт центральные области России? Не следует забывать, что именно на этих территориях сконцентрированы интеллектуальные, в том числе и инженерные, ресурсы. Без подъёма глубинных регионов страна не сделает инновационного технологического рывка, не будет она и социально устойчивой. России необходимо предложить новую модель промышленной и научно-технологической политики. С разработкой такой модели, полагает А.Н. Клепач, мог бы справиться Институт народно-хозяйственного прогнозирования РАН при участии других институтов Российской академии наук.

Главный редактор журнала “Эксперт” **В.А. Фадеев** поддержал основные позиции доклада академика В.В. Ивантера, подчеркнув, что для вывода страны на траекторию экономического роста требуются не абстрактные меры по улучшению бизнес-среды, которые в неопределённо далёком будущем приведут к неким улучшениям, а сугубо практические действия по расширению выпуска промышленной и сельскохозяйственной продукции, развитию территорий, действия, по которым можно будет судить, каких результатов, каких показателей в той или иной области страна достигнет через год, два, пять лет. В качестве механизма реализации такой политики можно рассматривать облигационное финансирование хозяйства. Активно развивающийся сектор жилищной ипотеки — прекрасный пример того, как с помощью облигаций налаживается финансирование жилищного строительства. В мировой практике применяется немало инструментов, с помощью которых государство снижает стоимость денег. По словам В.А. Фадеева, для многократного роста расходов на обновление промышленности и сельского хозяйства стране необходимо пойти на увеличение внутреннего государственного долга. В развитых странах он достигает 50–60% ВВП, потому что они ориентированы на поддержку собственной экономики, в России — всего лишь 7–9%. Сложившееся положение не меняется на

протяжении многих лет, потому что люди, придерживающиеся не имеющих отношения к российской реальности взглядов, до сих пор определяют решения финансово-экономического блока правительства.

Академик РАН **Р.И. Нигматулин** обратил внимание присутствующих на то обстоятельство, что при обсуждении макроэкономических проблем недостаточно внимания уделяется вопросам сбалансированности экономики. Хорошо известный специалистам метод межотраслевого баланса, активно применявшийся в нашей стране на протяжении десятилетий, практически забыт, хотя в других странах его активно используют. Игнорируется и проблема спроса, который академик Л.И. Абалкин называл единственным двигателем рыночной экономики. Одно из необходимых условий экономического роста — прогрессивная шкала налогообложения, но на протяжении многих лет её введение отвергается правительством, убедительные аргументы сторонников ликвидации действующей плоской шкалы остаются неуслышанными.

Как отметил доктор юридических наук **А.В. Габов**, заместитель директора Института законодательства и сравнительного правоведения при Правительстве РФ, в докладе самым тесным образом переплетены экономические и правовые составляющие. Предлагаемые Институтом народно-хозяйственного прогнозирования РАН механизмы восстановления экономического роста лежат в русле действующей Конституции РФ, то есть абсолютно доступны и могут быть реализованы при определённой политической воле и общественном консенсусе. Доклад в полной мере учитывает положение Конституции РФ о том, что Россия является государством с социально-ориентированной рыночной экономикой. К сожалению, на практике это положение часто игнорируется.

А.В. Габов поддержал вывод о том, что причина нынешнего экономического спада в России кроется не во внешних, а во внутренних факторах. Он также солидаризировался с позицией авторов доклада, предлагающих отказаться от тотального использования тендеров при госзакупках. В самом желании усилить конкурентное начало при проведении госзакупок ничего плохого нет, однако надо концентрироваться не на слепом наблюдении форм, а на конечном результате, тем более что практика показывает: повсеместная “тендеризация” не стала панацеей ни с точки зрения повышения эффективности деятельности, ни с точки зрения избавления от коррупции.

В ходе дискуссии академик РАН **Г.А. Романенко** как вице-президент РАН, курирующий вопросы развития агронаук, с использованием убедительного статистического материала опроверг

широко распространённое представление, прозвучавшее и на заседании Президиума РАН, что большую часть семенного материала зерновых и других культур Россия закупает за рубежом. По его словам, это абсолютно не соответствует практике последних лет, свидетельствующей о другом: большая часть высеваемых семян — отечественного производства.

Резкую оценку экономической практики последних двух десятилетий дал научный руководитель Института экономики РАН член-корреспондент РАН **Р.С. Гринберг**. Примитивизация экономики и поляризация доходов самых богатых и самых бедных граждан усиливаются. Надежды на то, что Россия в ближайшие годы выйдет на международные рынки с конкурентоспособными товарами, сильно преувеличены. У нашей страны нет шансов конкурировать на мировом рынке с КНР по потребительским товарам, почти нет шансов конкурировать с Германией или, например, Швейцарией по инвестиционным товарам. Но Россия должна активнее производить то, что у неё хорошо получается. Что же именно?

Культурологические исследования показывают, что россияне — творческие, креативные люди. Они любознательны, занимаются наукой, но не любят делать одно и то же хорошо каждый день. Их “конёк” — уникальные проекты. К сожалению, их интеллектуальный потенциал используется не в полную силу, слабеет, деградирует. Способные люди уезжают из страны, укрепляя мощь геополитических противников России. Наряду с интеллектуальным не иссяк природный потенциал: 1.5 трлн. долл. получено в нулевые годы от продажи нефти и газа. В сложившейся обстановке необходимо активнее использовать третий потенциал — пространственный. Высокоскоростные железные дороги важны как фактор геополитики, они скрепляют страну, уменьшают опасность сепаратистских поползновений. Будущая высокоскоростная железная дорога “Азия—Европа” должна, по мнению Р.С. Гринберга, иметь две ветки: одну — северную, проходящую через 26 регионов России, другую — южную, соединяющуюся с северной в районе Новосибирска. Не менее важны и автомобильные магистрали, в стране до сих пор совсем мало хороших дорог, связывающих регионы. Опыт масштабного дорожного строительства в мире накоплен, достаточно сказать, что в США в 1950-е годы было построено 80 тыс. км шоссе-ных дорог, в Китае в 1990-е годы — 170 тыс. км. В Российской Федерации всего 15 тыс. км таких дорог, так что работы на будущее — непочатый край.

Конечно, говоря о развитии страны, нельзя сбрасывать со счетов и массовое жилищное строительство, но оно непосредственно не конкурирует с экономикой других стран. С другой сторо-

ны, надо поддерживать отечественные бренды — выпуск первоклассных самолётов, вертолёт, грузовиков, вагонов, то есть транспортное машиностроение в целом. Но для этого, конечно, нужна политическая воля.

Р.С. Гринберг также поддержал прозвучавшее в ходе дискуссии предложение отказаться от плоской шкалы налогообложения на доходы: в условиях сложившейся в России колоссальной имущественной дифференциации это нонсенс, и высказался против тотальной коммерциализации образования, науки, культуры и здравоохранения.

В короткой реплике академик РАН **О.Н. Фаворский** отметил: в США существует закон, по которому новейшее поколение станков может продаваться только американским заводам со стопроцентным американским капиталом. Предыдущее поколение продаётся американским заводам с участием иностранного капитала. И только третье по возрасту поколение может продаваться за рубеж. Поэтому оптимистичное мнение, что Россия способна купить новейшие станки и технологии за рубежом, ошибочно. И то, и другое надо создавать самим при руководящей роли государства.

Взявший затем слово академик РАН **А.А. Кокошин** отметил, что в 1990-е годы, несмотря на все трудности, во многом благодаря массовым поставкам различных видов вооружения в Индию и Китай, удалось сохранить ядро оборонно-промышленного комплекса. Решения об этих поставках носили политический характер, но современная реальность такова, что экономика в колоссальной степени зависит от политики. Сегодняшние успехи отечественного ОПК — результат не только политических решений, но и колоссального самоотверженного труда инженеров, рабочих и старого корпуса директоров, то есть кадров, доставшихся современной России в наследие от Советского Союза.

Существует заблуждение, что оборонно-промышленный сектор развивается в технологическом отношении быстрее, чем гражданские наукоемкие технологии. В действительности на протяжении последних 15–20 лет гораздо быстрее развиваются эти последние, поэтому именно из них в оборонно-промышленный комплекс должна постоянно поступать “свежая кровь” — молодые талантливые кадры. Неслучайно и в США, и в Китае в поиске свежих идей для нужд обороны ставка делается почти исключительно на гражданские высокотехнологические компании. Такая задача должна ставиться и в России. И не только применительно к проблемам ОПК. Как полагает А.А. Кокошин, наряду с крупными госкомпаниями средние высокотехнологические компании должны сыграть решающую роль в изменении

структуры отечественной экономики. По оценкам, таких компаний в России должно быть в десятки раз или на два порядка больше, чем в настоящее время, а Академии наук надо усилить взаимодействие с ними. Удивительно, но эти компании, а часто руководят ими выходцы из Российской академии наук, МФТИ, МВТУ, МГУ, развиваются и в условиях кризиса, причём стараются опереться на собственные научно-технические наработки.

По мнению А.А. Кокошина, при ведении экономической деятельности, в том числе инвестиционной, необходимо учитывать геополитические риски. Добиться реального суверенитета страны невозможно без серьёзного планирования развития экономики. В своё время индикативное планирование вывело вперёд многие страны, но в последние годы и оно значительно модернизировалось, сегодня это уже совсем не такие планы, какие принимались в Советском Союзе. В Рос-

сийской Федерации Закон о стратегическом планировании принят, но до сих пор не разработаны механизмы его реализации. Формула индикативного интерактивного планирования в России не осознана, потому что она требует колоссальных интеллектуальных и организационных усилий. Такое планирование предполагает участие в решении новых задач различных групп общества – учёных, профсоюзов, политических деятелей.

Подводя итоги обсуждения, президент РАН академик **В.Е. Фортов** высказал пожелание ознакомиться с докладом В.В. Ивантера высшее руководство страны.

Материалы обсуждения подготовил к печати
С.С. ПОПОВ,
“Вестник РАН”, Москва, Россия
ssp1950@mail.ru

ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

ВЛАСТЬ И НАУКА

КОММЕНТАРИИ К ОТЧЁТУ НАУЧНОГО СОВЕТА СО РАН
ПО ПРОБЛЕМАМ ОЗЕРА БАЙКАЛ

© 2017 г. И.В. Бычков, И.И. Максимова, А.Н. Кузнецова

Иркутский научный центр СО РАН, Иркутск, Россия

e-mail: bychkov@icc.ru; maksimova.irina.il@gmail.com; an@isc.irk.ru

Поступила в редакцию 11.04.2016 г.

В статье представлены результаты работы за 2015 г. по ключевым проблемам сохранения озера Байкал. Оценивается степень реализации Федеральной целевой программы “Охрана озера Байкал и социально-экономическое развитие Байкальской природной территории на 2012–2020 годы”. На основе анализа результатов участия Научного совета СО РАН в организации и обеспечении взаимодействия с органами власти по ключевым вопросам выдвинуты предложения, касающиеся срочных мер государственного регулирования в сфере охраны озера. Для сохранения Байкала необходимо создать условия, при которых позицию научного сообщества стало бы невозможно игнорировать, считают авторы. Ключевую роль здесь играют согласованность позиций научного сообщества и включение Научного совета СО РАН в экспертную систему Российской академии наук в качестве органа, формирующего такую согласованную позицию.

Ключевые слова: охрана озера Байкал, эффективность инструментов государственного регулирования, обеспечение взаимодействия с органами власти, статус Научного совета СО РАН по проблемам озера Байкал в системе Российской академии наук.

DOI: 10.7868/S0869587317010029

Созданный в 2002 г. Научный совет СО РАН по проблемам озера Байкал¹ осуществляет научную экспертизу и предоставляет в Сибирское отделение РАН заключения по крупным проектам, связанным с использованием природных ресурсов в бассейне озера, а также по другим мероприятиям, законодательным и нормативным инициативам, касающимся озера Байкал и Байкальской природной территории.

Работа Научного совета в 2015 г. была в значительной степени направлена на координацию и

организацию научного обоснования законодательных и практических решений по охране озера и социально-экономическому развитию Байкальской природной территории. Основные направления работы Научного совета включают:

- обоснование, экспертизу и подготовку предложений к проектам нормативных актов в сфере охраны озера Байкал и развития Байкальской природной территории;
- координацию и участие в подготовке предложений в программы научных исследований, вы-



БЫЧКОВ Игорь Вячеславович – академик РАН, научный руководитель ИНЦ СО РАН. МАКСИМОВА Ирина Ильинична – доктор экономических наук, старший научный сотрудник Отдела региональных экономических и социальных проблем ИНЦ СО РАН. КУЗНЕЦОВА Анна Николаевна – кандидат экономических наук, ведущий научный сотрудник Отдела региональных экономических и социальных проблем ИНЦ СО РАН.

полняемых в рамках федеральных целевых программ и ведомственных расходов по вопросам охраны озера Байкал и развития Байкальской природной территории;

- формирование и представление предложений в органы власти и иные организации по вопросам охраны озера Байкал и развития Байкальского региона, в том числе участие в подготовке, принятии решений, работе, выступлении с докладами на заседаниях Межведомственной комиссии по вопросам охраны озера Байкал, Межведомственной комиссии Совета безопасности РФ по экологической безопасности и чрезвычайным ситуациям по вопросу “О дополнительных мерах по обеспечению экологической безопасности на Байкальской природной территории”, совещаниях представителей уполномоченных органов власти России и Монголии по вопросам использования водных ресурсов бассейна реки Селенги и влияния на состояние экосистемы озера Байкал, Координационного совета при полномочном представителе Президента РФ в Сибирском федеральном округе по социально-экономическому развитию Байкальского региона; подготовка и представление информации в виде аналитических записок и заключений в Генеральную прокуратуру РФ, Счётную палату РФ, губернатору Иркутской области, в Государственную думу и Совет Федерации Федерального собрания РФ, Общественную палату РФ; взаимодействие с органами власти по основным проблемам в сфере охраны озера Байкал и предотвращения угроз экосистеме;

- формирование и реализацию предложений по созданию системы мониторинга уникальной экосистемы озера Байкал;

- взаимодействие с общественными природоохранными организациями.

ПРОБЛЕМЫ ЭКОСИСТЕМЫ БАЙКАЛА И ОЦЕНКА ПРИНИМАЕМЫХ ГОСУДАРСТВОМ МЕР ПО ИХ РЕШЕНИЮ

В последнее время фиксируются изменения состояния прибрежной зоны Байкала, свидетельствующие о крупномасштабной скрытой эвтро-

фикации (насыщение водоёмов биогенными элементами) мелководной и заплесковой зон под воздействием избытка биогенных элементов, прежде всего азота и фосфора. Это связано со сбросом неочищенных сточных вод из посёлков и применением моющих средств, содержащих фосфаты [1].

В 2013–2014 гг. обнаружены гигантские береговые скопления гниющих водорослей, достигающие на Северном Байкале по сырому весу 90 кг/м². В мелководной зоне практически всего озера обнаружено поражение эндемичных байкальских губок, которые считаются индикатором чистоты воды. За последние два-три года эти явления быстро прогрессировали. Наиболее вероятные причины негативных процессов – многолетний сброс неочищенных сточных вод (в связи с моральным и физическим износом существующих очистных сооружений или их отсутствием в населённых пунктах водосборного бассейна), а также сброс фекальных и подсланевых вод с многочисленных судов [2–4].

В странах Евросоюза действует запрет на продажу детергентов (катионные мыла – вещества, обладающие высокой поверхностной активностью) с содержанием фосфора свыше 0.5%. С июля 2013 г. запрещено использовать в бытовых нуждах фосфоросодержащие средства для стиральных, а с января 2017 г. и для посудомоечных машин [5].

Сейчас в России действует ГОСТ, допускающий содержание фосфорнокислых солей в бытовых моющих средствах до 18%. В проекте Технического регламента Таможенного союза “О безопасности синтетических моющих средств и товаров бытовой химии” предусмотрено незначительное (17%) повышение требований к содержанию фосфатов [6]. Для озера Байкал и окружающей природной территории содержание фосфора в моющих средствах должно составлять не более 0.5%, а нормы сброса не должны превышать естественных для Байкала концентраций этих биогенов.

Помимо ограничения содержания фосфора в моющих средствах, неотложными мерами являются:

- строительство новых и реконструкция старых очистных сооружений и систем водоотведения прибрежных городов и посёлков, турбаз и гостиниц, а также новых станций приёма подсланевых и бытовых вод с кораблей;

- строительство мусоросортировочных и мусороперегрузочных станций и полигонов твёрдых бытовых отходов;

- модернизация систем теплоснабжения с переводом на экологически чистые технологии.

¹ Руководителем Научного совета является научный руководитель ИИЦ СО РАН академик И.В. Бычков. Заместителями председателя Научного совета утверждены академики М.И. Кузьмин, М.А. Грачёв, Н.Л. Добрецов, Б.В. Базаров. В бюро Научного совета включены академики М.И. Эпов, А.К. Тулохонов, член-корреспондент РАН Д.П. Гладкочуб, доктор географических наук В.М. Плюснин, учёные секретари – кандидат физико-математических наук Г.С. Жамсуева, кандидат экономических наук А.Н. Кузнецова, доктор экономических наук И.И. Максимова. В составе членов Научного совета – директора и научные сотрудники иркутских, улан-удэнских, новосибирских, читинских институтов, подведомственных ФАНО России и работающих под методическим руководством Сибирского отделения РАН, представители вузов Иркутска. Всего в составе Научного совета 34 человека.

Следует отметить, что целенаправленных и комплексных исследований по выявлению причин крупномасштабного биологического загрязнения прибрежной зоны Байкала не проводилось. Необходимы анализ и выработка мер по корректировке мониторинга экосистемы озера, формированию инструментов государственного регулирования. Многократные обращения академических институтов и Научного совета СО РАН в различные инстанции получают отрицательные ответы.

Средством решения проблем должна была стать Федеральная целевая программа «Охрана озера Байкал и социально-экономическое развитие Байкальской природной территории на 2012–2020 годы» (постановление от 21 августа 2012 г. № 847). Программу часто необоснованно изменяли, а её реализация оказалась неэффективной. Так, в апреле 2015 г. Минприроды России были внесены предложения о корректировке программы. В течение 2015 г. проект постановления был согласован федеральными ведомствами и вынесен на утверждение Правительством РФ. Он предполагал снижение общего объёма финансирования программы с 58158.5 млн. руб., в том числе за счёт средств федерального бюджета – 48381.1 млн. руб., до 53850.2 млн. руб. (на 7.5%), в том числе за счёт средств федерального бюджета – 46918.3 млн. руб. (на 3%). При этом расходы на прикладные научные исследования и экспериментальные разработки гражданского назначения сокращены с 464.1 до 301.6 млн. руб. (на 35%), капитальные вложения – с 33513 до 25079.3 млн. руб. (на 25.2%).

Предполагаемые изменения сказываются на результатах реализации программы. Вместо запланированного ранее сокращения поступления в акваторию озера Байкал загрязнённых сточных вод на 68.4% произойдет сокращение только на 29.3%, а вместо уменьшения объёмов переработанных и не размещённых на полигонах отходов до 19.6% определена цифра в 57.2%.

Главный фактор перераспределения средств программы на 2015–2017 гг. – исключение из финансирования следующих позиций: «Строительство, модернизация и реконструкция комплексов очистных сооружений и систем водоотведения на территориях субъектов Российской Федерации, расположенных на Байкальской природной территории»; «Строительство мусоросортировочных и мусороперегрузочных станций и полигонов твёрдых бытовых отходов на территориях субъектов Российской Федерации, расположенных на Байкальской природной территории» и «Мероприятия по модернизации систем теплоснабжения с переводом на экологически чистые технологии на территориях субъектов Российской Федерации, расположенных на Байкаль-

ской природной территории». Сокращение финансирования по указанным направлениям до 2020 г. составляет примерно треть по каждой позиции. Заказчиком всех этих направлений является Минстрой России. Одновременно планировалось увеличить расходы на «Реализацию мероприятий по ликвидации негативного воздействия отходов, накопленных в результате деятельности ОАО «Байкальский целлюлозно-бумажный комбинат»» (с 2.8 до 6.6 млрд. руб.) и осуществить новый проект «Реализация мероприятий по ликвидации промышленной площадки и объектов инфраструктуры ОАО «Байкальский целлюлозно-бумажный комбинат», включая рекультивацию земель и благоустройство территории» в объёме более 4.5 млрд. руб. за 2016–2017 гг. При этом есть опасения касательно безопасности проектов для экосистемы озера. Заказчик обоих проектов – Минприроды России.

Отказ от финансирования очистных сооружений и достоверных научно обоснованных мер по прекращению биологического загрязнения не позволит создать условия для сокращения эвтрофикации прибрежной зоны озера Байкал.

Что касается кратного увеличения финансирования проекта ликвидации накопленных отходов Байкальского ЦБК, то институты Сибирского отделения РАН, депутаты Государственной думы и Федерального собрания РФ, а также общественные организации неоднократно обращались по этому поводу в уполномоченные ведомства. Причина тому – серьёзные нарушения действующего законодательства при проведении государственной экологической экспертизы проекта (2014), представленного на повторную экспертизу через двое суток после получения отрицательного заключения. И это несмотря на то, что в соответствии с действующим законодательством заказчик должен был значительно переработать проект. При этом ведомства отказываются предоставлять Научному совету материалы проекта, получившего положительное заключение, что свидетельствует о возможном сокрытии важной информации при проведении государственной экологической экспертизы.

Обоснованность срочной оценки материалов проекта ликвидации накопленных отходов Байкальского ЦБК подтверждена решением Межведомственной комиссии Совета безопасности РФ по экологической безопасности и чрезвычайным ситуациям по теме «О дополнительных мерах по обеспечению экологической безопасности на Байкальской природной территории» от 02.03.2015 (Протокол утверждён секретарём Совета безопасности РФ 15.04.2014 г.). Приняты решения поручить Правительству РФ обеспечить проведение дополнительного обсуждения проекта ООО «ВЭБ Инжиниринг» по ликвидации промыш-

ленных отходов ОАО “Байкальский целлюлозно-бумажный комбинат”, в том числе на заседании Межведомственной комиссии по вопросам охраны озера Байкал и с привлечением Общественного института экологической экспертизы. Также дано поручение Генеральной прокуратуре РФ осуществить проверку законности в отношении соблюдения условий проведения государственной экологической экспертизы. Осуществление данного проекта, по мнению учёных и общественности, может угрожать состоянию экосистемы Байкала, а также являться объектом коррупционных сделок. Обращения учёных, поручения Совета безопасности РФ, официальная позиция Генеральной прокуратуры РФ по данному вопросу игнорируются Минприроды России и Росприроднадзором.

Экологические угрозы реализации проекта очень велики. В него не включены разделы и меры по предотвращению вероятного катастрофического селевого потока с глобальной экологической угрозой. Отсутствуют очистные сооружения промышленных стоков. Проект не предполагает строительство и эксплуатацию специальных очистных сооружений для обезвреживания и сброса надшламовых и осветлённых вод.

После двухлетних усилий 6 апреля 2016 г. Генеральная прокуратура РФ по результатам проведённой проверки вынесла предложение министру природных ресурсов и экологии РФ принять меры по устранению нарушений законодательства об экологической экспертизе и привлечь к ответственности причастных к этому должностных лиц (<http://www.genproc.gov.ru/smi/news/genproc/news-1071920/>). Однако по состоянию на сентябрь 2016 г. разрешение на реализацию проекта не отменено, новый проект ликвидации накопленного ущерба деятельности Байкальского ЦБК не подготовлен. Таким образом, сохраняется угроза экосистеме озера Байкал на высокосейсмичной территории.

Проблема обоснования экологически допустимых режимов регулирования уровня озера Байкал [7], ставшая причиной принятия в феврале 2015 г. специального постановления Правительства РФ, разрешившего снизить нормативно установленный уровень озера в 2015 г., в настоящее время рассматривается только в рамках социально-энергетических исследований, поскольку научных данных о последствиях для экосистемы не существует. В июле 2016 г. (постановление Правительства РФ от 1 июля 2016 г. № 626 “О максимальных и минимальных значениях уровня воды в озере Байкал в 2016–2017 годах”) Правительством РФ принято решение о допустимом на 2016 и 2017 гг. снижении уровня воды в озере Байкал до отметки 455.54 м (в тихоокеан-

ской системе высот) и повышения до отметки 457.85 м.

Научным сообществом (Научный совет СО РАН по проблемам озера Байкал, более 15 институтов ФАНО России, расположенных в Иркутске и Улан-Удэ) был согласован подход к комплексному исследованию, результатом которого должны стать предложения по управлению уровневый режимом озера с учётом экологических, водохозяйственных, энергетических, социальных, экономических требований и ограничений. Работу нужно выполнить комплексно, с формированием необходимых мер ведомствами, участвующими в государственном регулировании охраны Байкала. Проект Научного совета СО РАН был направлен в Минприроды России. На заседании Межведомственной комиссии по вопросам охраны озера в июле 2015 г. министр дал гарантии его финансирования, однако по состоянию на сентябрь 2016 г. подвижек не наблюдается.

Серьёзнейшими проблемами для экосистемы Байкала чреватые планы Республики Монголия по строительству гидроэлектростанций в бассейне реки Селенги [8], что неоднократно обсуждалось в течение 2015 г. на ведомственном, межведомственном и межгосударственном уровнях. Необходимо срочно сформировать единую межгосударственную концепцию использования и охраны водных ресурсов и экосистем трансграничного бассейна реки Селенги, включая оценку возможных изменений водного режима и внутригодового распределения стока в результате строительства и эксплуатации ГЭС Шурэн и других ГЭС в трансграничном бассейне, рекомендации по минимизации воздействия на экосистему и водохозяйственный комплекс трансграничного бассейна Селенги в пределах Российской Федерации.

В настоящее время начата работа по теме “Научные исследования по оценке воздействия на трансграничный бассейн реки Селенга в границах Российской Федерации в связи с планами строительства гидроэнергетических объектов на территории Монголии” в рамках федеральной целевой программы “Развитие водохозяйственного комплекса Российской Федерации в 2012–2020 годах”. До конца 2017 г. планируется подготовить научно обоснованные оценки воздействия планируемых гидротехнических сооружений Монголии на трансграничный бассейн Селенги в границах России, а также научно обоснованные предложения по взаимовыгодному использованию трансграничных водных ресурсов между Россией и Монголией, включая совершенствование организационных, правовых, нормативно-методических и информационных методов сотрудничества.

2 февраля 2015 г. было принято постановление Правительства РФ № 85 “Об осуществлении го-

сударственного экологического мониторинга уникальной экологической системы озера Байкал”, которое содержит четыре правовые новации [9]:

- определён конкретный перечень органов власти, осуществляющих государственный мониторинг, при этом в нормативных актах, устанавливающих полномочия федеральных ведомств и органов власти субъектов РФ, полномочия по государственному мониторингу прописаны только в Положении о Росгидромете (в пределах компетенции ведомства);

- главным органом по осуществлению государственного мониторинга назначено Минприроды России, поскольку оно является первым в перечне органов власти, осуществляющих государственный мониторинг; причём в постановлении Правительства РФ № 681 от 09.08.2013 г. “О государственном экологическом мониторинге (государственном мониторинге окружающей среды) и государственном фонде данных государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды)” в качестве главного ведомства указан Росгидромет, а в Положении о Минприроды России не упоминаются его полномочия по государственному мониторингу;

- указано на необходимость учёта экологического зонирования Байкальской природной территории в ходе государственного мониторинга (в настоящее время не осуществляется);

- сформулировано требование учёта особого режима хозяйственной и иной деятельности, осуществляемой на Байкальской природной территории при проведении государственного мониторинга (в настоящее время не осуществляется).

Уникальность экосистемы озера Байкал диктует необходимость внесения серьёзных изменений как в действующие виды мониторинга, так и в обоснование и создание новых. Поскольку современные программы не учитывают уникальность и специфику объекта мониторинга, требуется устранить противоречия действующих правовых актов, а также научно обосновать и принять новые нормативные акты. Необходимо определить федеральный орган исполнительной власти, ответственный за мониторинг Байкала. В этих целях надо вносить поправки в действующие постановления Правительства РФ об экологическом мониторинге и в Положения о ведомствах, в том числе в Положение о Минприроды России.

В целях создания комплексной системы экологического мониторинга экосистемы Байкала необходимо нормативно установить статус и порядок взаимодействия с ключевыми системами мониторинга, а именно, с производственным, социально-гигиеническим и мониторингом чрез-

вычайных ситуаций. Требуется внести поправки в нормативные акты с положениями о Росприроднадзоре, Роспотребнадзоре, МЧС, Минприроды России, а также в действующие постановления Правительства РФ об экологическом мониторинге.

Реализация положений постановления о мониторинге экосистемы Байкала в значительной степени зависит от новой статьи № 17 Федерального закона “Об охране озера Байкал”. Перестройка системы учёта источников антропогенного воздействия в соответствии с экологическим зонированием, а также необходимые изменения в статистической отчётности являются превентивными мерами для реализации рассматриваемого постановления. Эти меры должны быть институционализированы, необходима реализация нормы о наблюдениях в разрезе экологических зон Байкальской природной территории, что требует нормативного утверждения в рамках земельного кадастра.

Для реализации нормы о наблюдениях с учётом особенностей уникальной экосистемы озера нужно нормативно утвердить отчётность как статистическую, так и по контролю и надзору по категориям веществ, классифицируемых с точки зрения степени опасности для экосистемы. Перечни веществ определены приказом Минприроды России от 5 марта 2010 г. № 63 “Об утверждении нормативов предельно допустимых воздействий на уникальную экологическую систему озера Байкал и перечня вредных веществ, в том числе веществ, относящихся к категориям особо опасных, высокоопасных, опасных и умеренно опасных для уникальной экологической системы озера Байкал”. Кроме того, новые подходы к экологическому мониторингу в России потребуют не только научного, методического, правового и институционального обеспечения, но и современного оборудования и подготовки высококвалифицированных кадров [10].

УЧАСТИЕ НАУЧНОГО СОВЕТА СО РАН В ОРГАНИЗАЦИИ И ОБЕСПЕЧЕНИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ОРГАНАМИ ВЛАСТИ

Максимальные усилия были направлены на предоставление органам власти информационно-аналитических материалов касательно загрязнения прибрежной зоны, катастрофических изменений в экосистеме Байкала. Комиссия Совета безопасности РФ приняла соответствующие решения; от имени депутатов Государственной думы и членов Совета Федерации направлены обращения в Генеральную прокуратуру РФ и Правительство РФ; по официальной информации Росприроднадзора и региональных органов Прокуратуры РФ, в Северобайкальске прекращён сброс неочищенных сточных вод со станции мой-

ки вагонов в муниципальную канализацию города, а также признан факт распространения в ряде прибрежных территорий несвойственных Байкалу водорослей. Проблемы постоянно обсуждаются на совещаниях в федеральных ведомствах, межведомственных комиссиях по вопросам охраны озера Байкал, СМИ. Департамент водных ресурсов и гидрометеорологии Минприроды России и Росгидромет поддерживают включение мониторинга прибрежной зоны (в виде самостоятельного раздела) в состав программ системы мониторинга экосистемы озера, Росприроднадзор проводит проверку очистных сооружений посёлков и организаций на побережье. В то же время Минприроды России отказывается включать соответствующие темы в состав федеральных целевых программ. Представители ведомства, а также Росприроднадзора и Министерства природных ресурсов Иркутской области в публичных выступлениях объясняют крупномасштабное биологическое загрязнение прибрежной зоны климатическими изменениями. Меры по строительству и модернизации очистных сооружений не предпринимаются.

Другим направлением работ по решению проблем прибрежной зоны стало обоснование совместно с Лимнологическим институтом СО РАН (ЛИН СО РАН) разработки предложений по сокращению поступления фосфатов в озеро. Промежуточным результатом можно считать решение Межведомственной комиссии по вопросам охраны озера Байкал в июле 2015 г. о необходимости установления нормативов содержания фосфатов в моющих средствах в размере 0.5% против действующей нормы 18%. Минпромторгу России дано поручение внести в Евразийскую экономическую комиссию предложение по изменению регламента Таможенного союза «О безопасности синтетических моющих средств и товаров бытовой химии», ужесточая тем самым нормативы содержания фосфатов в синтетических моющих средствах.

Основным инструментом решения проблем охраны озера Байкал должна была стать Федеральная целевая программа, которая разрабатывалась с 2009 г. и была принята в 2012 г. Несмотря на то, что в её подготовке принимали участие учёные, многие концептуальные и программные предложения учтены не были. На протяжении всего периода реализации программы Научный совет СО РАН совместно с академическими институтами разрабатывал предложения по внесению изменений в ФЦП, в частности, с целью выдвигения на передний план требования о строительстве и модернизации очистных сооружений и сооружений по приёму отходов и посланевых вод на побережье озера. Предполагались организационные и экспертные мероприятия по подготовке и оценке программных проектов, а также

корректировка запланированных и включение дополнительных мер, подготовка проектов технических заданий.

На заседании Межведомственной комиссии по вопросам охраны озера Байкал в июле 2015 г. были приняты решения по корректировке индикаторов и показателей ФЦП, приоритету строительства и модернизации очистных сооружений для посёлков и организаций на побережье, строительству сооружений по приёму отходов судов в акватории озера. Тем не менее утверждённые решения до настоящего времени не исполняются.

Материалы по оценке программы и хода её выполнения, подготовленные Научным советом, представлены Минприроды России, ФАНО, Российской академии наук, Сибирскому отделению РАН, Комиссии Совета безопасности РФ по экологической безопасности, Государственной думе, губернатору и Правительству Иркутской области, Общественной палате РФ, Счётной палате РФ. Решения, поддерживающие выводы и предложения Научного совета, были приняты на заседании Комиссии Совета безопасности РФ по экологической безопасности, поддерживающие письма направлены в Минприроды России от имени Правительства Иркутской области. Минприроды России всё это оставило без ответа.

Научным советом СО РАН совместно с Институтом систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН (ИСЭМ СО РАН) представлялись обоснования и предложения по действиям государства в целях смягчения последствий реализации планов по строительству ГЭС в бассейне реки Селенги. Члены Научного совета принимали участие в подготовке и проведении российско-монгольского совещания в Улан-Баторе (март 2015 г.), а также в Совещании уполномоченных Правительства РФ и Правительства Монголии по выполнению Соглашения по охране и использованию трансграничных вод (апрель 2015 г.). Был подготовлен проект технического задания по разработке Единой межгосударственной концепции охраны и использования водных ресурсов трансграничного бассейна реки Селенги.

Информация научных институтов по данной проблеме явилась базой для формирования позиции уполномоченных федеральных ведомств при переговорах с монгольской стороной. Были приняты двусторонние решения о подготовке совместной оценки влияния строительства ГЭС в Монголии, разработке Концепции использования трансграничных водных ресурсов. Председатель Научного совета И.В. Бычков включён в официальную делегацию уполномоченных Правительства РФ и Правительства Монголии по выполнению соглашения. Однако до настоящего времени государственные органы не приняли ре-

шения о выполнении проектов и разработке концепции.

По результатам решений Правительства РФ был разработан (завершён в декабре 2015 г.) проект по обеспечению исполнения постановления о допустимых уровнях регулирования озера Байкал в рамках ведомственных расходов Росводресурсов. Учёные ИНЦ СО РАН, ИСЭМ СО РАН и других академических институтов участвовали в данной работе. Была выполнена НИР «Обоснование допустимого диапазона колебаний уровня озера Байкал (Иркутского водохранилища) с учётом технических возможностей регулирования и социально-экономических ограничений в нижнем бьефе Иркутской ГЭС в условиях нормальной, экстремально высокой и экстремально низкой водности» как часть проекта «Оценка связи (влияния) уровенного режима озера Байкал (Иркутского водохранилища) с его экологическим состоянием и современными социально-экономическими требованиями региона в условиях экстремально высокой и экстремально низкой водности. Анализ нормативных правовых основ регулирования стока и предложения по их совершенствованию».

Подтверждено, что постановление Правительства РФ от 26 марта 2001 г. № 234 «О предельных значениях уровня воды в озере Байкал» не может быть выполнено без существенных нарушений как назначенного метрового диапазона, так и экологических и социально-экономических условий в верхнем и нижнем бьефах Иркутского гидроузла, причём это относится не только к условиям экстремальной водности, но и к повышенной и пониженной водности [11]. Даны рекомендации по возможным способам регулирования озера Байкал при условии выполнения экологических и социально-экономических ограничений.

Были сделаны выводы о плохой изученности экосистемы Байкала с точки зрения влияния изменений гидрологического режима на основные биологические процессы, что подтверждает необходимость комплексного научного обоснования предложений по управлению уровенным режимом озера.

В течение 2015 г. сотрудники ЛИН СО РАН совместно с другими институтами и общественными организациями продолжали активно работать над обоснованием экспертной оценки одобренного Государственной экологической экспертизой проекта ликвидации накопленных отходов Байкальского целлюлозно-бумажного комбината, а также нарушений действующего законодательства в процессе проведения данной экспертизы. К проблеме удалось привлечь внимание органов Прокуратуры РФ на федеральном и региональном уровне: в настоящее время проводится проверка проекта и процедуры его принятия.

В 2015 г. реализация проекта не начата, Минприроды России приняло решение о выделении отдельных работ в первый этап в целях апробации технических решений. По мнению Научного совета СО РАН и экспертного сообщества, необходима переработка проекта, что в настоящее время подтверждено и Генеральной прокуратурой РФ, и высшими должностными лицами Правительства РФ. Это позволит обезопасить озеро Байкал от накопленных отходов предприятия. Принципиальное значение в данном вопросе имеет позиция органов власти Иркутской области, которые в 2016 г. выдвинули инициативу передать полномочия по осуществлению проекта ликвидации накопленного ущерба Байкальским ЦБК на уровень региона.

Работа по формированию системы мониторинга экосистемы Байкала осуществлялась в рамках Научного совета СО РАН в полном объёме. В 2015 г. продолжались подготовка и выполнение постановления, а также взаимодействие с Минприроды России, Росгидрометом, Росводресурсами, Росрыболовством. Поскольку в принятое постановление Правительства РФ от 02.02.2015 г. № 85 «Об утверждении Положения о государственном экологическом мониторинге уникальной экологической системы озера Байкал» значительная часть выработанных и согласованных норм включена не была, требуется принятие дополнительных правовых актов.

Совместно с НПО «Тайфун» и Росгидрометом продолжалась работа по обоснованию необходимости научного, методического, инструментального и кадрового обеспечения системы мониторинга экосистемы Байкала. Подготовленные материалы были использованы Комиссией Совета безопасности РФ и на совещании у Полномочного представителя Президента РФ в Сибирском федеральном округе при подготовке межведомственного плана реализации постановления Правительства РФ № 85.

Инициативы представителей Научного совета СО РАН и Минприроды России позволили расширить их деятельность в составе межведомственной группы по интеграции различных видов экологического мониторинга в рамках единой системы государственного экологического мониторинга экосистемы озера и комплексной оценки его состояния. В рамках рабочей группы в 2015 г. осуществлялась разработка проектов нормативных и иных актов; решения рабочей группы принимались во внимание всеми ведомствами.

Основным направлением влияния стала экспертиза НИР и проектов, выполненных по заданию Минприроды России за счёт средств Федеральной целевой программы по Байкалу, в том числе: подготовка Государственного доклада РФ об охране озера Байкал, совершенствование про-

грамм мониторинга биоразнообразия на особо охраняемых природных территориях, создание системы космического мониторинга, геопортала по мониторингу и др. По поручению руководства Минприроды России выполненные проекты представлялись на экспертизу в рабочую группу, далее обсуждались на заседании группы, замечания и предложения направлялись дирекции ФЦП. Таким образом, рабочая группа играла роль экспертизы научных работ. Значительная часть решений, принимаемых Минприроды России, обсуждается и согласовывается с ИНЦ СО РАН; все заключения, предложения и экспертизы доводятся до сведения или представляются соответствующим ведомствам и институтам, учитываются в дальнейшей работе.

В настоящее время начата работа по созданию Государственного фонда данных государственного экологического мониторинга. Байкальская природная территория включена в число пилотных регионов по созданию этого фонда; кроме неё в число пилотных регионов вошли Красноярский край, Архангельская, Калужская и Свердловская области.

НАУКА И ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ ВЛАСТЬЮ

Опыт взаимодействия Научного совета СО РАН и научного сообщества с органами власти по ключевым проблемам охраны озера Байкал, а также перечисленные выше меры государственного регулирования диктуют необходимость поиска новых способов влияния на принятие решений.

К сожалению, показатели результативности деятельности природоохранных органов юридически не связаны с показателями состояния охраняемых ими объектов. Уполномоченные органы власти в сфере охраны озера Байкал не проявляют заметного интереса к защите экосистемы и предотвращению угроз, целью предпринимаемых ими действий является самосохранение. Данная оценка не исключает заинтересованности отдельных сотрудников ведомств, пытающихся вести созидательную деятельность в рамках существующей системы. Как правило, целью проектов по охране озера является получение государственного финансирования, в ряде случаев — в ущерб обоснованию эффективных мер по охране Байкала.

Сложившиеся пути влияния научного сообщества (да и гражданского общества страны в целом) на решения власти по вопросам охраны озера Байкал довольно ненадёжны, несмотря на то, что в последние два года появились некоторые новые каналы взаимодействия науки и власти.

Нужно создать условия, при которых позицию научного сообщества стало бы невозможно игно-

рировать при принятии властных решений. Принципиальное значение имеют предложения учёных касательно проведения экспертизы проектов технических заданий в рамках федеральной целевой программы, а также необходимости предварительной научной экспертизы этапов и отчётов по проектам до их принятия. Эти предложения неоднократно озвучивались от имени Научного совета и Минприроды России на заседаниях Межведомственной комиссии по вопросам охраны озера Байкал. Возможность экспертизы НИР в рабочей группе по мониторингу можно рассматривать как один из способов влияния на содержание и качество научных и иных проектов.

Через рабочую группу рассматривался проект технического задания на подготовку государственных докладов о состоянии озера Байкал с 2016 г. Предложения по структуре доклада, информационному и содержательному обеспечению были обобщены и представлены от имени Минприроды России заказчику проектов (дирекции ФЦП) для учёта в конкурсных процедурах.

В рабочей группе рассматривался отчёт по космическому мониторингу Байкальской природной территории. Кроме экспертизы выполненного этапа заказчик и исполнитель проекта просили членов группы предложить конкретные объекты для реализации. Не все замечания и предложения были учтены, что обусловлено и рамками технического задания, и частичным отсутствием доступной информации. Опыт экспертизы проекта по космическому мониторингу подтвердил недостаточность оценки выполненного исследования и необходимость включения научного сообщества в процесс формирования технического задания.

Изучались отчёты о научных и иных работах, которые проходили стадию рассмотрения заказчиком, а также завершённых и принятых ведомством в 2014 г. Если отчёты находились на приёмке у заказчика, то заключения членов рабочей группы могли использоваться в качестве экспертного мнения для доработки отчёта или обоснования отказа в его приёмке. Как показала практика, серьёзного влияния на результаты в таком случае ожидать нельзя. За короткое время невозможно переработать отчёт, исправить принципиальные ошибки, а заказчик может отказаться от приёмки работ только через судебные разбирательства. Наконец, возникает необходимость в новой работе и в дополнительном финансировании, что является отрицательным фактором при проверках ведомства Счётной палатой РФ.

В итоге выполненный проект либо ложится “под сукно”, а процесс государственного регулирования остаётся без научного обоснования, либо, что гораздо хуже, в практику внедряются недостоверные или ошибочные предложения. приме-

ром может служить принятие новых нормативов допустимых воздействий на экосистему озера Байкал в 2010 г., которые базировались на выполненной по заказу Минприроды России работе, подвергшейся в дальнейшем активной критике учёных. В результате с 2015 г. заново финансируется проект по утверждению нормативов допустимых воздействий, что не гарантирует его научную состоятельность, поскольку техническое задание не подвергалось экспертизе, а конкурсные процедуры проводились за месяц до окончания первого года реализации проекта (срок реализации проекта – два года). Существующий проект ликвидации отходов Байкальского ЦБК также является ярким примером документа, принятого без научного обоснования, примером предумышленного и сознательного нарушения не только технических и экологических требований, основных норм законодательства, но и прямых указаний органов Прокуратуры РФ.

В настоящее время необходимо использовать разнообразные инструменты влияния на решения органов власти, в их числе:

- работа в комиссиях и рабочих группах ведомств, что в значительной степени позволит участвовать в формировании позиций самих ведомств (примером могут служить рабочая группа по мониторингу, рабочие группы по уровню озера Байкал и влиянию строительства объектов гидроэнергетики на водный режим Селенги и Байкала);
- активное продвижение позиции научных институтов и организаций на совещаниях, в СМИ, обсуждениях в представительных и исполнительных органах власти, инициативное предложение научных проектов и нормативных актов;
- поиск новых путей включения научных проектов по Байкалу в тематику уполномоченных ведомств через расширение объекта исследований.

Примером последнего может стать участие в реализации ФЦП “Развитие водохозяйственного комплекса Российской Федерации в 2012–2020 годах”. Работа научных сотрудников академических институтов Сибирского отделения РАН по экспертизе ряда проектов программы стала поводом для обращения дирекции программы к Научному совету СО РАН с целью подготовки предложения по включению научных исследований в состав финансирования на 2016 г. Были разработаны и представлены проекты заявок и технических заданий. При этом объект исследований предлагалось вынести за рамки озера Байкал, рассматривать проблемы более широко.

Отдельным направлением является взаимодействие с органами власти Иркутской области, Республики Бурятия и Забайкальского края. В частности, помимо реализации возможных научных проектов в интересах субъектов Россий-

ской Федерации, было бы весьма полезным установить порядок плановых консультаций членов Межведомственной комиссии по вопросам охраны озера Байкал до заседаний с представителями организаций, расположенных в Иркутской области, а при определённых усилиях – членов МВК всех трёх регионов.

В 2015 г. состоялось заседание Комиссии Совета безопасности РФ по экологической безопасности по вопросам охраны озера Байкал. В обосновании и подготовке решений комиссии принимали участие, помимо Научного совета, ЛИН СО РАН, ИСЭМ СО РАН, Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН. В консультациях и обсуждениях участвовал председатель комиссии академик Н.П. Лавёров. Комиссией Совета безопасности РФ были приняты решения о прибрежной зоне, уровне озера Байкал, влиянии строительства ГЭС в бассейне Селенги, об обращении в Генеральную прокуратуру РФ и Минприроды России для оценки проекта ликвидации шламотвалов БЦБК, внесении изменений в ФЦП по охране озера Байкал. Решения Комиссии Совета безопасности РФ стали основой проверки Генеральной прокуратурой РФ проекта ликвидации накопленных отходов БЦБК и приостановки реализации проекта, а также рассмотрения вопроса об антифосфатных мерах.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО РАЗВИТИЮ СТАТУСА НАУЧНОГО СОВЕТА В СИСТЕМЕ РАН

Целью работы научных советов является выработка согласованных позиций научного сообщества для ознакомления с ними органов власти и усиления влияния таким образом на принятие решений в целевой сфере деятельности.

Опыт принятия решений по важнейшим проблемам озера Байкал подтверждает обязательность научно обоснованной позиции научного сообщества и общественности, включая международные организации как необходимое условие убеждения руководства страны принять решение в пользу экологически безопасного развития. Примерами могут служить решения по переносу трассы нефтепровода Восточная Сибирь – Тихий океан от побережья Байкала [12–15] и о закрытии производства целлюлозы на БЦБК [16–19]. Противоречия между научными организациями и отдельными учёными могут повлечь за собой непродуманные решения, чреватые серьёзными экологическими проблемами. Примером может служить строительство БЦБК [20, 21], которое было бы невозможно в случае консолидированного мнения научного сообщества.

Правовой статус Научного совета СО РАН по проблемам озера Байкал можно было бы обеспечить, включив его в экспертную систему Россий-

ской академии наук. В соответствии со статьями 2 и 6 Федерального закона № 253-ФЗ “О Российской академии наук, реорганизации государственных академий наук и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации” от 27.09.2013 г. одной из целей академии является экспертное научное обеспечение деятельности органов государственной власти и организаций.

За время работы Научный совет СО РАН рассмотрел широкий круг вопросов, касающихся экологии, географии, лимнологии, биологии, геологии, энергетики, экономики. Научная экспертиза законодательных и практических решений по охране озера Байкал и социально-экономическому развитию Байкальской природной территории – основная функция Научного совета. Он фактически стал основным органом научной экспертизы и активно взаимодействует с министерствами, Советом безопасности РФ, Федеральным собранием РФ, региональными природоохранными министерствами и ведомствами.

Не замыкаясь на байкальской тематике, вполне можно расширить предмет экспертизы Научного совета более общими вопросами экологии, природоохранной деятельности, социально-экономического развития территорий с существенными экологическими ограничениями. В совете широко представлены институты, занимающиеся проблемами использования природных ресурсов Сибири.

На наш взгляд, серьёзной корректировки требуют принципы принятия решений в Российской академии наук в части согласования проектов постановлений Правительства РФ о принятии и внесении изменений в федеральные целевые программы и иные нормативные акты. Решение за подписью президента РАН или уполномоченного лица, согласовывающего внесённый Правительством РФ проект нормативного акта, должно быть предварительно рассмотрено и положительно оценено профильными научными советами РАН и региональных отделений РАН в соответствии с установленными сферами ответственности. При этом профильный научный совет должен быть включён в перечень экспертных организаций РАН.

Поводом для настоящего предложения стал факт согласования Академией наук проекта постановления Правительства РФ «О внесении изменений в федеральную целевую программу “Охрана озера Байкал и социально-экономическое развитие Байкальской природной территории на 2012–2020 годы”» за подписью вице-президента РАН в августе 2015 г. В прилагаемом заключе-

нии в качестве критерия согласования предлагаемого Правительством РФ решения обозначено отсутствие изменений по объёму (в денежном выражении) включённых в федеральную программу научных исследований. Данное заключение является недостоверным, поскольку объёмы финансирования в сравнении с первоначальной редакцией программы были значительно сокращены. Также неприемлемым является подход авторов заключения, которые оценивали эффективность программы исключительно по критерию объёма средств, направляемых на научные исследования (что составляет менее 1% расходов). Очевидно, что ключевым показателем эффективности любой программы является её результативность, в случае рассматриваемой Федеральной целевой программы – степень снижения антропогенного влияния на экосистему озера Байкал. В представленном заключении от имени Российской академии наук не оценивался ни один из целевых содержательных показателей.

В результате представленное от имени Академии наук в адрес Правительства РФ согласование послужило причиной серьёзных препятствий как для научных исследований, так и для эффективных мер по охране Байкала. Всё это произошло из-за игнорирования точки зрения занимающихся данными проблемами научных институтов и Научного совета СО РАН по проблемам озера Байкал.

Позицию в отношении указанных корректировок ФЦП “Охрана озера Байкал и социально-экономическое развитие Байкальской природной территории на 2012–2020 годы”, разработанных Министерством природных ресурсов и экологии РФ ещё в апреле 2015 г., ИИЦ СО РАН и Научный совет СО РАН по проблемам озера Байкал неоднократно представляли в течение 2015 г.: на заседании Комиссии Совета безопасности РФ по экологической безопасности в апреле, на заседаниях Общественной палаты РФ в июне, Межведомственной комиссии по вопросам охраны озера Байкал в июле. Анализ предлагаемых изменений свидетельствует о полном игнорировании современных катастрофических угроз состоянию экосистемы озера. Реализация программы в новой редакции будет иметь долговременные отрицательные последствия для Байкала в связи с отсутствием в государстве альтернативных финансовых инструментов научного обеспечения и реализации мер в данной сфере деятельности.

Официальный статус Научного совета СО РАН по проблемам озера Байкал как экспертного органа РАН позволит предотвращать реализацию научно не обоснованных, а в отдельных случаях ошибочных мер. Стоит добавить, что учёные, представители научных учреждений и вузов все-

гда были передовым отрядом гражданского общества России и в спорных вопросах, касающихся охраны и защиты Байкала, пользовались доверием и поддержкой населения Байкальского региона.

В заключение следует упомянуть, что в связи с корректировкой всех федеральных целевых программ Правительство РФ не утвердило подготовленные и согласованные нормативные акты, в том числе и изменения в ФЦП “Охрана озера Байкал и социально-экономическое развитие Байкальской природной территории на 2012–2020 годы”. По состоянию на сентябрь 2016 г. Минприроды России направило новую редакцию программы на согласование в федеральные органы исполнительной власти. В текущей редакции программы планируется восстановить финансирование, в частности, строительства и модернизации очистных сооружений, полигонов бытовых отходов, модернизации систем теплоснабжения. Показатель эффективности “существенное сокращение поступления в акваторию озера Байкал загрязнённых сточных вод” восстановлен почти до уровня 2012 г. против предлагавшегося в 2015 г. его сокращения более чем в 2 раза. Возможно, тому способствовали активные действия Научного совета СО РАН.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тимошкин О.А., Мальник В.В., Сакирко М.В., Боедкер К. Экологический кризис на Байкале. Учёные ставят диагноз // Наука из первых рук. 2014. № 5. С. 74–91.
2. Тимошкин О.А., Мальник В.В., Сакирко М.В. и др. Экологический кризис в прибрежной зоне озера Байкал // VI Международная Верещагинская Байкальская конференция. 4-й Байкальский Микробиологический симпозиум с международным участием “Микроорганизмы и вирусы в водных экосистемах”. 7–12 сентября 2015 г. С. 37–40.
3. Тимошкин О.А., Бондаренко Н.А., Волкова Е.А. и др. Массовое развитие зелёных нитчатых водорослей родов *Spirogyra* Link и *Stigeoclonium* Kutz. (Chlorophyta) в прибрежной зоне Южного Байкала // Гидробиологический журнал. 2014. № 5. С. 15–26.
4. Тимошкин О.А. Токсический эффект // Наука Приангарья. 2014. № 1. С. 6.
5. Фосфаты в моющих средствах. <http://www.ke-mi.se/leaflet>
6. Преступная индальгенция изготовителям вредоносных стиральных порошков / Промышленные ведомости. 2011. № 11–12. <http://www.promved.ru/articles/article.phtml?id=2187&nomer=73>
7. Бычков И.В., Никитин В.М. Регулирование уровня озера Байкал: проблемы и возможные решения // География и природные ресурсы. 2015. № 3. С. 5–16.
8. Абасов Н.В., Бережных Т.В., Никитин В.М., Осипчук Е.Н. Моделирование режимов функционирующих и проектируемых ГЭС Ангарского каскада // Энергетика России в XXI веке. Инновационное развитие и управление. Иркутск. 1–3 сентября 2015 г. <http://sei.irk.ru/energy21/papers/>
9. Бычков И.В., Максимова И.И., Кузнецова А.Н. Правовое обеспечение государственного экологического мониторинга Байкальской природной территории // География и природные ресурсы. 2015. № 1. С. 55–61.
10. Бычков И.В., Максимова И.И., Кузнецова А.Н. Институциональное обеспечение реализации системного подхода к мониторингу уникальной экосистемы озера Байкал // География и природные ресурсы. 2015. № 4. С. 43–52.
11. Отчёт о втором этапе проекта “Оценка связи (влияния) уровня режима озера Байкал (Иркутского водохранилища) с его экологическим состоянием и современными социально-экономическими требованиями региона в условиях экстремально высокой и экстремально низкой водности. Анализ нормативных правовых основ регулирования стока и предложения по их совершенствованию”. Заключение. Декабрь 2015 г.
12. Максимова И.И. Международные аспекты строительства нефтепровода “Восточная Сибирь–Тихий океан” // Экономика природопользования. 2006. № 6. С. 120–127.
13. Предложения по эколого-экономическому обоснованию нефтепровода Восточная Сибирь–Тихий океан (варианты вне водосборной площади озера Байкал) // Проблемы национальной безопасности: экспертные заключения, аналитические материалы, предложения. М.: Наука, 2008.
14. О деятельности Научного совета СО РАН по проблемам озера Байкал. http://www.sbras.ru/win/sbras/rep/rep2005/tom3/2_2.pdf
15. Сибирское отделение Российской академии наук 2002–2006 гг. // Отчёт о деятельности Научного совета СО РАН по проблемам озера Байкал. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. С. 172–181.
16. Кузнецов Г. Искусственная дилемма. Сибирские учёные уверены, что единственным разумным путём решения проблемы Байкальского ЦБК является его полная ликвидация // Восточно-Сибирская правда. 22.05.2012. <http://www.vsp.ru/social/2012/05/22/521970>
17. Решение рабочей группы Общественного совета по вопросам охраны окружающей среды при Правительстве Иркутской области по вопросу “Развитие г. Байкальска и перепрофилирование Байкальского ЦБК”. 28.02.2012. <http://www.discoverbaikal.ru/node/1285>
18. Кузьмин М.И., Кузнецова А.Н., Максимова И.И. Научное сообщество в борьбе за озеро Байкал // Вестник Бурятского научного центра СО РАН. 2012. № 1. С. 12–17.
19. О деятельности Научного совета СО РАН по проблемам озера Байкал // Отчёт о деятельности Сибирского отделения РАН в 2013 году. С. 82–94. http://www.sbras.ru/win/sbras/rep/rep2013/tom2/2_2.pdf
20. Дамоклова труба над Байкалом // Российская газета. Федеральный выпуск. 2005. 8 декабря.
21. Корытный Л.М. Эхо эколого-экономических скандалов. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2011.

ИЗ РАБОЧЕЙ ТЕТРАДИ
ИССЛЕДОВАТЕЛЯ

НЕВИДИМОЕ ЗОЛОТО

© 2017 г. А.В. Волков, А.А. Сидоров

Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН, Москва, Россия

e-mail: tma2105@mail.ru; kolyma@igem.ru

Поступила в редакцию 16.03.2016 г.

Проблема невидимого золота приобрела мировое значение в связи с тем, что во многих странах месторождения вкрапленных сульфидных руд с упорными свойствами, обладающие большими запасами, — основной потенциальный источник производства золота. Вовлечение в эксплуатацию новых месторождений золото-сульфидного типа с упорным “невидимым” золотом позволит, по мнению авторов, увеличить и стабилизировать уровень золотодобычи в России до конца нынешнего века, так как на каждом месторождении можно добывать ежегодно от 5 до 25 т золота на протяжении десятков лет.

Ключевые слова: невидимое золото, самородное золото, тонкодисперсное золото, упорные руды, упорное золото, вкрапленные руды, золото-сульфидные месторождения, тектоно-металлогеническая обстановка.

DOI: 10.7868/S0869587317010121

В многочисленных коренных месторождениях различного минерального состава золото находится в нескольких формах: в виде самородков, минералов и в рассеянной (невидимой) форме в тесной связи с сульфидами. Мельчайшие вкрапления самородного золота (от сотых долей миллиметра до наноединиц) в рудных и нерудных минералах пород, а также золото, входящее в структуру сульфидов, принято именовать невидимым, хотя, разумеется, при соответствующем увеличении внеструктурное (металлическое) зо-

лото становится видимым. Одни исследователи считали, что рассеянное в сульфидах золото присутствует в виде частиц субмикроскопического или коллоидального размера, другие — что оно входит в кристаллическую структуру сульфидов.

Н.В. Петровская в монографии “Самородное золото” использовала понятие “тонкодисперсное золото”, к которому она отнесла частицы (но не атомы) золота размером от долей микрона до 10 микронов, подчёркивая, что эта форма золота в эндогенных месторождениях — универсально распространённая [1]. В последние годы к невидимому золоту относят тонкодисперсное золото, не выявляемое оптическими методами, коллоидальное, кластерное и химически связанное золото в сульфидах. Последнее предложено называть ионным [2].

Невидимая форма нахождения золота связана с мелкокристаллическим арсенопиритом и тонкозернистым пиритом. Присутствие золота в сульфидах придаёт рудам упорные свойства, затрудняя их обогащение, исключая используемое обычно цианидное выщелачивание. Поэтому данные о распределении золота в рудах и отдельных минералах имеют большую ценность для разработки рациональных схем обогащения руд. Первичные руды золота называют упорными, если извлечение из них золота с использованием традиционной технологии цианирования не превышает 80%. Учитывая частое присутствие во



ВОЛКОВ Александр Владимирович — доктор геолого-минералогических наук, заведующий лабораторией геологии рудных месторождений ИГЕМ РАН. СИДОРОВ Анатолий Алексеевич — член-корреспондент РАН, главный научный сотрудник ИГЕМ РАН.

вкрапленных сульфидных рудах углеродистого вещества, которое значительно затрудняет их обогащение, их принято называть двойными упорными рудами [3].

Формы нахождения золота в сульфидных рудах, в том числе наличие структурно связанного золота, могут быть установлены с помощью ряда новейших физических методов [2–6], реализованных в Канаде, США, Франции и Германии. В России для оценки форм его нахождения традиционно используются данные рационального (фазового) анализа [7].

Невидимое золото широко распространено в сульфидах как собственно золоторудных, так и колчеданных, медно-порфириновых и медно-никелевых месторождений. Оно преобладает во многих мезотермальных месторождениях золото-сульфидных прожилково-вкрапленных руд с ограниченным развитием кварцевых жил. Особенно остра проблема нахождения золота в сульфидах для колчеданных месторождений Урала, в которых при обогащении потери попутного золота достигают 80%, превышая 12 т в год [2].

На современном этапе исследований разрабатываются генетические аспекты модели рудообразования месторождений, содержащих невидимое золото, исследуется изотопный состав свинца, серы, углерода и кислорода рудных и жильных минералов, продолжается изучение соотношения вкрапленных и жильных руд.

Проблема обнаружения невидимого золота приобрела большое значение в связи с тем, что во многих странах месторождения вкрапленных сульфидных руд с упорными свойствами, обладающие большими запасами, — основной потенциальный источник производства золота. В последние годы из упорных руд золота добывается 12–15% от общего объёма добычи в России (Олимпиадинское, Майское и Албазинское месторождения). В мире доля золота, полученного из упорных руд, составляет более 10%, главным образом из месторождений карлинского типа в США (Невада) и Южном Китае [8].

Правильное определение типа оруденения очень важно для последующего развития геолого-разведочных работ. На многих месторождениях золото-сульфидные вкрапленные руды по экономическим и технологическим причинам не разведываются, их запасы не подсчитываются, а месторождения эти относят к золото-кварцевой, золото-ртутной, золото-серебряной или золото-сурьмяной рудным формациям. Наибольшее количество примеров подобного подхода характерно для месторождений Адыча-Тарынской металлогенической зоны. В её пределах могут быть выявлены и разведаны несколько крупных вкрапленных золото-сульфидных месторождений. Этот прогноз подтверждается обнаружением вкрапленных руд

на Мало-Тарынском месторождении [9]. Такие руды известны также в Адыча-Тарынской зоне на золото-сурьмяных месторождениях (Сарылах, Сентачан) и вполне вероятны на золото-кварцевом месторождении Бадран [10]. Однако целенаправленные поиски вкрапленных руд в этой металлогенической зоне не проводятся. Известны примеры другого рода, когда на ряде месторождений вкрапленное золото-сульфидное оруденение устанавливается ошибочно и на этом основании прекращаются поисково-оценочные работы.

Невидимое золото нередко заводит в тупик даже опытных геологов. Так, крупное Майское месторождение на Чукотке первоначально было отнесено к жильному золото-серебряному типу только потому, что к вмещающим жилы зонам дробления и смятия в глинистых сланцах не было проявлено должного внимания. При этом химико-спектральные анализы первоначально показали в этих зонах более высокое содержание золота, нежели в жилах. Глинистые сланцы из зон визуально представляли неминерализованную вмещающую породу. Следует отметить, что с поверхности по вкрапленным сульфидным рудам в минерализованных зонах дробления и смятия обычно развиты линейные коры выветривания (которые иногда достигают глубин 250–300 м от поверхности, например, Олимпиадинское месторождение в Красноярском крае), в них сульфиды практически полностью окислены, золото высвобождается и одновременно укрупняется. Наличие золотоносных кор выветривания со свободным золотом часто маскирует упорность первичных сульфидных руд, залегающих на глубине (Майское месторождение, Центральная Чукотка; Олимпиадинское, Енисейский кряж; Суздальское, Восточный Казахстан; Таунсвил, Западная Австралия и др.).

Другой конфуз произошёл в США. Один из первооткрывателей гигантского месторождения невидимого золота Карлин объявил на международной конференции, что он не просто открыл огромные запасы невидимого золота, а обнаружил первое в мире месторождение (позднее названное Карлин), где золото находится не в самородном виде, а в виде сложных комплексных соединений с углеродистым веществом (битумами) — хелатов [11]. Первыми, кто этому не поверил, были сотрудники Центрального научно-исследовательского геолого-разведочного института цветных и благородных металлов, имевшие опыт работы с подобным золотом на казахстанском месторождении Бакырчик. Вскоре и американские минералоги опровергли эту сенсацию [12], хотя многие специалисты в неё уже уверовали.

Чукотский опыт с тонким золотом также показал, что природа поистине неисчерпаема. В этом районе первоначально были открыты золото-кас-



Рис. 1. Расположение крупных ЗСМ на карте мира

ситеритовые россыпи в рыхлых отложениях речных долин. Спустя несколько лет здесь же обнаружили уникальную россыпь крупного золота, а также небольшое урановое месторождение вблизи золото-касситеритовых россыпей, затем — первые на Северо-Востоке эпитермальное золото-серебряные руды и крупное месторождение ртути. Когда казалось, что район достаточно изучен, было выявлено крупное месторождение невидимого золота Майское, а позднее — комплексные (Sn, Ag, Pb, Zn, Au) олово-полиметаллические месторождения, а также месторождения золота (Au-Bi), связанные с интрузивами. Закончились ли геологические сюрпризы центральной Чукотки? Ничуть не бывало! Ныне иностранные, к сожалению, компании (юго-восточнее упомянутого района) добывают по 20–25 т золота и 150–180 т серебра в год в пределах уникальных эпитермальных золото-серебряных месторождений (Купол, Двойное), выявленных ещё советскими геологами.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ НЕВИДИМОГО ЗОЛОТА

В результате многолетних исследований получена следующая обобщённая картина типичных месторождений с невидимым золотом (золото-сульфидные месторождения вкрапленных руд — ЗСМ), которые известны в разных по возрасту металлогенических провинциях мира (рис. 1). Они располагаются преимущественно в терригенных и терригенно-карбонатных углеродсодержащих толщах, тяготеют к зонам глубинных разломов.

Вкрапленные сульфидные руды характеризуются высоким отношением золото/серебро (до 10:1 и выше) и довольно равномерным рас-

пределением золота (коэффициент вариации содержаний $>60\%$), присутствующего главным образом в виде тонкодисперсных включений в пирите (As — 1–7%) и Sb-арсенопирите (Sb — 0.001–0.1%) [13]. Золотоносные сульфиды образуют мелкую и тонкую вкрапленность в зонах дробления и расщепления пород (рис. 2). Содержание этих сульфидов в рудах варьируется от 5 до 15% (в среднем 8–10%). Типоморфный и наиболее золотоносный рудный минерал — игольчатый арсенопирит — содержит в среднем >300 г/т золота, максимальные значения превышают 10 кг/т [5, 14]. Арсенопирит, по сравнению с эталонным, содержит избыточное количество серы (отношение серы к мышьяку — 1.2–1.3) [5, 13]. Однако в рудах большинства месторождений количественно преобладают золотосодержащий пирит и марказит. Метакристаллы пирита отличаются тонкозональным и блоковым внутренним строением. Среднее содержание невидимого золота в пирите составляет 30–60 г/т [14].

Вкрапленная минерализация непрерывно прослеживается без существенного изменения состава и содержания золота на глубины, превышающие 1 км (Майское, Нежданское месторождения и др.), причём минералогическая латеральная и вертикальная зональность отсутствует. Постоянно устанавливается тесная корреляционная связь золота и мышьяка ($K_{кор} > 0.5$) [15]. Пробность упорного тонкодисперсного золота, заключённого в сульфид, по расчётным данным, близка к 1000 [13].

По данным мессбаэровской спектроскопии, в большинстве ЗСМ золото в арсенопирите химически связано с его структурой или находится в

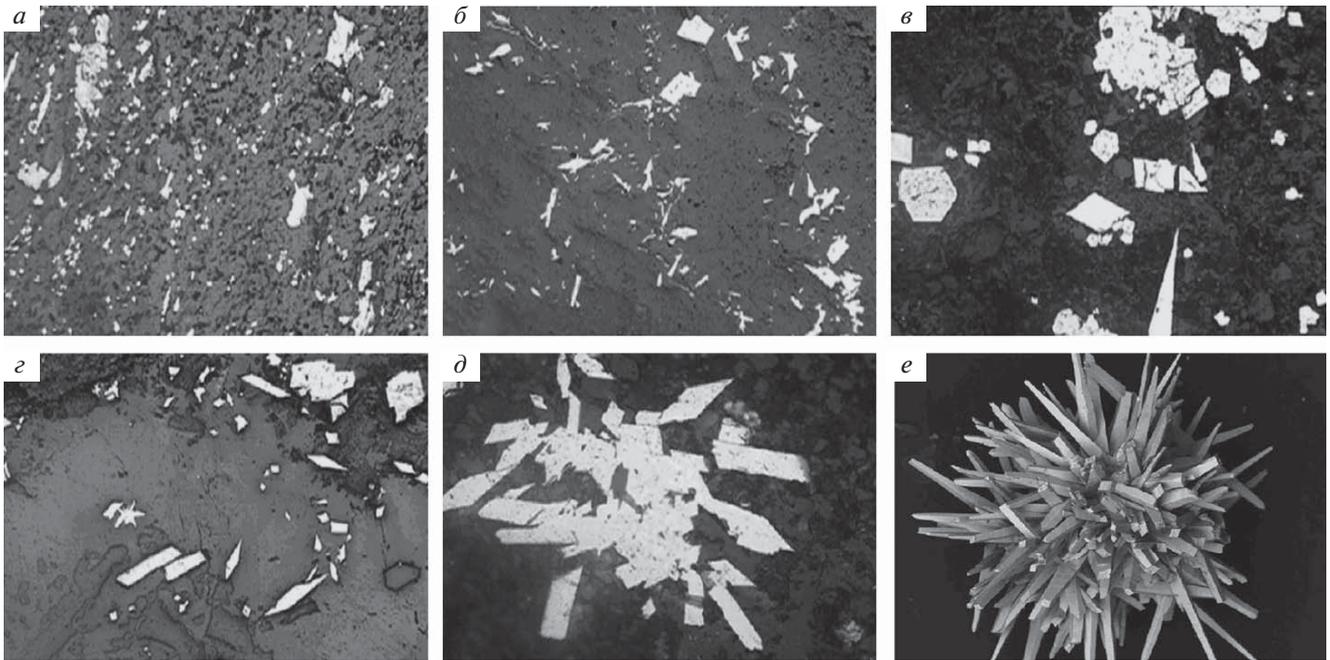


Рис. 2. Золото-сульфидные вкрапленные руды, представленные игольчатым арсенопиритом и мышьяковистым пиритом, содержащими невидимое золото

a – Олимпиадинское ЗСМ (Красноярский край), увеличение в 50 раз; *б* – Наталкинское ЗСМ (Магаданская область), увеличение в 200 раз; *в* – ЗСМ Кокпатас (Узбекистан), увеличение в 200 раз; *г* – ЗСМ Бакырчик (Казахстан), увеличение в 200 раз; *д* – Майское ЗСМ (Чукотка), увеличение в 400 раз; *е* – агрегат игольчатого арсенопирита, Суздальское ЗСМ (Казахстан), увеличение в 50 раз

металлическом состоянии (размер частиц 2 нм) [5]. Чёткой корреляции между золотом и содержанием углеродистого вещества в рудах не отмечается, наиболее равномерное содержание золота свойственно участкам со средним содержанием углерода. В процессе рудообразования органический углерод ($C_{орг}$) выносится или крайне неравномерно перераспределяется внутри зон гидротермально изменённых пород. В частности, содержание $C_{орг}$ во вкрапленных золото-сульфидных рудах Майского месторождения варьируется от 0.08 до 1.44% [15].

В рудных телах ЗСМ присутствует достаточное количество кварцевых жил и прожилков, образовавшихся ранее или позднее главной продуктивной вкрапленной минерализации: встречаются допродуктивные метаморфогенные существенно кварцевые, достаточно широко распространены поздние золото-кварцевые, кварц-серебро-полиметаллические и золотоносные кварц-антимонитовые жилы.

На большинстве ЗСМ развиты поздние золото-кварц-антимонитовые жилы (иногда с киноварью), которые в ряде случаев имеют самостоятельное промышленное значение и добываются селективно (Сарылах, Сентачан, Якутия; Хилгров, Западная Австралия и др.). Большое, часто самостоятельное промышленное значение имеют руды зоны окисления (кор выветривания). Ртут-

ные и сурьмяные проявления служат важным признаком обнаружения крупных месторождений золото-сульфидных вкрапленных руд.

На вкрапленное оруденение поздняя кварц-антимонитовая минерализация накладывается с резким тектоническим перерывом, часто с образованием внутрирудных брекчий, в которых обломки вкрапленных руд цементируются кварц-антимонитовыми агрегатами. Антимонит в рудных зонах часто накладывается на более ранний кварц либо образует самостоятельные жилы и прожилки. Отмечается преимущественное развитие этой минерализации в верхних частях рудных тел, с ней же связано появление рудных столбов. Пробность самородного золота, ассоциирующего с антимонитом, обычно высокая – более 920% (Сентачан, Сарылах, Майское и др.). Предполагается, что золото в антимонитовые жилы переотлагалось (широкое развитие ауристита) в результате регенерации из ранних вкрапленных пирит-арсенопиритовых руд [13–15]. Установлено, что за пределами рудных зон месторождений, где ранняя вкрапленная золото-сульфидная минерализация отсутствует, кварц-антимонитовые жилы не содержат золота.

Вкрапленные сульфидные руды месторождений Северо-Востока России (см. рис. 1), Казахстана (Бакырчик, Суздальское), Енисейского края (Олимпиадинское, Ведуга), Узбекистана

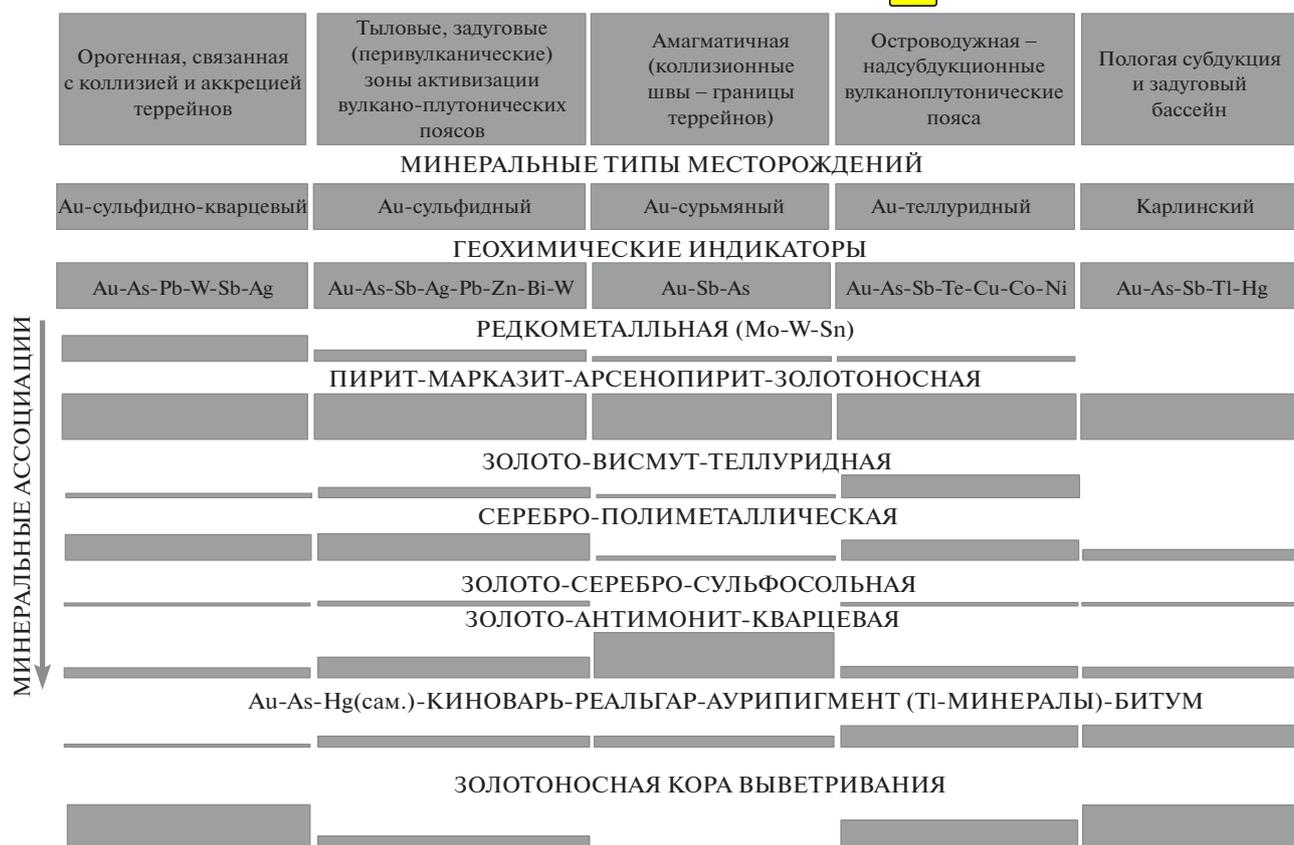


Рис. 3. Минералого-геохимическая характеристика тектоно-металлогенических обстановок формирования минеральных типов ЗСМ

Стрелка показывает время отложения минеральных ассоциаций (от ранних к поздним); ширина прямоугольника отражает долю минеральной ассоциации в общем объеме руд месторождения

(Даугызтау, Кокпатас), Таджикистана (Чоре, Кончоч), Финляндии (Суриикусико), Австралии (Форстевил), США (Донлин Крик) и других проявляют сходство с месторождениями карлинского типа [13–15].

Проведённые исследования [13] позволили выдвинуть предположение о существовании следующей зональности вкрапленного оруденения. На близповерхностном уровне (до 300 м) развиты джаспероидные метасоматические руды, содержащие самородную ртуть, мышьяк, киноварь, реальгар, аурипигмент и минералы таллия. На 300–1000 м развит так называемый карлинский тип руд, представленный вкрапленной золотоносной пирит-марказитовой минерализацией. Для гипабиссального уровня (1500–3000 м) характерны вкрапленные пирит-арсенопиритовые, а ниже – вкрапленные существенно арсенопиритовые руды. Следовательно, общий размах оруденения может достигать 5000 м и более. Значительный вертикальный интервал формирования вкрапленного оруденения, по-видимому, связан с особыми условиями рудообразования в зонах тектоно-магматической активизации.

ТЕКТОНО-МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИЕ ОБСТАНОВКИ ФОРМИРОВАНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Новый фактический материал, существенно расширяющий представления о генетическом разнообразии и конвергенции вкрапленного золото-сульфидного оруденения, был получен в результате изучения металлогении рудных районов Северо-Востока и других регионов России, стран СНГ и мира. Показано, что ЗСМ формируются в разных тектоно-металлогенических обстановках (ТМО) (рис. 3).

Золото-сульфидные месторождения Чукотки (Майское, Туманное и др.) обладают всеми признаками месторождений золота, связанных с интрузивами гранитоидов [16]. Чукотские ЗСМ образуются на границе раннего и позднего мела (около 100 млн. лет назад) в интрузивно-купольных структурах внешнего перивулканического обрамления позднеорогенного Охотско-Чукотского вулканогенного пояса [10]. Рудовмещающие флишевые углеродистые толщи содержат слабозолотоносную вкрапленность и конкреции диагенетических сульфидов (пирита и маркази-

та). Сателлитные месторождения представлены Sn-Ag-мезотермальным, Au-Ag- и Hg-Sb-эпитермальными типами. Изометричные рудные поля ЗСМ (площадью 5–8 км²) сопровождаются свитами даек (мощные жилы магматических или вулканических пород, секущие окружающие горные породы), эксплозивными брекчиями и субвулканическими штоками. Количество упорного (невидимого) золота в рудах составляет 90% [13]. Несколько позднее (70 млн. лет назад) формируются ЗСМ Аляски и Юкона [17]. В аналогичной ТМО образовалось также Итакинское ЗСМ (Забайкальский край) [14].

Золото-сульфидные месторождения Верхояно-Колымских террейнов (Наталкинское, Нежданинское и др.) – производные постколлизии орогенной ТМО. В этой обстановке месторождения контролируются глубинными региональными разломами (Тенькинским, Адыча-Тарынским и др.), фиксирующими зоны коллизии турбидитных террейнов (ограниченные разломами блока коры). Подобные разломы играют важную роль как транспортные, транслитосферные каналы в земной коре для метаморфогенных рудоносных флюидов [18]. Турбидиты верхоянского комплекса, как и чукотский флиш (серия морских осадочных горных пород преимущественно обломочного происхождения), содержат вкрапленность и марказита. Рудные поля (площадью >15 км²) Наталкинского и Нежданинского месторождений, крупнейших на Северо-Востоке России, приурочены к тектоническим блокам в продольных зонах глубинных разломов, занимающих отчётливую надинтрузивную позицию [10]. Значительную роль в формировании ЗСМ в этой ТМО играют оперяющие основной разлом взбросы, сбросы и надвиги, образующие рудовмещающие системы дуплексов [19]. В пределах рудных полей встречаются дайки пёстрого состава. Количество упорного золота в рудах варьируется от 30 до 80%. В орогенной обстановке формируются ЗСМ Монголо-Охотского (Албазино, Маломыр), Северо-Енисейского (Олимпиадинское, Ведуга), Калба-Нарынского (Бакырчик, Суздальское) и Кураминского (Даугызтау, Кокпатас) металлогенических поясов, а также района Бендиго (Форстевил) в западной Австралии.

Непосредственно в зоне Адыча-Тарынского глубинного разлома залегают крупные золото-сурьмяные месторождения Сарылах и Сентачан, в пределах которых известны (но не разведаны и в связи с этим недостаточно изучены) золото-сульфидные вкрапленные руды [10, 13]. К Адыча-Тарынской зоне приурочено большое количество Au-Sb, Sb и Hg рудопоявлений, где могут быть выявлены новые ЗСМ [10, 13]. В зоне Янского разлома (северное продолжение Адыча-Тарын-

ской зоны) локализовано крупное Кючусское месторождение, в котором количество упорного золота превышает 80% [13]. На перечисленных Au-Sb и Hg объектах Адыча-Тарынской зоны магматические образования отсутствуют, поэтому предшественники считали их “амагматичными” – телетермальными. По данным В.А. Степанова и В.Г. Моисеенко [20], рассматриваемые зоны разломов имеют палеорифтогенную природу.

Наиболее детально изучена тектоно-металлогеническая обстановка формирования месторождений золота карлинского типа, обладающих большим сходством с ЗСМ. Одновременное (42–36 млн. лет назад) образование многочисленных однотипных месторождений связывается с переходом от пологой субдукции к возобновлению магматизма в задуговой обстановке масштабного растяжения [21]. Предполагается, что астеносферный апвеллинг (процесс, при котором глубинные воды поднимаются к поверхности) создавал магму, которая производила и накапливала большие объёмы золотоносных флюидов на глубинах 10–12 км [22]. Поднявшись к поверхности, флюиды с повышенными концентрациями сероводорода и высоким отношением золота к меди претерпели фазовые изменения, смешиваясь с метерпной водой. В нескольких километрах от поверхности флюиды растворяли и сульфидизировали карбонатные толщи, что приводило к отложению золотоносного пирита в джаспероидах. Причём золото транспортировалось сероводородными комплексами в газовой фазе флюида [там же]. В аналогичной обстановке образовались и многочисленные месторождения карлинского типа в Центральном и Южном Китае, Индонезии и Малайзии [8]. Количество упорного золота в месторождениях карлинского типа варьируется от 50 до 80% [21].

Рифтогенной постостроводужной ТМО принадлежат ЗСМ Малого Кавказа (Лухуми, Зодское), иранского вулканоплутонического пояса Тахаб (Зарчуран, Сара Гиней, Аг-Дах), Папуа-Новой Гвинеи (Поргера). Эти ЗСМ характеризуются сравнительно невысоким (3–4 г/т) содержанием золота в упорных рудах (см. рис. 3) и доминирующим развитием золото- и мышьяксодержащего пирита [23]. Характерная особенность месторождений – пространственная ассоциация с основным и ультраосновным магматизмом и широкое развитие теллуридов в поздних жилах. Количество упорного золота достигает 60–70% [23].

Принадлежность ЗСМ к той или иной тектоно-металлогенической обстановке подтверждается соответствующими изменениями минеральных и геохимических парагенезисов в рудах (см. рис. 3). Однако в большинстве случаев ЗСМ разных ТМО представляются конвергентными

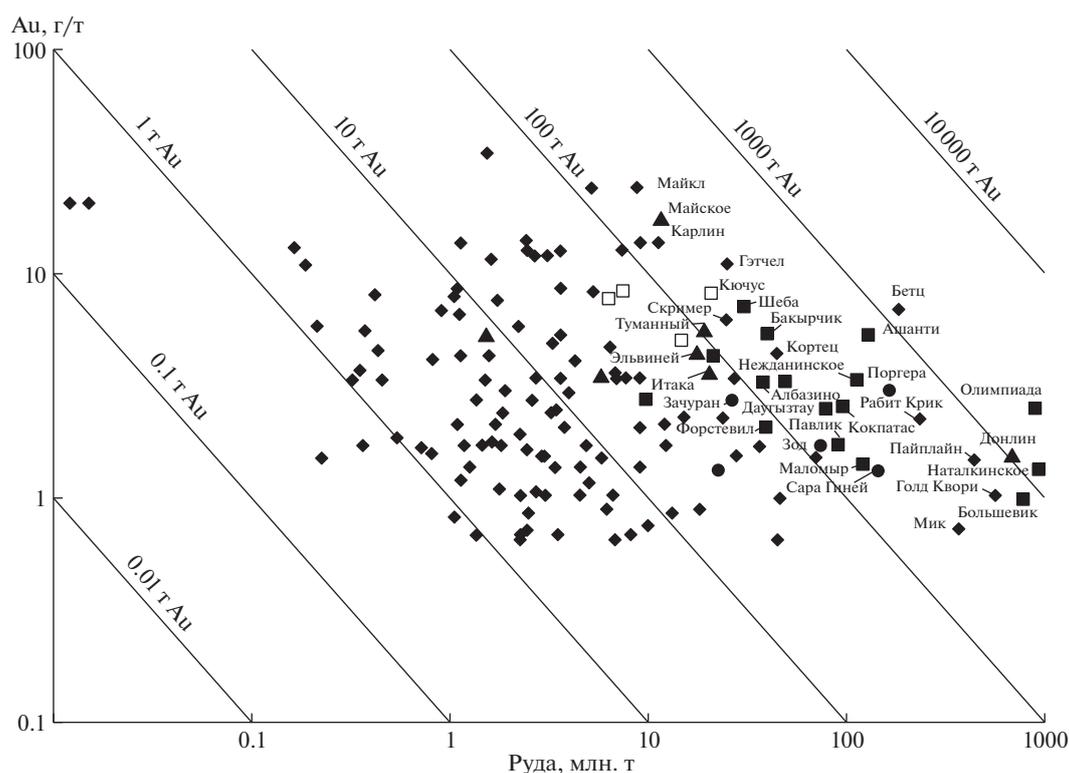


Рис. 4. Содержание и запасы ЗСМ, сформировавшихся в различных ТМО

▲ – позднеорогенные интрузивно-купольные структуры; ■ – надинтрузивные блоки (постколлизийная, раннеорогенная структура); ◆ – карлинский тип (пологая субдукция и задуговой бассейн); □ – амагматические (коллизийные границы террейнов); ● – рифтогенные (постостроводужные, надсубдукционные структуры)

(квазитожественными) по текстурам, структуре и минеральному составу руд.

Для ЗСМ, связанных с интрузивными системами гранитоидов, обычны ранняя Mo-Bi-W-Sn-минерализация и поздние Ag-Pb-Zn-жилы. Для орогенных ЗСМ в надинтрузивных блоках системы характерна незначительная ранняя Ni-Co- и/или W-Bi-минерализация. Амагматические ЗСМ (Сарылах, Сентачан, Кючус и др.) отличаются гипертрофированным развитием поздней золото-антимонитовой и ртутной минерализации. Месторождения карлинского типа характеризуются широким развитием золотоносных джаспероидов, П1-минерализации и битумов. В ранних минеральных ассоциациях постостроводужных ЗСМ широко развиты сульфиды и сульфосоли меди, а в поздних жилах распространены теллуриды (Зодское, Сара Гиней, Поргера и др.). В этой обстановке ЗСМ обнаруживают отчетливые минералого-геохимические признаки, позволяющие связать их формирование с Cu-порфировой и/или колчеданно-полиметаллической рудообразующей системой [22].

Оценивая продуктивность ЗСМ в рассмотренных выше ТМО необходимо отметить, что количественно и по суммарным запасам доминирует об-

становка, продуцирующая месторождения карлинского типа, второе место занимают орогенные месторождения (рис. 4). Золотоносность ЗСМ, вероятно, тесно связана с рудообразующим потенциалом каждой ТМО. Можно говорить о повышенной золотоносности ЗСМ, связанных с позднеорогенными интрузивными системами и карлинским типом. Однако вместе с высокзолотоносными ЗСМ ($Au > 10$ г/т), такими как Майское и Майкл, в обеих ТМО известны и рядовые по содержанию золота месторождения. Запасы золота в месторождениях также варьируются в широких пределах. В амагматических зонах глубинных разломов орогенной ТМО формировались достаточно богатые золотом объекты (5–10 г/т), но средние по масштабу запасов. Низкое среднее содержание золота (2–5 г/т) характерно для большинства орогенных ТМО в надинтрузивных блоках и постостроводужных ЗСМ, однако они отличаются крупными и сверхкрупными запасами руд.

Характерная черта ЗСМ, наблюдаемая во всех рассмотренных выше ТМО, – совмещение в одних структурах и на одном глубинном уровне раннего вкрапленного и поздних жильных типов оруденения. Вкрапленные руды приурочены к зо-

нам смятия, дробления и рассланцевания, а жильное и прожилковое оруденение выполняет зоны трещиноватости. Следовательно, в рудовмещающих структурах ЗСМ происходила последовательная смена вязких пластических деформаций, характерных для режима сжатия, на хрупкие деформации растяжения. Такая смена тектонических режимов отражает общие для всех ЗСМ геодинамические условия рудообразования.

УСЛОВИЯ РУДООБРАЗОВАНИЯ

Самым удивительным в строении крупных месторождений с невидимым золотом является то, что на глубине до 3 км и более в рудных телах не обнаружено зональности, свойственной гидротермальным месторождениям. Это дало возможность выдвинуть гипотезу негидротермального накопления невидимого золота. Повышенное содержание углерода во вмещающих толщах рудных полей позволило связать эти накопления с деятельностью глубинных углеводородных флюидов. В 2000 г. была опубликована статья А.А. Сидорова и И.Н. Томсона “Рудоносность черносланцевых толщ: сближение альтернативных концепций” [24]. Авторы на примере месторождений невидимого золота и других руд предложили следующее объяснение феномену накопления невидимого золота и других металлов в науглероженных толщах. Формирование металлоносных толщ происходило периодически, что, по-видимому, сопряжено с пульсационными явлениями дегазации мантии или даже ядра Земли. Флюидные потоки при достижении земной коры и её поверхности, помимо привноса углеводородов, ряда элементов (в том числе золота) и тепла, стимулировали расцвет примитивных форм жизни (прокариотов и планктона) на фоне катастрофической гибели более высокоорганизованных форм. В результате в толщах морских отложений количество металлоносного биоорганического вещества оказалось тесно связано с объёмом углеводородного флюида, поступающего из глубин Земли. В то же время в процессе своего развития органические (углеводородные и углеродистые) соединения не только способны концентрировать золото и ряд других металлов, но и являются идеальными их сорбентами в земных недрах при различных гидрогенных процессах. В дальнейшем структурная связь золотоносных зон в черносланцевых толщах и молодых осадочных бассейнах с проявлениями углеводородов была показана на примере чукотского и охотского регионов [18].

Геохимические аномалии невидимого золота и ряда других металлов даже в слабо науглероженных толщах имеют эндогенно-биогенную природу. Их образование следует рассматривать как протометаллогенический этап развития соответ-

ствующих тектоно-магматических циклов. Центральные части таких аномалий нередко представляют собой крупнейшие рудные месторождения вкрапленных руд, в том числе невидимого золота. При этом заключённый в науглероженных толщах ресурс металлов при последующих метаморфических, магматических и гидротермальных процессах представляется легко ремобилизуемым при формировании жильных месторождений.

Обратимся ещё раз к рисунку 2, на котором представлены фотографии типичных вкрапленных сульфидных руд нескольких месторождений. Отчётливо видно, что рассеянная вкрапленность золотоносного игольчатого арсенопирита и пирита не ассоциирует с кварцем. Отсутствие кварца, связанного с образованием вкрапленных руд, послужило основой для представлений о негидротермальном генезисе этого формационного типа оруденения [13, 14, 24]. Однако в геологической литературе периодически появляются публикации, в которых обсуждаются условия формирования золото-сульфидных вкрапленных руд на основе термобарогеохимических данных [21, 25]. Последние могут характеризовать условия образования исключительно кварцево-жильного оруденения ЗСМ.

В результате специализированных исследований показано, что формирование золото-сульфидных вкрапленных руд метасоматическим путём в зонах рассланцевания и смятия могло происходить из существенно газовых глубинных рудообразующих флюидов [13]. Об этом также свидетельствует большой вертикальный размах вкрапленного оруденения. Последующее образование жильного оруденения могло быть результатом смешения глубинных рудоносных флюидов с метеорными водами на верхних горизонтах [21, 23].

Изотопный состав серы сульфидов ЗСМ (смешанный, с преобладанием отрицательных значений) показывает, что часть серы могла быть мобилизована из вмещающих пород, а часть поступала из магматических очагов [13, 21]. Кроме того, для этих месторождений установлено неоднородное распределение изотопного состава серы, отражающее, по-видимому, многоэтапную историю формирования руд. В целом для ЗСМ характерен сходный изотопный состав серы сульфидов, что свидетельствует о близких условиях их формирования [13, 21].

Рудные минералы золото-сульфидных, золото-кварцевых месторождений Яно-Колымского пояса и золото-серебряных месторождений прилегающего отрезка Охотско-Чукотского вулканогенного пояса обладают в целом одинаковыми свинцово-изотопными отношениями и совпадают с изотопными отношениями свинца арсенопиритов золото-редкометалльных, медно-порфи-

вых, скарновых и оловянных месторождений, генетически связанных с позднемезозойскими гранитоидами, которые имеют как коллизионные, так и островодужные геохимические характеристики [10, 13].

* * *

Большое генетическое разнообразие золото-сульфидных месторождений, их конвергентный характер обусловлены схожими условиями рудообразования, возникающими в разных тектоно-металлогенических обстановках. На территории России известны все типы рассмотренных выше ТМО, что позволяет прогнозировать открытие новых ЗСМ в каждой из обстановок. Вовлечение в эксплуатацию новых ЗСМ с упорным невидимым золотом позволит увеличить и стабилизировать уровень золотодобычи в России до конца текущего века, так как на каждом месторождении можно добывать ежегодно от 5 до 25 т золота на протяжении десятилетий.

Заключенный в черносланцевых толщах общий ресурс металлов при последующих метаморфических, магматических и гидротермальных процессах, происходящих в зонах ТМО, представляется легко ремобилизуемым в процессе формирования ЗСМ. Смена тектонических режимов (сжатия на растяжение) отражает общие для всех ЗСМ геодинамические условия рудообразования. Изотопные исследования свинца и серы подтверждают, что особенности рудообразования ЗСМ связаны с коровыми и подкоровыми тектоно-магматическими процессами.

Формирование золото-сульфидных вкрапленных руд метасоматическим путём в зонах рассланцевания и смятия могло происходить из глубинных рудообразующих флюидов. Об этом свидетельствует большой вертикальный размах вкрапленного оруденения. Последующее образование жильного оруденения могло быть результатом смешения глубинных рудоносных флюидов с метеорными водами на верхних горизонтах.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда № 14-17-00170.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Петровская Н.В.* Самородное золото. М.: Недра, 1973.
2. *Викентьев И.В., Молошаг В.П., Юдовская М.А.* Формы нахождения и условия концентрирования благородных металлов в колчеданных рудах Урала // Геология рудных месторождений. 2006. № 2. С. 91–125.
3. *Седельникова Г.В.* Автоклавное и бактериальное выщелачивание упорных золотосульфидных руд и концентратов. Состояние и перспективы применения в отечественной промышленности // Материалы международного совещания “Инновационные процессы комплексной и глубокой переработки минерального сырья”. Плаксинские чтения. 2013. Томск: Издательство ТПУ, 2013. С. 28–33.
4. *Бортников Н.С., Кабри Л., Викентьев И.В. и др.* Невидимое золото в сульфидах из современных колчеданных построек. К вопросу о поведении золота в субмаринных гидротермальных системах // Геология рудных месторождений. 2003. № 2. С. 510–542.
5. *Genkin A.D., Bortnikov N.S., Cabri L. et al.* A multidisciplinary study of invisible gold in arsenopyrite from four mesothermal gold deposits in Siberia, Russian Federation // Econ. Geol. 1998. V. 93. P. 463–487.
6. *Reich M., Kesler S.E., Utsunomiya S. et al.* Solubility of gold in arsenian pyrite // Geochim. et Cosmochim. Acta. 2005. V. 69. P. 2781–2796.
7. *Лодейщиков В.В.* Технология извлечения золота и серебра из упорных руд. Иркутск: Иргиредмет, 1999.
8. *Berger V.I., Mosier D.L., Bliss J.D. et al.* Sediment-Hosted Gold Deposits of the World-Database and Grade and Tonnage Models // Open-File Report 2014–1074. June 2014. Virginia, Reston: U.S. Geological Survey, 2014.
9. *Акимов Г.Ю., Крючков А.В., Крылова Т.Л. и др.* Тарынское месторождение жильно-вкрапленных руд – новый тип золотого оруденения в Верхне-Индигирском районе Якутии // Доклады АН. 2004. № 3. С. 363–368.
10. *Волков А.В., Сидоров А.А., Гончаров В.И. и др.* Золото-сульфидные месторождения вкрапленных руд Северо-Востока России // Геология рудных месторождений. 2002. № 3. С. 179–197.
11. *Radtke A.S., Shaeiner B.J.* Studies of hydrothermal gold deposition. Carlin gold deposit, Nevada: The role of carbonaceous material in gold deposition // Econ. Geol. 1970. V. 65. P. 87–102.
12. *Wells J.D., Mullins T.E.* Gold-bearing arsenian pyrite determined by microprobe analysis, Cortez and Carlin gold mines, Nevada // Econ. Geol. 1973. V. 68. P. 187–201.
13. *Волков А.В.* Вкрапленные золото-сульфидные месторождения Северо-Востока России: особенности поисковой геолого-генетической модели // Современные проблемы рудной геологии, петрологии, минералогии и геохимии. М.: ИГЕМ РАН, 2010. С. 37–59.
14. *Новожилов Ю.И., Гаврилов А.М.* Золото-сульфидные месторождения в терригенных углеродистых толщах. М.: ЦНИГРИ, 1999.
15. *Волков А.В., Сидоров А.А.* Уникальный золоторудный район Чукотки. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2001.
16. *Lang J.R., Baker T., Hart C.J. et al.* An exploration model for intrusion related gold systems // SEG Newsletter. 2000. № 40. P. 6–15.
17. *Goldfarb R.J., Ayuso R., Miller M.L. et al.* The Late Cretaceous Donlin Creek gold deposit, southwestern Alaska: Controls on epizonal ore formation // Econ. Geol. 2004. № 4. P. 643–671.

18. Сидоров А.А., Волков А.В., Глотов В.Е. О связях рудоконтролирующих разломов с послемеловыми осадочными бассейнами и проявлениями углеводородов // Доклады АН. 2009. № 3. С. 374–377.
19. Лазарев А.Б., Волков А.В., Сидоров А.А. Рудовмещающие дуплексы золоторудного орогенного месторождения Маломир (Приамурье) // Геология рудных месторождений. 2012. № 6. С. 513–522.
20. Степанов В.А., Моисеенко В.Г. Геология золота, серебра и ртути. Владивосток: Дальнаука, 1993.
21. Cline J.S., Hofstra A.H., Muntean J.L. et al. Carlin-Type Gold Deposits in Nevada: Critical Geologic Characteristics and Viable Models // Econ. Geol. 100th Anniversary Volume. 2005. P. 451–484.
22. Muntean J.L., Cline J.S., Simon A.C. et al. Magmatic hydrothermal origin of Nevada's Carlin-type gold deposits // Nature Geosc. 2011. № 4. 122–127.
23. Richards J.P. Super porphyry copper and gold deposits: A global perspective. V. 1. Linden Park, South Australia: PGC Publishing, 2005. P. 7–25.
24. Sidorov A.A., Tomson I.N. Ore-bearing in Black Shale Masses: The Convergence of Alternative Concepts // Herald of the Russian Academy of Sciences. 2000. № 4. P. 375–380; Сидоров А.А., Томсон И.Н. Рудоносность черносланцевых толщ: сближение альтернативных концепций // Вестник РАН. 2000. № 8. С. 719–724.
25. Гамянин Г.Н., Бортников Н.С., Алтатов В.В. Нежданское золоторудное месторождение – уникальное месторождение Северо-Востока России. М.: Геос, 2000.

ПСИХОСЕМАНТИЧЕСКИЙ ПОДХОД В РЕКОНСТРУКЦИИ ПОЛИТИЧЕСКОГО МЕНТАЛИТЕТА: МЕТОДЫ И ПРИМЕРЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

© 2017 г. В.Ф. Петренко, О.В. Митина

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

e-mail: petrenko@mail.ru; omitina@inbox.ru

Поступила в редакцию 11.01.2016 г.

В статье рассматриваются возможности использования психосемантических методов в политической психологии. Одним из таких методов является реконструкция категориальных структур, через призму которой человек воспринимает мир и происходящие в нём события. Психосемантический подход связан с построением многомерных семантических пространств, выступающих операциональной моделью категориальных структур сознания и бессознательного человека. Он эффективен при исследовании восприятия политических и социокультурных проблем, поскольку позволяет выявлять глубинные установки и стереотипы, которые плохо отрефлексированы или скрываются по причине социальной нежелательности, а потому с трудом поддаются диагностике. Приводятся примеры использования подхода для изучения психосемантического сознания.

Ключевые слова: психосемантика, семантическое пространство, политические партии, политические лидеры, политический менталитет, динамика, общественное сознание.

DOI: 10.7868/S086958731701008X

“Мы живём, под собою не чуя страны”, – писал О.Э. Мандельштам в 1933 г. С тех пор прошло много времени, и настала пора отрефлектировать наше прошлое, осмыслить настоящее и дать прогноз на будущее. Такую задачу в контексте политического менталитета (или политического со-

знания) ставит (по крайней мере, должна ставить) политическая психология.

В России только за XX в. трижды кардинально менялись идеология, экономическая и социальная политика. В результате разные социальные, возрастные, этнические, религиозные и региональные слои населения образовали “вавилонское смешение народов”, вобрав в себя противоречивые ценностные установки исторических эпох от монархического православия и тоталитарного мировосприятия “гомо советикуса” до авторитаризма “управляемой демократии” и либертарианских идей в экономике. Не меньший хаос присущ сознанию среднестатистического россиянина. Согласно исследованиям, проведённым нами в 1997 г. [1], не более четверти наших граждан обладали более или менее непротиворечивыми политическими установками, совпадающими с идеологией существовавших тогда политических партий, а большая часть демонстрировала синкретическое мышление, сочетая приверженность рыночной экономике и выборности власти с ностальгической тоской по “сильной руке” и требованием государственного регулирования цен. Исследования нынешней политической элиты российского общества, в которую входят



ПЕТРЕНКО Виктор Фёдорович — член-корреспондент РАН, профессор, заведующий лабораторией психологии общения и психосемантики факультета психологии МГУ им. М.В. Ломоносова. МИТИНА Ольга Валентиновна — кандидат психологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник той же лаборатории.

депутаты Государственной думы, лидеры политических партий, политологи, свидетельствуют о противоречивости политического сознания даже у грамотных, казалось бы, в политическом отношении людей. Респонденты одновременно относят себя к национал-патриотам и коммунистам, либералам и социал-демократам. Структурированное, непротиворечивое политическое сознание наблюдается менее чем у половины опрошенных [2].

Колоссальная неоднородность общества не только по экономическому статусу, но и с точки зрения мировоззрения и политических ценностных установок, с одной стороны, чревата возможностью социального взрыва, с другой — обеспечивает, исходя из “принципа необходимого разнообразия” У. Эшби [3], возможность динамических трансформаций. В этих условиях чрезвычайно важными становятся терпимость (толерантность), достижение консенсуса и доверия друг к другу отдельных социальных, национальных и религиозных групп, а также доверие общества к институтам власти, экономическим институтам и институтам суда и права. Как показали исследования лауреата Нобелевской премии по экономике американского психолога Д. Канемана [4], прогнозы, ожидания и отношение населения к экономическим институтам и органам власти влияют на состояние экономики не меньше, чем её объективные детерминанты.

Политическая психология как форма общественной рефлексии возникла в нашей стране в результате перестройки и политики гласности. Кардинальные экономические и политические изменения и вызванная ими трансформация общественного сознания создали потребность в психологическом осмыслении происходящих на наших глазах глобальных социальных процессов и в анализе политического менталитета отдельного человека как субъекта этих процессов. Ответом на социальный запрос стало появление практически новой для отечественной психологической науки области — политической психологии [5–19].

Методы политической психологии заимствуются из психологии личности и теории общения, рефлексивных игр и психотерапии, синергетики и теории катастроф, психолингвистики и теории дискурса, этнопсихологии и кросс-культурной психологии, теории личностных конструктов и психосемантики. Общим является только размытое и плохо определённое поле, называемое политической деятельностью.

Ситуация в политической психологии напоминает положение в советской школе в 1930-е годы, когда практиковался “комплексный подход” к обучению. Комплексность заключалась в том, что на уроках последовательно давались знания о некотором объекте. Изучается, скажем, объект

“корова”. На одном уроке дети учат, как пишется это слово, на другом — какой продукт она даёт, на третьем — к какому биологическому классу относится и т.д. Иными словами, организация обучения шла по “объектному”, а не дисциплинарному основанию.

Схожая ситуация сложилась и в объединении проблематики политической психологии. Политические психологи рассматривают, например, политические переговоры и широко применяют методы дискурс- и контент-анализа. Объектами применения этих методов могут быть политические декларации, манифесты, тексты, соглашения и т.п. Исследуются и сами “высокие переговаривающиеся стороны”, черты их характера, стереотипы поведения и особенности принятия решений. В таком случае используют биографический, психоаналитический методы, эмпатийное моделирование личности другого человека, проективный анализ “живого” поведения или его видеозаписи [20]. Идеи Г. Ласуэлла [21] оказали значительное влияние на создание спецслужбами разных стран “психологических портретов” политических лидеров (от Мао Цзэдуна и Н.С. Хрущёва до Г. Киссинджера и В.В. Жириновского) [22–25].

Другая область политической психологии связана с анализом политических и социальных представлений конкретных социальных, этнических, религиозных групп, участников или контрагентов неких общественных процессов, широких масс населения, выступающих электоратом в демократических обществах. Это область изучения политического менталитета социума, который включает в себя картину мира, систему ценностей, политические установки субъекта. Провести чёткую грань между политическими и иными формами сознания едва ли возможно. Немецкому канцлеру О. Бисмарку приписывают выражение “Франко-германскую войну выиграл прусский учитель”¹, подразумевающее, что уровень образования, когнитивная сложность населения могут выступать одним из важных параметров политического сознания или менталитета. Последние два термина для нас, скорее, синонимичны, и если в философской литературе о содержательном наполнении картины мира принято говорить в терминах сознания, то в психологии в силу фрейдовского разведения сознательного и бессознательного уместнее термин “менталитет”, включающий как сознательные, так и бессознательные пласты картины мира, политические

¹ На самом деле апология прусскому учителю прозвучала из уст лейпцигского профессора географии О. Пешеля, написавшего в редактировавшейся им газете “Заграница”: “...Народное образование играет решающую роль в войне... когда пруссаки победили австрийцев, то это была победа прусского учителя над австрийским школьным учителем” [26].

установки, настроения, стереотипы, социальные представления и прочие плохо рефлекслируемые компоненты политического опыта.

Психосемантический подход в политической психологии. В основе психосемантического подхода лежат метод семантического дифференциала Ч. Осгуда [27], теория личностных конструктов Дж. Келли [28] и метод репертуарных решёток [29].

В психосемантике операциональной моделью, описывающей категориальную структуру сознания и личностные смыслы субъекта относительно некоторой содержательной области, выступают субъективные семантические пространства [30]. Они представляют собой обобщения исходного языка описания, свойственного субъекту (респонденту), где первичные дескрипторы (термин лингвистики), шкалы (в терминах Осгуда) или конструкты (в терминах Келли) группируются с помощью процедур многомерной статистики (факторного, кластерного, дискриминантного анализа, многомерного шкалирования, методов структурного моделирования) в содержательно более ёмкие категории-факторы.

При геометрическом представлении категории-факторы выступают осями некоторого n -мерного семантического (как правило, декартового) пространства, а личностные смыслы субъекта, связанные с анализируемыми объектами, задаются как координатные точки внутри этого пространства, создавая своеобразную “ориентировочную основу действия” (термин П.Я. Гальперина) — в нашем случае эмпатического встраивания, вчувствования в сознание другого или других. В этом смысле психосемантический подход близок к проективным методам и, подобно им, чувствителен к проблемам интерпретации, но, в отличие от них, предполагает работу с компактно представленными данными, позволяющими определять такие параметры, как когнитивная сложность (число значимых латентных категорий-факторов), перцептуальная сила признака (выражающаяся во вкладе фактора в общую дисперсию и отражающая субъективную, связанную с мотивационной сферой значимость данного основания категоризации) и т.п.

Рассмотрим ряд типовых задач в области политической психологии, решаемых методами психосемантики.

Построение семантических пространств политических партий [13, 30–34]. Для решения этой задачи в качестве пунктов опросника используются суждения текущего политического дискурса: цитаты из выступлений известных политических лидеров, деклараций политических партий по злободневным вопросам, тексты принятых или обсуждаемых законов, актуальные политические слоганы и лозунги, а также устоявшиеся форму-

лировки — выдержки из Конституции, документов ООН, ЮНЕСКО, высказывания политических деятелей прошлого и т.п. Респонденты (испытываемые) из числа руководителей различных партий выражают своё согласие или несогласие с каждым из суждений списка, состоящего обычно из нескольких сотен дескрипторов, или оценивают, насколько то или иное суждение соответствует позиции представляемой партии.

Общая формула, позволяющая вычислять рекомендуемую численность экспериментальной выборки в соответствии с допустимой погрешностью, имеет вид [35]:

$$n = \frac{\left(\frac{t\sigma}{\Delta}\right)^2}{1 + \frac{1}{N}\left(\frac{t\sigma}{\Delta}\right)^2},$$

где N — численность партии; t — значение абсциссы для кривой нормального распределения, определяемое желаемым значением доверительной вероятности оценивания; Δ — допустимая погрешность, которая задаётся исследователем, исходя из требуемого уровня точности оценки параметра; σ^2 — дисперсия в ответах на вопросы.

Величину, обратную дисперсии, можно интерпретировать как меру идеологического единства. Снижение размерности первичных переменных позволяет выделить основания (категории), определяющие сходство/различие политических партий, ведущие линии социального напряжения, проинтерпретировав содержание каждой категории, установить размерность политического пространства как показателя дифференцированности политической жизни общества и когнитивной сложности общественного сознания. Позиции каждой партии представлены как координатные точки внутри этого пространства. Через проекцию позиции партии на оси категорий-факторов можно определить, насколько выражен тот или иной политический аспект, соответствующий содержанию фактора. Расстояния между координатами партий в семантическом пространстве обратно пропорциональны сходству их политических установок. Используя кластер-анализ, можно построить дендрограммы, или кластер-структуры, представляющие группировку партий согласно сходствам их политических установок, и таким образом предсказать их возможные политические альянсы.

Результаты по сходству политических установок (рис. 1), полученные в 1991 г. в ходе опроса 299 активистов и лидеров партий, в значительной степени отвечали существовавшим раскладам партнёрства и соперничества политических партий. Наиболее близки по установкам (положению на дендрограмме) оказались объединившиеся в ходе реальной политической деятельности партии, входящие в движение “Демократическая

Название партии	Лидер	Условные обозначения
Анархисты		А
Российская партия зелёных		РПЗ
Социалистическая партия (в 1993 г. Партия труда)	Б. Кагарлицкий	ПТ
Товарищество социалистов-народников		ТСН
Демократическая партия России	Н. Травкин	ДПР
Движение “Демократическая Россия”	Ю. Афанасьев, Г. Старовойтова	ДР
Партия конституционных демократов (коллективный член ДР)	В. Злотарёв	ПКД
Социал-демократическая партия России (в 1991 г. коллективный член ДР)	А. Оболенский, О. Румянцев	СДПР
Мемориал (коллективный член ДР)	С. Ковалёв, Л. Пономарёв	М
Республиканская партия Российской Федерации (коллективный член ДР)	В. Лысенко	РПРФ
Демократический союз	В. Новодворская	ДС
Христианско-демократический союз России	в 1991 В. Аксютц, Г. Якунин	ХДС
Либерально-демократическая партия России	В. Жириновский	ЛДПР
Коммунисты за демократию (движение в КПСС)	А. Руцкой	КПСС-Дем
Коммунисты-нейтралы (атоматически выбывшие из КПСС после путча в 1991 г.)		КПСС-Нейтр
Слушатели Академии Министерства внутренних дел		МВД
Сторонники М. Горбачёва в КПСС	М. Горбачёв	КПСС-Центр
Ветераны Второй мировой войны		Ветераны
Большевистская платформа в КПСС	Н. Андреева	КПСС-Больш
Объединённый фронт трудящихся (в 1993 г. Движение “Трудовая Россия”)	В. Анпилов	ТР
Марксистская платформа в КПСС (в 1993 г. Российская коммунистическая партия)	В. Крючков	КПСС-Маркс
Компартия РФ (члены КПСС россияне, не одобрявшие политику Горбачёва)	И. Полозков	КПРФ
Гражданское согласие		ГрСг
Общество охраны памятников (коллективный член ГрСг)		ООПИК
Союз “Христианское возрождение” (монархическая организация)		ХВ
Русское движение (коллективный член ГрСг)		РусДвиж
Национальный республиканский комитет (коллективный член ГрСг)		НРК
Национально-патриотический фронт “Память”	Д. Васильев	П

Рис. 1. Кластеризация политических партий России, 1991 г.

Анализ расположения политических партий по фактору 3 позволяет сделать вывод, что неприятие идеи прав человека в 1991 г. проявлялось прежде всего в националистических формах.

Семантическое пространство имиджей партий [33]. В отличие от предыдущей задачи, при решении которой респондентами выступают члены (как правило, лидеры) той или иной партии, являющиеся носителями её идеологии, в данном случае в роли респондентов выступают рядовые избиратели, наблюдающие политику партий, так сказать, с “внешних позиций”. Респондентам (испытуемым) предлагается оценить партию по списку шкал-дескрипторов, например: “партия имеет широкую поддержку у населения”, “партия отражает интересы малого и среднего бизнеса”, “партия пользуется поддержкой президента”, “партия – носитель левой идеологии” и т.п. При такой процедуре оценка партий оказывается более субъективной, чем в первом случае, и зависимой от политической пропаганды, средств массовой коммуникации, политической рекламы. В отличие от оценок политически более однородных респондентов – членов партий, оценки “людей с улицы” более разнообразны, их дисперсия выше. Поэтому разумно для ряда специфических задач строить семантические пространства имиджей для однородного контингента респондентов.

Оценка электоральной мощности политических партий. Оценка степени поддержки населением той или иной партии осуществляется нами с помощью размещения позиций избирателей в семантическом пространстве партий. Каждому респонденту предлагается тот же опросник, что и представителям политических партий. По ответам респондента можно определить координаты его политической позиции в этом пространстве, близость политических установок к платформе той или иной партии. Чем ближе ответы респондента к “ответам партии” (то есть усреднённым ответам представляющих её членов), тем с большей вероятностью он попадает в электорат партии.

Выполнив эту процедуру для всех респондентов, при наличии репрезентирующей генеральную совокупность избирателей выборки можно построить своеобразные электоральные облака политических позиций населения, определить их плотность и объём для каждой партии, иными словами, оценить популярность каждой партии. Анализ социально-демографических характеристик респондентов, попавших в то или иное электоральное облако, позволяет построить социально-демографический портрет избирателей соответствующей партии. Электоральная плотность партий, определённая методами психосемантики, высоко коррелирует с непосредственными

данными парламентских выборов [34, 35]. Приведём в качестве иллюстрации результаты наших исследований в Казахстане. На проекции семантических пространств политических партий Казахстана представлены индивидуальные позиции избирателей, тестировавшихся по тем же опросникам, что и лидеры партий. На рисунке 3, а, б позиции рядовых граждан сопоставлены с позициями политических партий. Исследование проводилось в 1991 г., участниками опроса являлись члены 10 политических партий и движений Казахстана, а также 500 жителей г. Алма-Аты накануне первых в истории страны многопартийных выборов.

В построенном нами семантическом пространстве политических партий Казахстана виден систематический сдвиг в позициях партий, ориентировавшихся на интеграцию с Россией либо на создание национальной республики, а также самих избирателей соответственно казахской и русской национальностей по первому фактору, связанному с национальной политикой.

Видимое на первый взгляд противоречие – отрицательное отношение социал-демократической партии к социалистическим ценностям, – объясняется тем, что в 1991 г. именно социал-демократические идеи с акцентом на слово “демократические” в оппозиции социалистическим идеям, лежащим в основе идеологии предперестроечного СССР, брались на вооружение многими людьми с “активной жизненной позицией”, стремящимися к модернизации. В социал-демократических партиях на основе стремления к демократии находили общий язык и бывшие члены КПСС, и диссиденты, считавшие себя анкеткоммунистами.

Типологизация политического менталитета населения. Полученное на основе анализа групповых данных семантическое политическое пространство отражает взгляды людей, стоящих на совершенно разных политических позициях. Такое “обшегрупповое” пространство (построенное по опросам репрезентативных выборок) позволяет делать эвристичный прогноз итогов парламентских или президентских выборов, но с методологической точки зрения соответствует “средней температуре по больнице”.

Для широкого круга социально-психологических и социально-политологических исследований важно изучать не усреднённое мнение людей, а политические идеи (идеологемы), политические конструкции, распространённые в обществе. Ставится задача построения политической типологии граждан, выделения типов политической ментальности. При этом необходимо помнить, что психосемантические данные имеют не двумерную, а трёхмерную структуру [36]. Массив

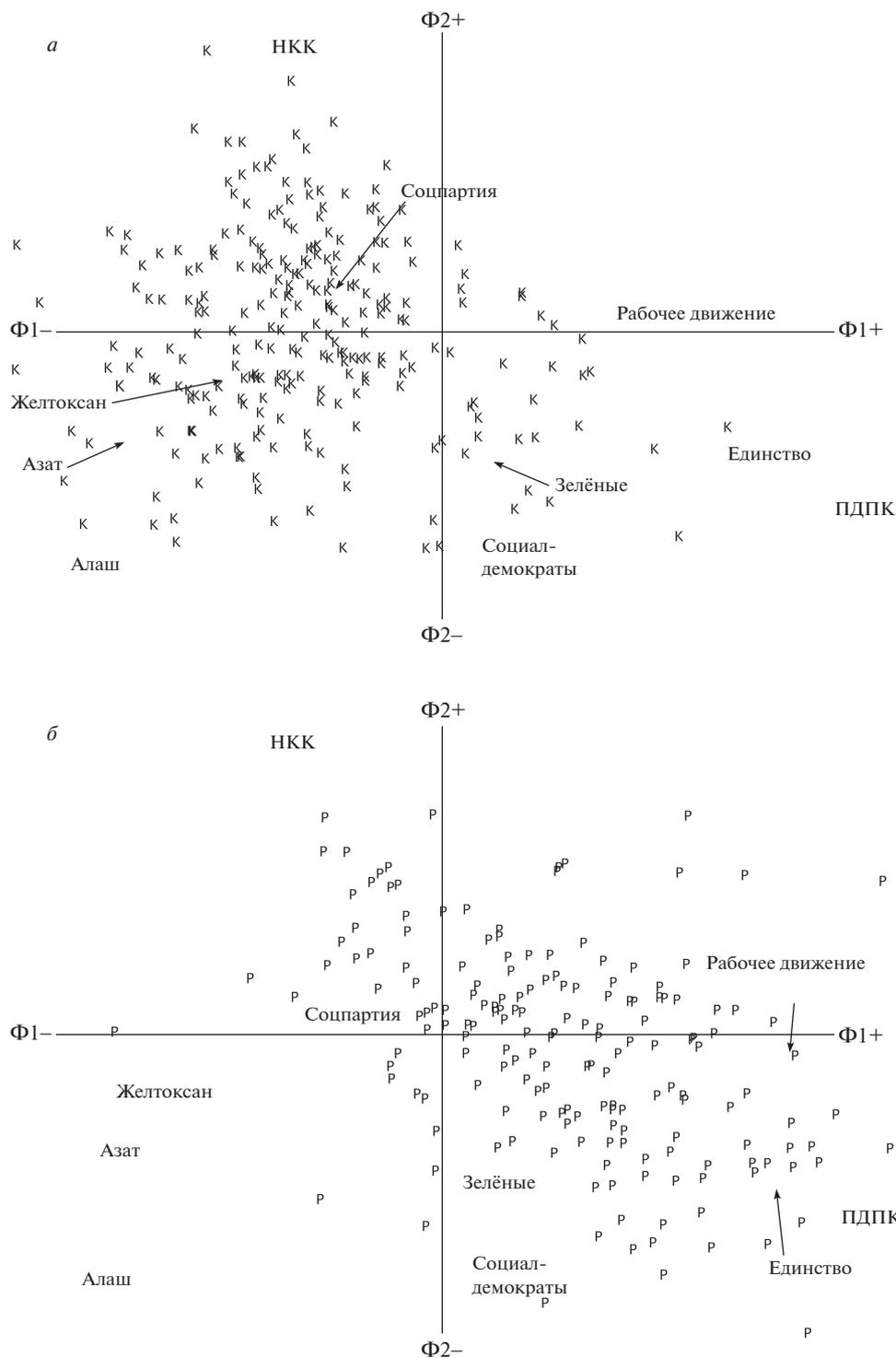


Рис. 3. Семантическое пространство политических партий Казахстана и позиции избирателей в этом пространстве, 1991 г.

а – позиции граждан Казахстана казахской национальности; *б* – позиции граждан Казахстана русской национальности; $\Phi 1 (+)$ борьба за единое экономическое и правовое пространство \leftrightarrow $\Phi 1 (-)$ борьба за национальную республику; $\Phi 2 (+)$ принятие социалистических ценностей \leftrightarrow $\Phi 2 (-)$ отрицание социалистических ценностей

Примечание. Используемые аббревиатуры: ПДПК – Партия демократических преобразований Казахстана, НКК – Национальный конгресс Казахстана. Стрелками показаны реальные позиции партий в семантическом пространстве; отсутствие стрелки означает, что партия находится на своём месте; буква “к” соответствует позиции респондента казахской национальности; буква “р” – русской национальности

данных образован тремя измерениями: шкалы-дескрипторы; объекты анализа; респонденты (испытуемые). Каждый элемент массива – единственный кубик – это оценка одним респондентом одного объекта по одной шкале. Собранные вместе кубики составляют параллелепипед (рис. 4). Для решения ряда задач с использованием многомерной статистики можно отдельно рассматривать сечения по разным основаниям: испытуемым, объектам, шкалам [36].

Для построения типологии выделяются сходные по оценкам всех объектов по всем шкалам респонденты (выполняется Q-факторизация респондентов согласно их ответам, хотя они и имеют двумерную плоскую структуру). Поскольку ответы напрямую отражают политические ценности и установки респондентов, а каждый фактор объединяет схожих по ответам респондентов, инвариант, стоящий за ответами тех, кто попал в данный фактор (семантическое пространство для политически однородной группы), интерпретируется нами как политическая картина мира определённого типа. Содержательная интерпретация соответствующего ему семантического пространства позволяет описать политические идеологии и конструкты, присущие людям, входящим в данный политический тип, а анализ их социально-демографических и психологических характеристик – составить социально-демографический и психологический портрет типа, соответствующего тому или иному политическому менталитету [33].

По результатам исследования 1996 г. эмпирически было выделено шесть типов различного отношения к реформам в России. Лишь около 20% опрошенных имели в достаточной степени логически непротиворечивое и структурированное представление о политической жизни своей страны, то есть информация, описанная ниже, относится только к незначительному проценту населения.

В первый тип политического менталитета (4,6%) вошли преимущественно лица старше 40 лет, с низким материальным положением, ИТР, пенсионеры, домохозяйки, рабочие, не имеющие высокой квалификации, голосующие за КПРФ.

Второй тип составили люди среднего достатка, в основном это политически ангажированные учёные, представители творческих профессий, голосующие за “демократов” (4,1%).

В третьем типе доминировали мужчины, оценивающие своё материальное положение как высокое, москвичи, имеющие свой собственный бизнес. Те немногие из них, кто проявлял минимальный политический интерес, голосовали за Е. Гайдара и Г. Явлинского, но в основном были аполитичны (2,4%).

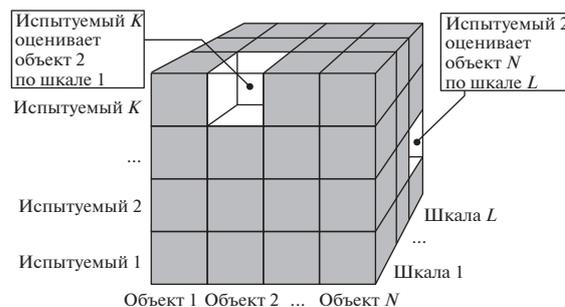


Рис. 4. Трёхмерная (“кубическая”) структура психо-семантических данных: шкалы × объекты × испытуемые

Четвёртый тип – лица главным образом в возрасте от 25 до 40 лет, преимущественно мужчины, с высшим образованием, в большинстве своём имеющие высокий достаток, многие из них москвичи. Они называли себя демократами и были оппозиционно настроены по отношению ко всем партиям, считая, что ни одна из них не защищает интересы демократии (2,3%). В четвёртый тип входили представители среднего бизнеса, а в третий – крупного бизнеса.

Пятый тип – в основном демократически ориентированные студенты и молодые выпускники вузов, работающие по своей специальности. Если они и голосовали, то за Е. Гайдара и Г. Явлинского, многие из них москвичи, преимущественно женщины. Политически ангажированными в большей степени оказались бедные студенты. Однако это не причина, а следствие: большая часть студенчества, оценивая свой материальный уровень относительно высоко, озабочена собственными проблемами и мало думает о политике (1,4%).

Шестой тип – преимущественно женщины старше 55 лет, с высшим образованием, оценивающие уровень своих доходов как низкий, работающие в науке, здравоохранении, образовании (1,2%). Эти респонденты социально ориентированны, с их точки зрения, задача государства состоит в том, чтобы защищать людей от бедности, безработицы, бездуховности, беззакония. Им присуще государственное сознание: целостность и величие России для них очень важный фактор. Вместе с тем они негативно относились к националистическим и тоталитарным идеям и понимали, что без рыночной экономики реформы не проведёшь.

Таким образом, из шести типов политических установок пять находились в оппозиции плановой социалистической экономике и предпочитали экономику западного образца с теми или иными вариациями (в частности, социально ориентированную). Позиция коммунистического электората наиболее многочисленна в сравнении с каждым

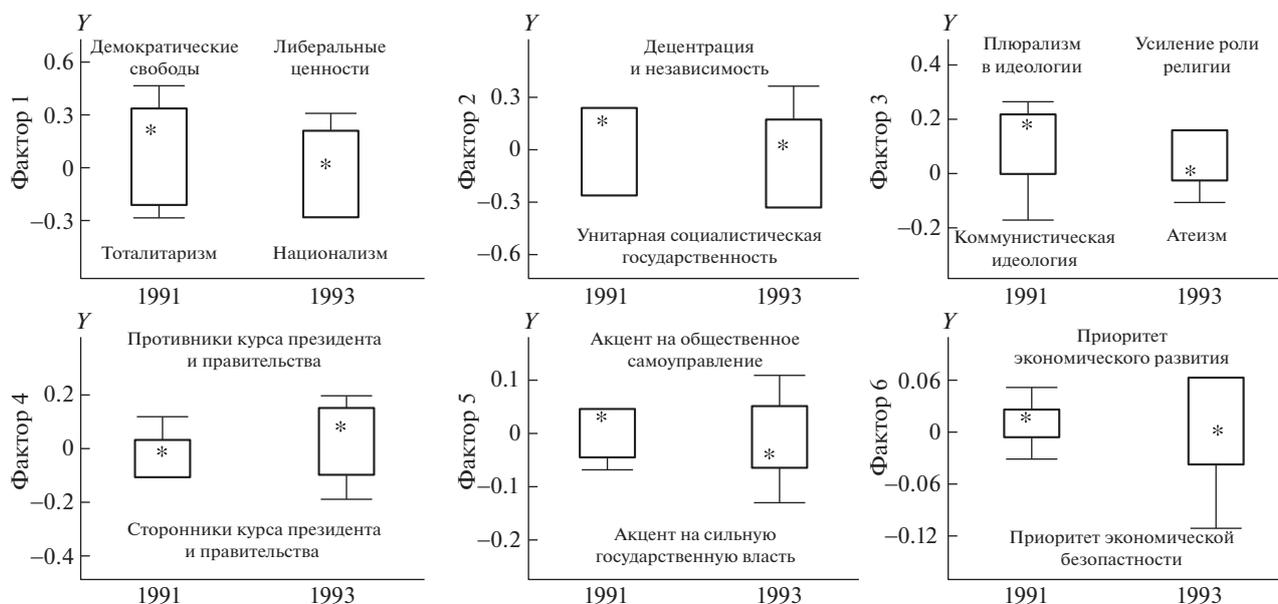


Рис. 5. Боксплоты факторов семантического пространства российского общества в сопоставлении 1991 и 1993 гг.

По оси Y указаны факторные баллы для каждого фактора; для каждого фактора верхняя подпись соответствует семантике положительного полюса, а нижняя — семантике отрицательного полюса; если семантика того или иного полюса изменилась в период между 1991 и 1993 г., то обозначение, соответствующее 1991 г., приводится слева, а 1993 г. — справа

из пяти вариантов принятия “рыночной экономики”, но суммарно проигрывала по численности.

Анализ динамики политического менталитета.

Такой анализ необходим для предсказания развития политических процессов, происходящих в обществе, для целенаправленного выбора “модели потребного будущего” (термин Н.А. Бернштейна) из веера возможных сценариев, а также для осознанных действий по элиминации нежелательных сценариев развития. Описание “живого движения”, эволюции и развития системы — одна из наиболее сложных методологических проблем науки. Как полагает А. Бергсон, научные методы анализа динамических процессов способны дать только синхронические (фотографические, в терминах Бергсона) срезы процесса.

При описании политической жизни общества методы психосемантики (как и любой лонгитюд в психологическом исследовании) позволяют получить серию синхронических срезов политического процесса (в нашем случае — в форме семантических пространств). Встаёт вопрос: как от синхронических срезов перейти к описанию динамики? Проблема усложняется ещё и тем, что со временем меняется не только менталитет, но и сама общественная жизнь. Меняется политический контекст (дискурс), на передний план выходят новые проблемы, и при построении семантических пространств, релевантных времени, исследователь использует новые дескрипторы, а подчас вводит в исследование новые политиче-

ские субъекты (государство, политические партии, политические персоналии).

Задачу определения генетической взаимосвязи семантических пространств, отражающих менталитет общества в различные периоды, мы решаем, устанавливая корреляционные связи между факторами в предположении малой изменчивости идеологии партии (то есть объектов) на достаточно малом интервале времени (то есть объединяем факторы разных временных срезов — приводим их к общему знаменателю), а затем в объединённом пространстве дескрипторов описываем динамику самих объектов анализа с помощью аппарата разностных дифференциальных уравнений. Психосемантика нелинейных динамических процессов находится пока на стадии развития, мы предпринимаем попытку использовать аппарат синергетики и теории диссипативных структур для описания динамики менталитета общества [37–40].

На рисунке 5 представлены боксплоты, отражающие распределение позиций респондентов по каждому из факторов. Верхнее и нижнее основания боксплота указывают на максимальную и минимальную позиции в выборке, а верхняя и нижняя стороны во внутреннем прямоугольнике соответствуют верхнему и нижнему квартилям. Звёздочка в прямоугольнике — это позиция медианы распределения. Такое представление позволяет оценить не только центральную тенденцию в распределении и сдвиг позиции (в нашем примере за два года), но и степень дивергенции/конвер-

генции позиций. Дивергенция – увеличение разброса позиций (прямоугольник, соответствующий второму замеру, увеличился), конвергенция – усиление единодушия (прямоугольник при переходе от первого замера ко второму уменьшился).

Анализ представлений населения о качестве жизни. Как говорил Ф. Ницше, “можно пережить любое *как*, если знаешь *зачем*”. На восприятие качества жизни влияет не только наличие материальных благ, но и ощущение субъектности собственного бытия – того, что ты творец своей жизни. Качество жизни зависит и от теплоты общения в семье, в рабочем коллективе, в обществе. Оно связано с отсутствием военных угроз и природных катаклизмов, включает в себя веру в счастливое будущее для себя и своих детей, возможность получить хорошее образование, квалифицированную медицинскую помощь и т.п. В наших исследованиях [41], посвящённых представлениям населения России о качестве жизни в различные периоды истории страны, ролевыми позициями выступали образы правительств (от ленинского до путинского), а дескрипторами – несколько десятков суждений о различных аспектах качества жизни.

В качестве маркеров исторических периодов в России использовались правительства: Ленина (1917–1924 гг.), Сталина (Сталин-1 – 1930-е годы, Сталин-2 – 1940-е годы, Сталин-3 – послевоенные годы, начало 1950-х годов), Маленкова, Хрущёва, Брежнева (Брежнев-1 – конец 1960-х годов, Брежнев-2 – 1970-е годы), Андропова, Черненко, Горбачёва (Горбачёв-1 – правительство Горбачёва – Рыжкова, Горбачёв-2 – правительство Горбачёва – Павлова), Ельцина (Ельцин-1 – правительство Ельцина – Силаева, Ельцин-2 – правительство Ельцина – Гайдара, Ельцин-3 – правительство Ельцина – Черномырдина 1994 г., Ельцин-4 – правительство Ельцина – Черномырдина 1995 г.), Путина (Путин-1 – 1999–2004 гг., Путин-2 – 2005–2008 гг.), Медведева (2008–2012 гг.).

Респондентов разного возраста просили оценить по градуальной шкале качество жизни населения при том или ином правительстве. Полученный массив данных анализировался с помощью методов многомерной статистики (в частности, эксплораторного и конфирматорного факторного анализа) с целью построения семантического пространства, описывающего динамику качества жизни россиян за весь период советской и постсоветской истории. Анализ обнаружил три независимых фактора, к которым сводятся многочисленные аспекты качества жизни: политические свободы, материальное благополучие и осмысленность жизни. Для первых двух факторов графики динамики качества жизни практически совпали в различных возрастных группах (рис. 6 а, б). Иными

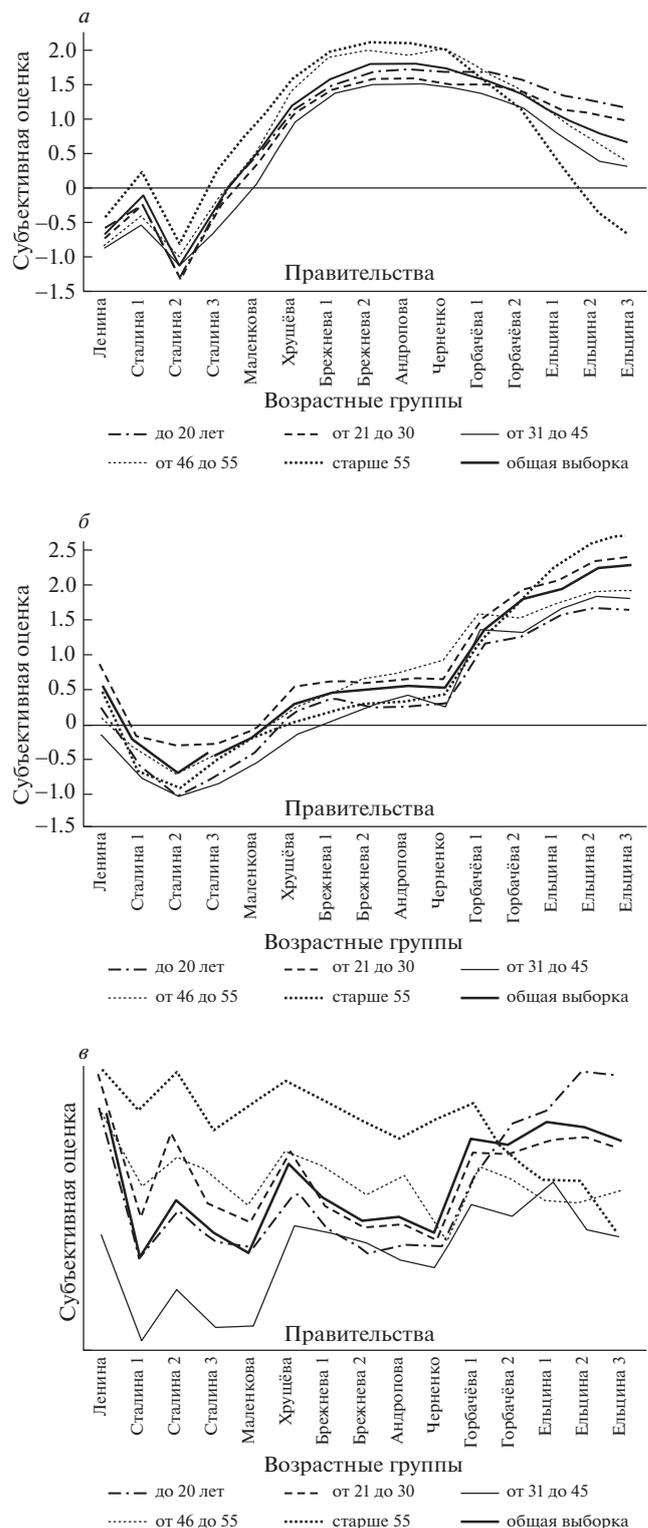


Рис. 6. Сопоставление представлений разных возрастных групп о качестве жизни при разных правительствах. 1995 г.

а – оценка динамики материального благосостояния; б – оценка динамики политических свобод; в – оценка динамики осмысленности бытия

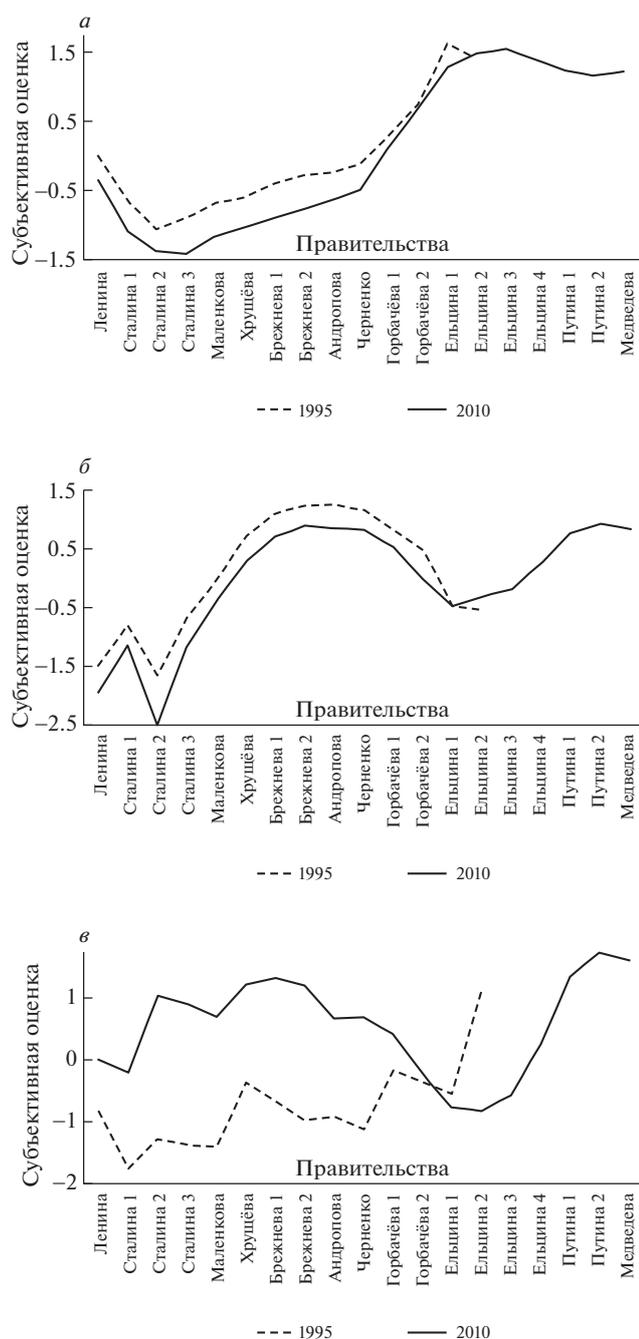


Рис. 7. Сопоставление представлений о качестве жизни при разных правительствах, 1995 и 2010 гг.

a – оценка динамики политических свобод; *б* – оценка динамики материального благосостояния; *в* – оценка динамики осмысленности бытия

словами, для пожилых людей, помнящих правление Н.С. Хрущёва, и для молодёжи, родившейся в годы правления Б.Н. Ельцина, динамика этих составляющих качества жизни в диапазоне всей российской истории с 1917 г. по настоящее время совпадает.

В своё время Уинстон Черчилль назвал Россию “страной с непредсказуемым прошлым”. Ироничный английский премьер, лауреат Нобелевской премии по литературе прав только отчасти. Его высказывание может быть отнесено к любому государству, переживающему идеологические преобразования. Оценочные представления об историческом прошлом неизбежно трансформируются в контексте настоящего. Какие-то аспекты государственности, подобно рецессивным генам живого организма, могут иметь латентный характер и актуализироваться только в ситуации изменившейся социальной среды. Отношение к прошлому меняется. И как королю Хлудвигу, основателю Франкского государства, приписывается фраза, сказанная при крещении: “И я сжёг всё, чему поклонялся. Поклонился всему, что сжигал”, так и нашему поколению выросших при советской власти и переживших становление дикого капитализма 1990-х приходится в новые времена осмысливать новые реалии.

Кривые на рисунке 7 *a*, *б*, *в* отражают представления о динамике различных аспектов качества жизни по результатам опросов 1995 и 2010 гг.

Сопоставление рисунков 6 и 7 приводит к заключению о том, что материальное благополучие и политические свободы – более объективные и в большей степени верифицируемые конструкты. Графики по этим двум факторам совпадают у респондентов, проживавших в разные исторические периоды, различавшихся по возрасту, социальному и профессиональному статусу [41]. Ситуация с третьим фактором – с представлениями об осмысленности жизни – совершенно иная. Локальные вершины и спады для старшего и младшего поколений существенно различаются. Интерес представляет также нарастающее расхождение в показателях по фактору “осмысленность бытия” для периодов правления И.В. Сталина и Б.Н. Ельцина. Исследование показывает, что знание истории государства, крайне важное для формирования политической позиции гражданина, тем не менее не определяет жёстко его позиции по отношению к этой истории. Видимо, существует некий духовный камертон, настраивающий пассионарность общества, относительно независимый от уровня материальных благ и политических свобод.

Анализ геополитических представлений населения позволяет оценить внешнюю политику государства с точки зрения его граждан. Вместе с советской идеологией ушло в прошлое (но осталось у старшего поколения на уровне установок) деление стран мира на социалистические, капиталистические и развивающиеся. Российское общественное сознание мучительно ищет свою новую геополитическую идентичность, своё место в мире. На смену идеологическому родству, подпиты-

ваемому многомиллиардными невозвратными займами и поставками оружия, пришли прагматические внешнеполитические отношения согласно известному принципу Черчилля: “В политике нет постоянных друзей, а есть постоянные интересы”. В этом контексте важными для поддержания внешнеполитического курса являются: анализ представлений населения о геополитической карте мира; изучение образов различных стран, оценка степени дружелюбности граждан этих стран по отношению к России; анализ автостереотипов, то есть образа России и её населения в восприятии самих российских граждан.

В психологической науке проблеме этнических авто- и гетеростереотипов посвящено огромное количество исследований в области фаворитизма и этноцентризма [42–46]. Значительно меньше исследований стереотипов восприятия стран как субъектов международной политики, а также исследований системы категорий, через призму которой воспринимаются и оцениваются те или иные страны. Эта задача решается нами путём построения семантических пространств [47], где объектами оценок по множеству дескрипторов (характеризующих уровень развития экономики, культуры, политических свобод и демократических принципов, состояние вооружённых сил, религиозность общества и т.п.) выступают образы стран — их авто- и гетеростереотипы. Специфика психосемантической картографии геополитического пространства (мира, Европы, СНГ и т.п.) заключается в том, что путём наложения субъективных семантических пространств на географические карты мы получаем зрительно субъективные геополитические пространства. Раскрашивая эти карты согласно степени выраженности того или иного фактора, мы получаем визуально читаемый целостный образ места России в содружестве стран в том или ином экономическом или политическом аспекте, например, карту толерантности, дружелюбности окружающих государств по отношению к России, степени экономического партнёрства или культурного взаимобмена и т.д. Пример такой карты по фактору дружелюбности России по результатам исследования 2000 г. представлен в [47].

Иная форма визуализации представлений о странах — в виде лепестковых восьмиугольных диаграмм. Каждый лепесток соответствует своему фактору, при этом в диаграмму включаются только положительно коррелирующие между собой факторы. В этом случае, чем больше площадь октагона, тем лучше интегральный образ страны. Представление результатов в виде восьмиугольников позволяет не только судить об интегральной оценке страны, но и говорить о наличии сильных и слабых сторон её имиджа и возможности его улучшать, ликвидируя конкретные недостатки по отдельным факторам.

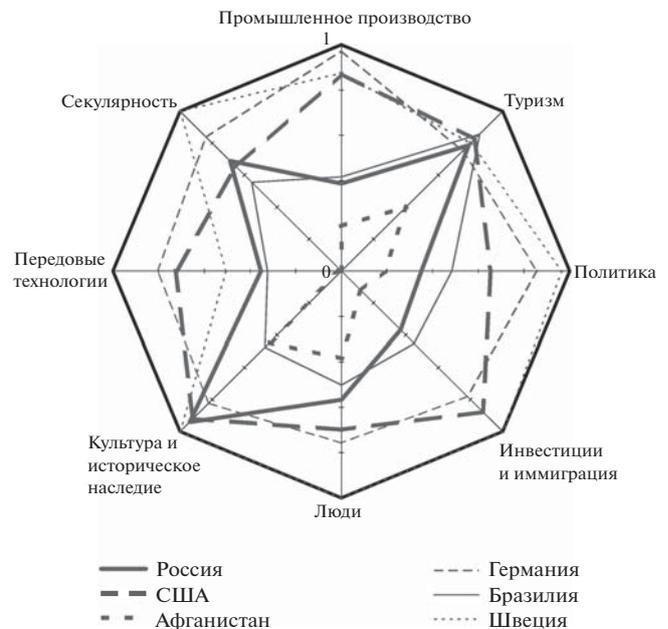


Рис. 8. Октагоны имиджей разных стран в представлении россиян, 2008 г.

На рисунке 8 приведены октагоны образов России, а также некоторых других в определённых аспектах показательных стран: Швеции — лидера привлекательности, Афганистана — одного из аутсайдеров, США и Германии — исторически сложившихся оппонентов России. Октагон Бразилии мы построили в связи с многочисленными сравнениями России с этой страной политологами, экономистами, политиками, деятелями культуры и спорта.

Из рисунка видно, что страны с устойчивой и развитой экономикой и политической демократией (Швеция, США и Германия) обладают существенно более привлекательными имиджами. При этом наиболее привлекательная в суммарном отношении Швеция проигрывает США и Германии по факторам, связанным с промышленным производством. Имидж таких проблемных стран, как Афганистан, близок к нулю. В сравнении с Бразилией Россия выглядит существенно предпочтительнее в области культуры и исторического наследия, а по всем остальным показателям примерно одинаково.

Анализ имиджей политических лидеров, подобно имиджам политических партий, отражает в семантических пространствах политические и личностные качества и установки. К этому добавляются профессиональные характеристики, которые участник общественно-политического театра voluntarily или невольно, с помощью СМИ разыгрывает перед рядовыми гражданами. Психосемантические методы многомерной оценки образа поли-

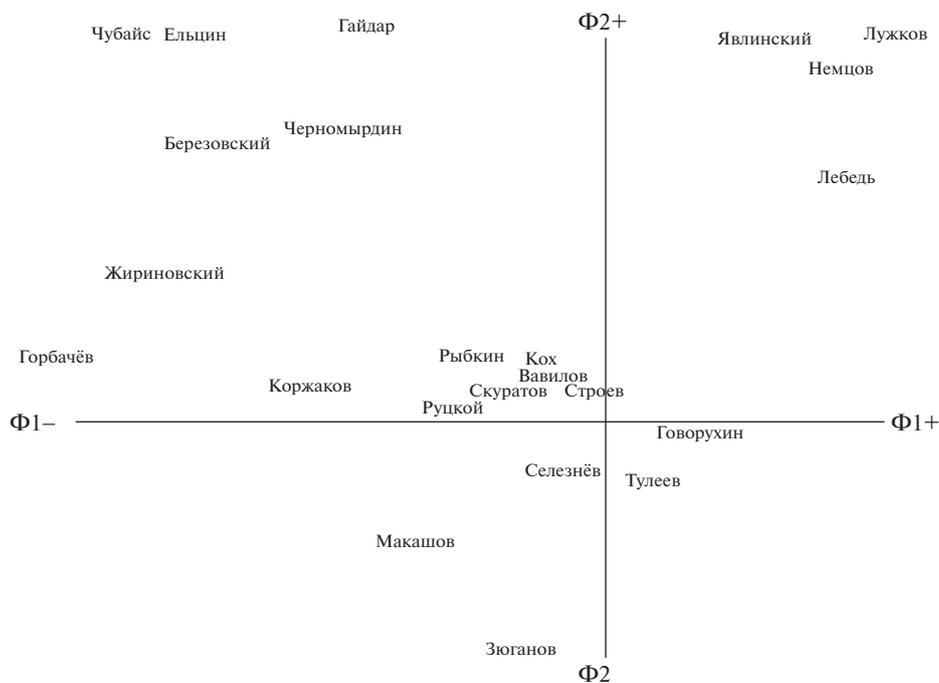


Рис. 9. Имиджи российских политических лидеров в семантическом пространстве, 1997 г.
 Ф1 (+) одобрение ↔ Ф1 (-) неодобрение, Ф2 (+) ориентация на либеральные ценности и рыночную экономику ↔ Ф2 (-) ориентация на социалистические ценности и плановую экономику

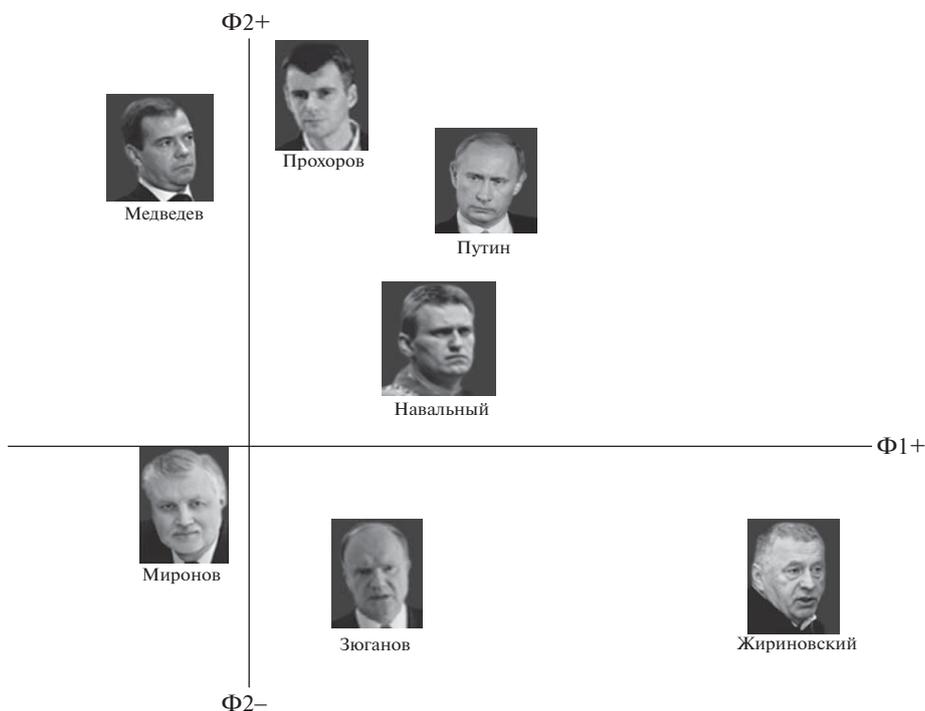


Рис. 10. Имиджи российских политических лидеров в семантическом пространстве, 2014 г.
 Ф1 (+) ориентация на политику “сильной руки”, Ф2 (+) ориентация на рыночную экономику (западничество) ↔ Ф2 (-) почвенничество

тического лидера позволяют дать дифференцированную картину восприятия личности того или иного политического деятеля. Имиджи различных политических лидеров оцениваются респондентами по первичным конструктам, характеризующим политиков в личностном, профессиональном и идеологическом аспектах. В результате процедур многомерного анализа (например, факторного) набор исходных признаков удаётся сжать до достаточно ограниченного числа характеристик и рассматривать сходство политических лидеров друг с другом и их преимущества. Как правило, выделяется категория, соответствующая оценке публичной деятельности политика с точки зрения нравственности и морали, направленности на улучшение качества жизни страны. Другая категория – профессионализм, деловые качества, которые обеспечивают эффективное решение задач, стоящих перед политическим деятелем. Кроме того, в России важную роль играют установка на проведение политики “сильной руки” и отношение к Западу.

На рисунках 9 и 10 приведены оценки образов известных политиков по результатам опросов 1996 и 2014 гг.

Таким образом, психосемантические методы наиболее приемлемы в ситуации, когда речь идёт о выявлении глубинных содержательных ментальных репрезентаций, связанных с ценностными установками и взглядами большой группы людей или отдельных политиков. Они позволяют обнаружить скрытые, плохо рефлекслируемые представления, которые оказывают существенное влияние на политическое поведение, политическое мышление и содержание политического сознания населения. В политической психосемантике креативные идеологемы и новые идеи выступают своего рода творческими мутациями общественного организма. Эта ментальная наука несёт обществу как неисчерпаемые блага и энергетику для эволюции и развития, так и потенциальные угрозы. Таковы любые достижения человеческого интеллекта – от атомной физики до геномной инженерии. Потенциальная опасность психосемантики ментальности в том, что “держать руку на пульсе” ментальной картины населения заинтересованы в первую очередь властные и силовые структуры. Неконтролируемое обществом развитие психологических методов может отозваться пророчески описанным Оруэллом “всевидящим оком Большого Брата”. Согласно теории техногуманитарного баланса А.П. Назаретяна [48], цивилизации выживают только в том случае, если развитие технологического могущества общества ограничивается и направляется морально-этическими регуляторами. Это в полной мере относится и к науке психологии. Общество, да и вся человеческая цивилизация, являются открытой, непрерывно эволюционирующей

системой, включающей верхние трансцендентальные этажи духовной иерархии. Гуманитарные науки в целом, включая философию, историю, психологию, культурологию, социологию, юриспруденцию и право, языкознание, теологию, являются необходимыми элементами, создающими эти верхние этажи человеческой ментальности и бытия.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Петренко В.Ф., Митина О.В.* Отношение граждан России к реформам и типология политических установок // Психологический журнал. 1997. № 5. С. 31–61.
2. *Mitina O., Petrenko V.* Russian political mentalities: a psychosemantic study of the political mind of the contemporary Russian political elite // Politics, Culture and Socialization. 2013. V. 4. № 1. P. 35–50.
3. *Эйби У.Р.* Введение в кибернетику. М.: Ленанд, 2015.
4. *Канеман Д.* Внимание и усилие / Пер. с англ. М.: Смысл, 2006.
5. *Абашкина Е., Егорова-Гантман Б., Косолапова Ю. и др.* Политиками не рождаются: Как стать и остаться эффективным политическим лидером. В 2-х томах. М.: Антиква, 1993.
6. *Гозман Л.Я., Шестопал Е.Б.* Политическая психология. Ростов-на-Дону: Феникс, 1996.
7. *Дейнека О.С.* Экономическая психология: социально-политические проблемы. СПб.: СПбГУ, 1999.
8. *Дилигенский Г.Г.* Социально-политическая психология. М.: Наука, 1994.
9. *Дубов И.Г., Пантелеев С.Р.* Восприятие личности политического деятеля // Психологический журнал. 1992. № 6. С. 25–33.
10. *Лебедева М.М.* Вам предстоят переговоры. М.: Экономика, 1993.
11. *Назаретян А.П.* Политическая психология: предмет, концептуальные основания, задачи // Общественные науки и современность. 1998. № 1. С. 154–162.
12. *Ольшанский Д.В.* Основы политической психологии. Екатеринбург: Деловая книга, 2001.
13. *Петренко В.Ф., Митина О.В.* Семантическое пространство политических партий // Психологический журнал. 1991. № 6. С. 55–77.
14. *Радзиховский Л.А.* Боязнь демократии // Социологические исследования. 1989. № 3. С. 75–88.
15. *Ракитянский Н.М.* Семнадцать мгновений демократии. Лидеры России глазами политического психолога. М.: Российское объединение избирателей, 2001.
16. *Сатаров Г.А.* Математические методы и ЭВМ в историко-типологических исследованиях. М.: Наука, 1989.
17. *Шестопал Е.Б.* Личность и политика. М.: Мысль, 1988.

18. Шмелёв А.Г. Психология политического противостояния: тест социального мировоззрения // Психологический журнал. 1992. № 5. С. 26–36.
19. Юрьев А.И. Введение в политическую психологию. СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского гос. ун-та, 1992.
20. Шестопал Е.Б., Дилигенский Г.Г. Политическая психология // Большой психологический словарь / Под ред. Б.Г. Мещерякова, В.П. Зинченко. СПб.: Прайм-Еврознак, 2003. С. 392, 393.
21. Ласуэлл Г. Психопатология и политика: Монография / Пер. с англ. Т.Н. Самсоновой, Н.В. Коротковой. М.: Изд-во РАГС, 2005.
22. Feldman O., Linda O. (Eds). Profiling Political Leaders: Cross-cultural Studies of Personality and Behavior. Westport, Conn.: Praeger, 2001.
23. Kelly G.A. The psychology of personal constructs. NY: Norton, 1955.
24. Post J. (Ed). The Psychological Assessment of Political Leaders With Profiles of Saddam Hussein and Bill Clinton. Ann Arbor: University of Michigan Press, 2003.
25. Schultz W.T. Handbook of psychobiography. NY: Oxford Univ. Press, 2005.
26. Хватов А. Война, которую выиграл прусский учитель // ПроШколу.ру. 28.11.2012. URL: <http://www.proshkolu.ru/user/hvatov83/blog/336052> (дата обращения 09.03.2015).
27. Osgood Ch., Susi C., Tannenbaum P. The measurement of meaning. Urbana, Chicago and London: Univ. of Illinois Press, 1957.
28. Келли Дж. Психология личности: теория личностных конструктов. СПб.: Речь, 2000.
29. Франселла Ф., Баннистер Д. Новый метод исследования личности: руководство по репертуарным личностным методикам. М.: Прогресс, 1987.
30. Петренко В.Ф. Основы психосемантики. 2-е изд., доп. СПб.: Питер, 2005.
31. Mitina O., Petrenko V. Attitudes toward political parties // The Russian Transformation / Eds. B. Glad & E. Shiraev. NY: St Martin's Press, 1999.
32. Petrenko V., Mitina O., Braun R. The Semantic Space of Russian Political Parties on Federal and Regional Level // Europe-Asia Studies. 1995. V. 47. № 5. P. 835–857.
33. Петренко В.Ф., Митина О.В. Психосемантический анализ динамики общественного сознания (на материале политического менталитета). М.: Изд-во МГУ, 1997.
34. Петренко В.Ф., Митина О.В., Шевчук И.В. Социально-политологическое исследование общественного сознания жителей Казахстана // Психологический журнал. 1992. № 1. С. 53–88.
35. Petrenko V.F., Mitina O.V. A Psychosemantic Approach to the Study of Meanings // Conception of Meaning / S. Kreidler, T. Urbánek, eds. NY: Nova Publisher, 2014.
36. Петренко В.Ф., Митина О.В. Определение структуры политических ценностей с различными типами политического самоопределения // Человек и его ценности в современном мире. VI Международная научно-практическая конференция 16–17 октября 2014 г. Чита: Забайкальский государственный университет, 2015.
37. Abraham F., Mitina O., Petrenko V. Construction of System Dynamics from Multivariate Data // Nonlinear Dynamics in the Life and Social Sciences / Eds. W. Sulis & I. Trofimova. NATO Science Series. Series A: Life Sciences. V. 320. IOS Press, 2000. P. 325–332.
38. Митина О.В. Математические методы в психосемантике // Когнитивные исследования / Отв. ред. В.Д. Соловьёв. М.: Изд-во Института психологии РАН, 2006. С. 69–93.
39. Mitina O., Abraham F., Petrenko V. Dynamical cognitive models of social issues in Russia // International Journal of Modern Physics. 2002. V. 13. № 2. P. 229–251.
40. Митина О.В., Петренко В.Ф. Динамика политического сознания как процесс самоорганизации // Общественные науки и современность. 1995. № 5. С. 103–115.
41. Петренко В.Ф., Митина О.В. Представление россиян о качестве жизни при разных правительствах // Вестник РАН. 2012. № 2. С. 124–130.
42. Солженицын А.И. Как нам обустроить Россию? Письменные соображения. Л.: Советский писатель, 1990.
43. Berry J.W. Psychology of acculturation // J.J. Berman Ed. Nebraska Symposium on Motivation, 1989: Cross-cultural perspectives. Current theory and research in motivation. V. 37. Lincoln, NE, US: Univ. of Nebraska Press, 1990.
44. Tajfel H., Turner J.C. The social identity theory of intergroup behavior // Ed. S. Worchel, W.G. Austin. Psychology of intergroup relations. Chicago: Nelson-Hall, 1986. P. 7–24.
45. Triandis H.C. Culture and social behavior. N.Y.: McGraw-Hill, 1994.
46. Дробизжева Л.М., Аклаев А.Р., Солдатова Г.У. Демократизация и образы национализма в Российской Федерации 90-х годов. М.: Мысль, 1996.
47. Petrenko V., Mitina O., Berdnikov K. Russian Citizens Representations of the Country's Positions in the Geopolitical Space of the Commonwealth of Independent States, Europe, and the World // European Psychologist. 2003. V. 8. № 4.
48. Назаретян А.П. Нелинейное будущее. Мегаистория, синергетика, культурная антропология и психология в глобальном прогнозировании. М.: Аргмак-Медиа, 2015.

К ВОПРОСУ О РАДИАЦИОННОМ БАРЬЕРЕ ПРИ ПИЛОТИРУЕМЫХ МЕЖПЛАНЕТНЫХ ПОЛЁТАХ

© 2017 г. А.И. Григорьев^а, Е.А. Красавин^б, М.А. Островский^с

^аИнститут медико-биологических проблем РАН, Москва, Россия

^бОбъединённый институт ядерных исследований, г. Дубна, Московская область, Россия

^сИнститут биохимической физики им. Н.М. Эмануэля, Москва, Россия

e-mail: grigoriev@pran.ru; krasavin@jinr.ru; ostrovsky3535@mail.ru

Поступила в редакцию 10.05.2016 г.

В статье предложена и обосновывается концепция радиационного риска для пилотируемых межпланетных полётов. В отличие от традиционных подходов, в рамках которых радиационный риск для космонавтов связывается главным образом с развитием опухолевых процессов в организме в отдалённый период, вводится понятие “вероятность успешного выполнения миссии”. Вероятность радиационного поражения в этих условиях рассматривается прежде всего как результат действия тяжёлых ядер галактических космических лучей на структуры центральной нервной системы, что может привести к изменениям высших интегративных функций мозга и обусловить нарушения операторской деятельности экипажей.

Ключевые слова: межпланетные пилотируемые полёты, галактические космические лучи, тяжёлые заряженные частицы, нейрорадиобиология, центральная нервная система, повреждающие факторы.

DOI: 10.7868/S0869587317010030

Путь в космос учёные в Советском Союзе начали прокладывать задолго до запуска первых искусственных спутников, ещё в 30-х годах прошлого века. Речь идёт о первом полёте в стратосферу стратостата “Осоaviaхим-1” в 1933 г. Уже тогда под руководством патриарха отечественной физиологии академика Л.А. Орбели развёртывались медико-биологические исследования, целью которых было подробное изучение влияния стратосферных условий на организм человека и животных. Активнейшее участие в этих работах принимали ученики Л.А. Орбели – сотрудники

ленинградской Военно-медицинской академии. Как писал позднее один из ближайших учеников Орбели, впоследствии первый директор Института медико-биологических проблем академик АМН СССР А.В. Лебединский, “стратосферная медицина стала подлинной предтечей космической медицины” [1, с. 327].

Л.А. Орбели был первым, кто осознал и сформулировал главное условие высотных полётов: «Человек ... должен будет активно проникать в них (речь тогда шла о стратосфере и конкретно о полёте “Осоaviaхима-1”. – *Прим. авт.*), должен



ГРИГОРЬЕВ Анатолий Иванович – академик РАН, вице-президент РАН, научный руководитель ИМБП РАН. КРАСАВИН Евгений Александрович – член-корреспондент РАН, директор лаборатории радиационной биологии ОИЯИ. ОСТРОВСКИЙ Михаил Аркадьевич – академик РАН, руководитель отдела фотохимии и фотобиологии ИБХФ им. Н.М. Эмануэля РАН.

будет проявлять при этом свои умственные способности, работоспособность, сохранять полное самообладание» [2, с. 259]. Эти слова оказались пророческими. По существу, они стали руководством к действию при подготовке космонавтов к околоземным полётам, но ещё в большей степени они верны в отношении межпланетных миссий. Дело в том, что опасность нарушения “умственных способностей” в ходе длительного пребывания в дальнем космосе вполне реальна и проистекает от повреждающего влияния галактических космических лучей (ГКЛ). Именно этот фактор принципиально отличает дальние космические полёты от ближних.

Многолетний опыт околоземных пилотируемых полётов позволил накопить к настоящему времени фундаментальные знания о влиянии многочисленных факторов космического пространства на организм человека [3]. Успешно решена задача обеспечения работоспособности, сохранения полного самообладания. Огромные усилия были приложены для того, чтобы определить и предотвратить неблагоприятные последствия космического полёта. В значительной мере решена и не менее важная задача восстановления здоровья космонавта в послеполётный период.

При разработке концепции и планов освоения дальнего космоса неизбежно становится актуальным вопрос о необходимости сохранения умственных способностей, учитывая возможность нарушений высших психических функций при воздействии тяжёлых заряженных частиц. При этом возникает вероятность риска повреждения структур мозга, ответственных, например, за формирование новой памяти. Об этом свидетельствуют результаты недавно опубликованных экспериментальных исследований на животных. Обращает на себя внимание тот факт, что повреждение мозговых структур выявляется при облучении животных малыми дозами тяжёлых частиц. Эти дозы оказываются соизмеримыми с теми реальными потоками галактических тяжёлых частиц, которые, согласно расчётам, будут воздействовать на мозг космонавта во время полёта на Марс и обратно. В результате неблагоприятные последствия пребывания в космосе могут оказаться весьма серьёзными как для здоровья космонавта, так и для выполнения самой миссии. Именно в этом, по нашему мнению, состоит важнейшее различие между околоземными и дальними космическими экспедициями. Отсюда с неизбежностью следует вывод о том, что концепция подготовки длительных межпланетных пилотируемых полётов в навигационном, техническом и медико-биологическом аспектах должна претерпеть существенные изменения.

Не упуская из виду многочисленные факторы риска, особое внимание в условиях межпланет-

ной миссии следует уделить радиационному фактору. Речь идёт о необходимости проведения комплексных междисциплинарных исследований влияния тяжёлых заряженных частиц на центральную нервную систему. Эти исследования должны быть направлены на сохранение, по Орбели, умственных способностей человека, мозг которого подвергнется воздействию галактических тяжёлых заряженных частиц. Поэтому в нейрорадиобиологии, являющейся составной частью комплекса современных наук о мозге, вопросы влияния на мозг тяжёлых заряженных частиц высоких энергий относятся к числу наиболее актуальных [4].

Рассмотрим, в чём состоит различие между действием на любое вещество, в том числе на биологические структуры, электромагнитных видов ионизирующих излучений (например, рентгеновского или гамма-излучения) и тяжёлых заряженных частиц. Если в первом случае поглощённая доза излучения передаётся некоторому объёму вещества малыми порциями (“дождь” гамма-квантов), то во втором случае та же доза передаётся тому же объёму вещества при прохождении через него всего одной тяжёлой заряженной частицы (“пули”). Иными словами, пространственное распределение в веществе энергии гамма-квантов и тяжёлых заряженных частиц совершенно различно. Важно, что энергия, передаваемая веществу по ходу пробега частицы, распределяется неравномерно — максимальное количество энергии выделяется в конце пробега частицы. Тяжёлые ионы достаточно высоких энергий обладают значительной проникающей способностью в ткани организма. Действительно, пролёт “пули”, например пробег ускоренного иона углерода с энергией 300 МэВ/нуклон, составляет в тканях около 20 см, а это огромное расстояние.

При полёте к Марсу на космонавтов будут действовать различные радиационные источники — солнечные и галактические космические лучи, нейтронное и гамма-излучение. Солнечные космические лучи состоят в основном из протонов различных энергий, не превышающих 50–100 МэВ. Их характеризует примерно такая же биологическая эффективность, как и рентгеновских лучей и гамма-квантов. В этом отношении опасность солнечных космических лучей для пилотируемых полётов в ближнем и дальнем космосе принципиально не отличается и обуславливается вероятностью возникновения мощных солнечных вспышек. В результате космонавты могут подвергнуться высокой дозе облучения, однако в этом случае можно применить меры физической защиты от действия “солнечных” протонов, создав на космических кораблях радиационные убежища для экипажей.

В состав ГКЛ, прилетающих в Солнечную систему из глубин Галактики, входят не только протоны высоких энергий и ядра гелия, но и тяжёлые ядра практически всей Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева с преобладанием ядер группы углерода и железа. Энергия частиц галактического излучения простирается до сверхвысоких величин порядка 10^{20} эВ, при этом энергетический спектр ядер представлен преимущественно частицами с энергией 300–500 МэВ/нуклон. Потому-то тяжёлую заряженную частицу и можно уподобить “пуле”, способной “пробить” обшивку космического аппарата и ткани организма космонавта.

В настоящее время подробно описаны патологические последствия облучения организма как обычными видами ионизирующего излучения, так и тяжёлыми заряженными частицами. К таким последствиям относятся перерождение нормальных клеток в злокачественные и повышение частоты возникновения раковых заболеваний. Однако поражающее действие тяжёлых заряженных частиц по сравнению с обычными видами ионизирующих излучений (рентгеновскими лучами и гамма-квантами) значительно выше [5]. Анализ молекулярных нарушений, лежащих в основе их действия, указывает на решающую роль кластерных повреждений ДНК в инициации патологических изменений. Высокие значения биологической эффективности тяжёлых заряженных частиц выявлены не только при исследовании генетических изменений. Например, при действии ускоренных ионов железа с энергией 1 ГэВ/нуклон в исключительно малых дозах (1–5 сГр) у облучённых животных спустя всего несколько десятков недель развивается катаракта.

Что касается центральной нервной системы, то обычное ионизирующее излучение электромагнитной природы, действующее по принципу “дождя”, вызывает в ней множественные реакции вследствие не только прямого действия радиации, но и косвенного – в результате радиационного поражения других систем организма. При этом нарушения в центральной нервной системе включают генетические поломки в нейронах, клеточную гибель (апоптоз) и нарушение синаптической передачи между нейронами.

При рассмотрении действия тяжёлых заряженных частиц на центральную нервную систему следует иметь в виду, что в открытом космосе одна такая частица при прохождении через мозг может повредить несколько тысяч нейронов. По оценкам специалистов NASA, вне магнитосферы Земли квадратный сантиметр площади пересекает в сутки около 160 тяжёлых заряженных частиц с зарядом атомного ядра (Z) ≥ 20 . Согласно расчётам, в ходе трёхлетнего пилотируемого межпланетного полёта от 7 до 13% нейронов цен-

тральной нервной системы могут подвергнуться воздействию высокоэнергетичных ионов железа и до 46% нейронов – воздействию частиц с $Z \geq 15$ [6]. Около 20 млн. нервных клеток из примерно 46 млн., входящих в структуры гиппокампа, будут пересекаться одной и более частицами с $Z \geq 15$.

Почему особо опасно действие таких частиц именно на гиппокамп? Подавляющее большинство нейронов взрослого мозга представляют собой высокодифференцированные клетки, которые утратили способность к делению и потому достаточно устойчивы к действию радиации. Однако клетки гиппокампа, сохранившие способность к делению, исключительно уязвимы к воздействию излучений. В гиппокампе взрослого мозга нейрогенез осуществляется непрерывно, и этот процесс служит нейробиологической основой формирования новой памяти. Как теперь установлено, именно гиппокамп, сохранивший способность к нейрогенезу, играет ключевую роль в формировании долговременной памяти, в интеграции получаемой мозгом информации и её распределении в высших отделах мозга.

Экспериментально показано, что радиационно-индуцированные нарушения когнитивных функций обусловлены поражением способных к делению клеток – предшественников дифференцированных нейронов [7]. При действии совсем малых доз ускоренных ионов железа (20–60 сГр) у животных через три месяца отмечаются потеря пространственной ориентации и нарушение синаптической передачи в структурах гиппокампа. Нарушения когнитивных функций и дендритной нейронной сети выявляются у мышей через шесть недель после облучения ускоренными ионами кислорода и титана при дозе, равной всего 5 сГр [8]. Следует подчеркнуть, что дозы облучения в этих последних экспериментах соответствовали реальным потокам тяжёлых заряженных частиц, воздействию которых космонавты могут подвергаться при полёте к Марсу (10^5 – 10^6 частиц/см²).

Различие между действием радиации по принципу “дождя” и по принципу “пули” состоит в том, что в случае облучения головного мозга животных рентгеновскими лучами в больших дозах, превышающих 10 Гр, не было выявлено изменений поведенческих реакций, в то время как дозы высокоэнергетичных ионов железа величиной всего 20–60 сГр нарушали у крыс формирование пространственной памяти [7]. Таким образом, становится очевидной потенциальная опасность тяжёлых ядер ГКЛ для умственных способностей человека при межпланетных полётах. В этой связи оценка риска радиационного воздействия в условиях орбитального и межпланетного полётов остаётся актуальнейшей задачей современной космонавтики. Сложная многофакторная систе-

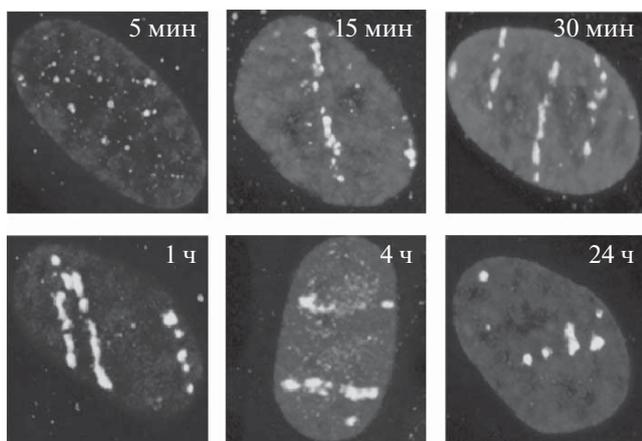


Рис. 1. Кластерные двуниевые разрывы ДНК, формирующиеся в виде отдельных треков (γ H2AX/53BP1 фокусы) в ядрах клеток человека при прохождении тяжёлых заряженных частиц

Облучение ядрами бора с энергией 8.4 МэВ/нуклон в дозе 1 Гр. Указано время после облучения клеток

ма оценки рисков включает рассмотрение ближайших и отдалённых эффектов облучения.

Рассмотрим оценку риска ближайших эффектов облучения, в частности, функциональных нарушений центральной нервной системы у экипажей в ходе межпланетных полётов. С учётом этого в систему оценки рисков необходимо ввести понятие “вероятность успешного выполнения миссии” (P) [9], которая в общем виде может быть записана следующим образом:

$$P = 1 - (P_{р.п.} + P_{н.р.п.} + P_{о.т.}),$$

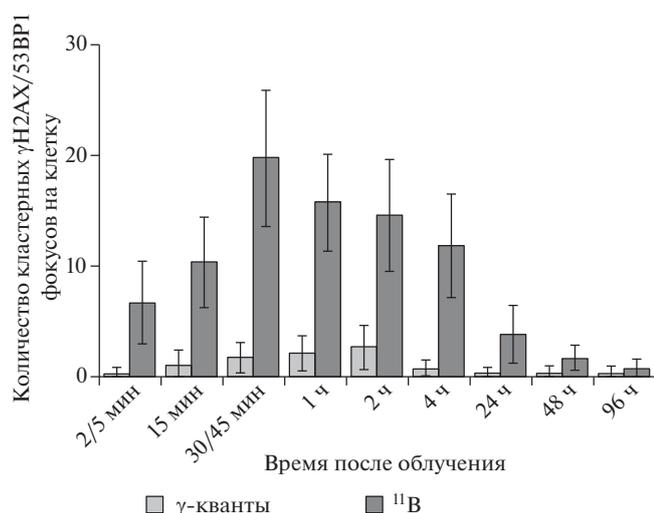


Рис. 2. Кинетика формирования и элиминации двуниевых разрывов ДНК (γ H2AX/53BP1 фокусов) при действии γ -квантов ^{60}Co и ускоренных ионов бора

где $P_{р.п.}$ — вероятность возникновения радиационных поражений; $P_{н.р.п.}$ — вероятность возникновения нерадиационных нарушений, возникающих под влиянием факторов космического полёта (воздействием невесомости, замкнутого пространства, психологические факторы, заболевания, травмы и т.д.); $P_{о.т.}$ — вероятность отказа технических устройств. Вероятность же возникновения радиационных поражений может слагаться из:

$$P_{р.п.} = P_{цнс} + P_{б.э.о.} + P_{о.э.о.},$$

где $P_{цнс}$ — вероятность нарушения функций центральной нервной системы, $P_{б.э.о.}$ — вероятность возникновения ближайших эффектов облучения (нарушение костномозгового кроветворения, повреждение кожных покровов, других органов и тканей организма вследствие интенсивного облучения протонами в результате солнечных вспышек); $P_{о.э.о.}$ — вероятность возникновения отдалённых эффектов облучения (раковые заболевания, формирование радиационной катаракты и др.).

Поэтому новая стратегия планирования дальнейших экспериментальных работ по моделированию биологического действия космических видов радиации и по оценке риска их повреждающего воздействия в условиях пилотируемых межпланетных полётов предполагает организацию комплексных нейрорадиобиологических исследований влияния тяжёлых заряженных частиц на центральную нервную систему. Такие исследования должны дать информацию о том, насколько опасно действие тяжёлых ядер ГКЛ при осуществлении межпланетных полётов, и определить допустимые и безопасные дозы такого воздействия. Принципиально важно установить, будут ли действительно возникать нарушения высших интегративных функций мозга, и если будут, то при каких конкретных дозах и видах тяжёлых заряженных частиц. При этом следует постоянно иметь в виду, что ГКЛ — уникальный радиационный фактор. Характер передачи энергии тяжёлых заряженных частиц, как было отмечено, кардинально отличается от обычных (рентгеновские и гамма-лучи) излучений. Следует также понять, насколько усилятся нарушения мозговых функций при высоких нагрузках психологического и физиологического характера, сопровождающих межпланетный полёт. Решать данную проблему можно главным образом в наземных условиях, используя ускорители тяжёлых заряженных частиц. Такие исследования в нашей стране уже ведутся при тесном сотрудничестве специалистов разного профиля, в первую очередь в области радиационной биологии, нейрофизиологии, физики ускорителей, математического моделирования.

В лаборатории радиационной биологии Объединённого института ядерных исследований сов-

местно со специалистами Института медико-биологических проблем РАН на пучках высокоэнергетических многозарядных ионов ускорителя “Нуклотрон” успешно проводятся работы по моделированию биологического действия тяжёлых заряженных частиц галактического излучения. Изучаются нарушения структуры ДНК и хромосомного аппарата клеток, формирование различного типа мутаций, нейрорадиобиологические эффекты воздействия тяжёлых ионов высоких энергий. При рассмотрении характера повреждений ДНК в клетках различных организмов выявлено образование двунитевых разрывов кластерного типа, формирующих вдоль траектории пролёта частиц своеобразные “треки” в клеточных ядрах (рис. 1). Эти трудно восстанавливаемые нарушения генетических структур (рис. 2) составляют молекулярную основу формирования комплексных хромосомных aberrаций в делящихся клетках, а в нейронах, по-видимому, обуславливают нарушения нормального синтеза белков, участвующих в передаче межнейронных сигналов. Возможно, именно это обстоятельство определяет отсутствие нарушений поведенческих реакций у животных, облучённых высокими дозами рентгеновских лучей, и вызывает нарушения пространственной памяти при действии крайне малых доз ускоренных ионов железа.

Для решения проблемы радиационного риска при полётах в дальний космос, обусловленного влиянием тяжёлых ядер ГКЛ, необходимо комплексное изучение поражающего действия заряженных частиц на молекулярном, клеточном и организменном уровнях. Наиболее важными здесь будут исследования нарушений высших интегративных функций мозга. С учётом этого необходимо планирование работ на ускорителях заряженных частиц не только с использованием мелких лабораторных животных, но и приматов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лебединский А.В.* Участие Л.А. Орбели в разработке проблем космической физиологии // *Авиационная и космическая медицина. Материалы конференции 1963 г., созванной Всесоюзным физиологическим обществом АН СССР, Московским Физиологическим обществом и АМН СССР.* М., 1963.
2. *Орбели Л.А.* Избранные труды. Т. 4. М.; Л.: Наука, 1966.
3. *Григорьев А.И., Егоров А.Д.* Длительные космические полёты // *Космическая биология и медицина. Совместное российско-американское издание в 5 томах. Т. III, кн. 2 / Под общей ред. О.Г. Газенко, А.И. Григорьева, А.Е. Никогосяна и С.Р. Молера.* М.: Наука, 1997.
4. *Ostrovskii M.A.* Current Trends in Modern Brain Science // *Herald of the Russian Academy of Sciences.* 2010. № 3. P. 187–198; *Островский М.А.* Актуальные направления современной науки о мозге // *Вестник РАН.* 2010. № 5–6. С. 402–415.
5. *Красавин Е.А.* Проблема ОБЭ и репарация ДНК. М.: Энергоатомиздат, 1989.
6. *Curtis S.V., Vazquez M.E., Wilson J.W. et al.* Cosmic ray hits in the central nervous system at solar maximum // *Adv. Space Res.* 2000. V. 25. P.2035–2040.
7. *Britten R.A., Davis L.K., Johnson A.M. et al.* Low (20 cGy) doses of 1 GeV/u ⁵⁶Fe-particle radiation lead to a persistent reduction in the spatial learning ability of rats // *Radiat. Res.* 2012. V. 177. P. 146–151.
8. *Parihar V.K., Allen B., Tran K.K. et al.* What happens to your brain on the way to Mars // *Sci. Adv.* 1 May 2015. V. 1. № 4. e1400256.
9. *Григорьев А.И., Красавин Е.А., Островский М.А.* К оценке риска биологического действия галактических тяжёлых ионов в условиях межпланетного полёта // *Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова.* 2013. № 3. С. 273–280.

БИБЛИОМЕТРИЯ КАК ОРУЖИЕ МАССОВОГО ЦИТИРОВАНИЯ

© 2017 г. А. Молини^а, Д. Боденхаузен^б

^аПарижский университет, Париж, Франция

^бФедеральная политехническая школа, Лозанна, Швейцария; Высшая нормальная школа, Париж, Франция

e-mail: molinie@mae.u-paris10.fr; Geoffrey.Bodenhausen@epfl.ch

Поступила в редакцию 24.12.2015 г.

Распределение ресурсов на проведение исследований всё чаще основывается на так называемой библиометрии. Сегодня учёные зачастую считаются успешными при выполнении единственного условия: их обильно цитируют. Эта общемировая тенденция поддерживается не только грантовыми агентствами, так как их задача существенно упрощается при обширном использовании библиометрии, но и самими учёными, которым, по-видимому, нравится собственный статус знаменитостей, многие учёные с удовольствием подсчитывают количество цитирований своих работ. Данная тенденция чревата опасностями, особенно в области социальных наук, где библиометрия менее развита и где не учитываемые индексами цитирования монографии часто важнее статей, опубликованных в журналах. Авторы выступают за возвращение к ценностям “реальной науки”, призывая учёных разных стран объединиться против тирании библиометрии. Российские учёные в течение длительного времени мало что знали о существовании h-, импакт- и других подобных факторов, однако сейчас они начинают активно использоваться при оценке “научной эффективности”. Поэтому публикация статьи, оригинальный вариант которой опубликован в международном журнале “Chimia” (2010. Т. 64. С. 78–89), представляется актуальной.

Ключевые слова: библиометрия, индексы цитирования, h-фактор, импакт-фактор, научная политика.

DOI: 10.7868/S0869587317010066

Об экономическом кризисе 2008–2009 гг. написано многое. Ипотечные кредиты выдавались безответственными финансовыми институтами неплатёжеспособным заёмщикам. Акции и другие “финансовые продукты” были перепроизведе-

нены, переоценены и распроданы. Только немногие экономисты предвидели: фантастические ожидания, приправленные ложными обещаниями, приведут к тому, что мир содрогнётся. Необходимо осознать схожесть процессов в раздутым финансовом секторе с тенденциями в научных исследованиях. В царстве современной науки ложные обещания и беззастенчивая реклама стали широко распространённым явлением. Равно как финансовые продукты оцениваются безответственными рейтинговыми агентствами, так и значимость научных исследований оценивается на основе непродуманных параметров – индексов цитирования, h-факторов и, что особенно плохо, импакт-факторов журналов. Мы проиллюстрируем наиболее извращённые примеры научной политики, руководствующейся библиометрией.

Индекс цитирования (Science Citation Index), появившийся в форме объёмистых томов в 1960-х годах, даёт возможность узнать, цитировалась ли (и кем именно) определённая статья. Многие учёные пользовались им, чтобы узнать, применялись ли результаты их работы другими исследователями. Однако библиометрия стала по-настоящему



МОЛИНИ Антуанетт – профессор факультета археологии и этнологии Парижского университета. БОДЕНХАУЗЕН Джеффри – профессор факультета естественных наук и химической инженерии Федеральной политехнической школы в Лозанне и факультета химии Высшей нормальной школы (Париж).

популярной начиная с 1997 г., когда Институт научной информации (Institute for Scientific Information, ISI, сегодня – отделение Thomson Reuters) предоставил возможность увидеть полный отчёт о цитировании любого учёного, друга или врага, за считанные секунды, благодаря чему можно мгновенно “охарактеризовать” репутацию исследователя. Грантовые агентства, очевидно, высоко ценят метод, существенно упрощающий их нелёгкий труд.

Однако доминирующая мода на библиометрию в значительной степени возникла из-за нарциссизма самих учёных. Их увлечённость индексами цитирования часто переходит пределы разумного. Их одержимость собственным эго намного извращённое лени грантовых агентств. В каком-то смысле учёные напоминают бодибилдеров, которые под предлогом “поработать” в тренажёрных залах и фитнес-салонах любят себя своими телами, отражёнными в зеркалах. Возможно, словосочетание “самолюбивый учёный” тавтологично, потому что самолюбие и честолюбие – одна из движущих сил в научной работе. В то же время, если уж вам так необходимы зеркала, следует, по крайней мере, быть уверенным, что они дают не искажённое отражение.

Что заводит нашу пружину? Настоящие исследователи, по-видимому, совершенно не заботятся об индексах цитирования. Наши министерства науки и учреждения высшего образования, грантовые агентства стараются поддерживать развитие новых идей, создавать лучшие условия для работы, вручать награды и т.д. Однако создаётся впечатление, что никто из их сотрудников, вне зависимости от старания, не понимает, что же заводит пружину творчества. По всей видимости, существует разрыв в мышлении между теми, кто определяет научную политику, и теми, кого оценивают.

В конце концов поколениям учёных каким-то образом удавалось сохранять свой творческий импульс и без индексов цитирования. Часы продолжают идти и тикать, пока их пружину время от времени заводят. Что же нужно для того, чтобы учёные продолжали “тикать”? Некоторым из нас для этого достаточно видеть, как постоянно растёт h-фактор, однако мотивация большинства намного сложнее. Вдохновенные исследователи не могут объяснить свою собственную креативность: они не имеют ни малейшего представления, как и чем заводится их пружина. Они просто креативны и не обращают внимания на силы, которые на них воздействуют, работают вне зависимости от прибыли, наград и признания.

Для прогресса в науке необходима смесь многих ингредиентов – от романтического гения до скучной рутинной. Разумеется, можно привести примеры редких озарений, таких как знаменитые идеи Галилея, Дарвина и Пастера. Но в то же время существуют и достижения учёных меньшего

калибра, которые кропотливо изучают движение планет, устанавливают генеалогии родства племён, определяют энтропию реакций, расширяют архивы на среднеанглийском языке, занимаются замещением метильных групп, записывают спектральные линии, осуществляют мутагенез, полимеразные цепные реакции и т.д. Иногда большая часть этой скромной рутинной работы может показаться бессмысленной. Однако без твёрдой основы в виде накопленного экспериментального материала наука не смогла бы прогрессировать. Поскольку h-факторы и подобные им, как правило, уделяют большее внимание кричащим работам, мода на библиометрию может стать смертельным ударом для скромной, но необходимой науки.

Индексы цитирования: несколько показательных примеров. Библиометрия основана на идее о том, что часто цитируемые статьи инновационны, креативны и важны. Это предположение во многих случаях оказывается заблуждением. Мы приведём лишь несколько примеров из области магнитного резонанса, но аналогичные им можно найти в любой другой области науки – от синтетической химии до физики элементарных частиц.

Работы Альберта Оверхаузера хорошо известны широкому кругу учёных, от специалистов в области физики твёрдого тела до химиков-органиков. Считается, что его имя, “вставленное” в аббревиатуру ЯЭО – “ядерный эффект Оверхаузера”, – упоминается чаще, чем имена многих других учёных. Основополагающая статья Оверхаузера, опубликованная в “Physical Review” в 1953 г., скромно озаглавлена “Поляризация ядер в металлах” [1]. Если бы данную статью представили на рассмотрение полувеком позже, её, скорее всего, отклонили бы рецензенты, разве что название было бы раздуто до чего-то вроде “Тысячекратное усиление интенсивности сигналов ЯМР” либо “Парадоксальное нарушение второго начала термодинамики: охлаждение ядер посредством нагрева электронного спинового резервуара”. Пожалуй, именно недостаток такой беззастенчивой рекламы ответствен за низкий интерес к работе: за 56 лет набралось 530 ссылок на неё. По современным стандартам, это считается провалом!

Очевидно, что число ссылок на статью часто непропорционально её значимости. Рискую показать мелочно эгоцентричными, попробуем проиллюстрировать это утверждение на примере статьи [2], соавтором которой был Джеффри Боденхаузен. Предсказанный в ней эффект позднее стал основой гетероядерной одноквантовой корреляционной спектроскопии (HSQC). Эта причудливая аббревиатура, по-видимому, соответствует сегодняшней неутолимой жажде к рекламе и экзотике. Фактически HSQC – не что иное, как двукратный перенос намагниченности, например, с протонов на ядра азота-15 и обратно. В 1975 г.

о самой возможности переноса намагниченности в жидкости известно не было. Для того чтобы задумать этот революционный эксперимент, потребовалось немалое умение Рихарда Эрнста [3]. Это гениальное изобретение осталось почти незамеченным, так как набрало лишь 373 ссылки. Гораздо лучше (число цитирований — 1442) была принята статья Гэрега Морриса и Рея Фримана “Усиление нечувствительных ядер за счёт переноса поляризации” [4]. Описанный в ней метод получил широкую известность, возможно, благодаря остроумной аббревиатуре — INEPT (игра слов: буквальное значение слова “inept” — неспособный, неуместный, в то время как метод INEPT позволяет весьма ловко переносить поляризацию между спинами). Первооткрывателем идеи о “нанизывании” двух последовательных шагов переноса намагниченности был Лучиано Мюллер, которому удалось набрать 759 ссылок на метод, известный под аббревиатурой НМҚС [5]. “Вишенкой на торте” стали многочисленные отклики на работу Джеффри Боденхаузена и Давида Рубена [2], которую “наградили” по меньшей мере 1776 ссылками. Однако предложенная в ней идея метода, теперь известного по аббревиатуре HSQC, возможно, полезна, но едва ли креативна.

Спектроскопию ядерного эффекта Оверхаузера (NOESY) можно считать одним из наиболее важных изобретений в области магнитного резонанса [6–8]. Идея этого метода существенно опередила своё время, потребовалось много лет на то, чтобы её подхватило научное сообщество. Активное цитирование трёх основополагающих статей по NOESY набрало обороты только после долгого периода “беременности”. Этот процесс очень интересен в свете определения импакт-факторов журналов¹: с точки зрения их редакций, NOESY была полным провалом.

Учёные и их любимый h-фактор. Самая свежая “мера” славы исследователя — его так называе-

мый h-фактор². Хотя некоторые учёные смотрят на него со здоровой дозой скепсиса, большинство любят следить за постоянным ростом своего собственного h-фактора, который, в отличие от фортры гольфиста, никогда не уменьшается. Мода на h-фактор распространяется по миру даже быстрее вируса гриппа А (H₁N₁). Имея санкционированный доступ (<http://apps.isiknowledge.com/>), можно проверить h-индекс любого учёного, упорядочивая список его публикаций в порядке убывания популярности, то есть в порядке убывания числа ссылок на статьи. Глядя на свой h-фактор, можно охарактеризовать собственный “вес” в науке так же легко, как мы ступаем на весы в ванной комнате. Конечно, такой “конкурс красоты” имеет смысл, только если число ссылок служит мерой качества, оригинальности и т.д. Приведённые выше примеры призывают нас быть осторожными. По мнению профессора Федерального технологического института в Цюрихе Фредерика Меркта, оценивать талант учёного по его h-фактору — то же самое, что выбирать вино по цене бутылки, швейцарский сыр — по диаметру дырок и шоколад — по содержанию сахара.

Знаменитости (и те, кто хотят ими стать), одержимые собственными h-факторами, рискуют забыть о своей основной деятельности. Предположим, что профессор N, возраст которого приближается к 60 годам, имеет h-фактор 49. Если он руководствуется личными амбициями, его первостепенная задача — убедиться, что его 50-я по популярности статья будет процитирована, по крайней мере, 50 раз. В этом случае ему следует просить своих друзей цитировать его чаще либо (более безопасная уловка) цитировать самого себя в обзоре в журнале “Chimia”. Когда профессор N сумеет данным образом довести свой h-фактор до 50, он сможет переключить своё внимание на 51-ю по цитируемости статью. Разве эта детская игра может кому-то навредить? Зачем профессору N беспокоиться о публикации статьи в новой области науки? Есть ли у такой статьи шансы быть процитированной 51 раз до того, как профессор N уйдёт на пенсию? Несомненно, публикация в новой области исследований не стоит усилий. В результате профессор N с упорством продолжит полировать камень для своего будущего надгробия, даже если его излюбленная тема утратила свежесть много лет назад.

¹ Импакт-фактор — численный показатель важности научного журнала. С 1960-х годов он ежегодно рассчитывается Институтом научной информации (Institute for Scientific Information), который в 1992 г. был приобретён корпорацией Thomson и ныне называется Thomson Scientific, и публикуется в журнале “Journal Citation Report”. В соответствии с импакт-фактором (в основном в других странах, но в последнее время всё больше и в России) оценивают уровень журналов, качество статей, опубликованных в них, предоставляют финансовую поддержку исследователям и принимают сотрудников на работу. Импакт-фактор имеет хотя и большое, но неоднозначно оцениваемое влияние на оценку результатов научных исследований. Расчёт импакт-фактора основан на трёхлетнем периоде. Например, импакт-фактор журнала в 2014 г. вычисляется на основе соотношения A/B, где: A — число цитирований в течение 2014 г. в журналах, отслеживаемых Институтом научной информации, статей, опубликованных в данном журнале в 2012–2013 гг.; B — число статей, опубликованных в данном журнале в 2012–2013 гг. Институт научной информации исключает из расчётов некоторые типы статей (сообщения, письма и т.д.); для новых журналов импакт-фактор иногда рассчитывается только для двухлетних периодов (см. <https://ru.wikipedia.org>) (прим. переводчика).

² h-индекс, или индекс Хирша, — наукометрический показатель, предложенный в 2005 г. физиком Хорхе Хиршем из Калифорнийского университета в Сан-Диего первоначально для оценки научной продуктивности физиков. Индекс Хирша является характеристикой продуктивности учёного, группы учёных, научной организации или страны в целом, основанной на количестве публикаций и количестве цитирований этих публикаций (см. <https://ru.wikipedia.org>) (прим. переводчика).

Рассмотрим ещё несколько примеров. У Альберта Оверхаузера $h = 32$, так как его 32-ю статью цитировали 38 раз, а 33-ю — только 32 раза. В случае, если он захочет увеличить свой индекс до $h = 33$, ему нужно привлечь больше внимания к своей работе об эффектах электрон-фононного рассеяния [9]. Аналогичным образом Джеффри Боденхаузену не стоит тратить время на эффекты кросс-корреляции в присутствии спин-локинга [10] (его 46-ю статью цитировали 51 раз, несмотря на непривлекательное название), равно как продолжать уделять внимание эффектам Блоха–Зигерта [11] (его 47-я статья, которую цитировали 49 раз) и переживать о судьбе продольного двух-спинового порядка [12] (его 48-я статья, которую цитировали 49 раз). С другой стороны, стоит порекомендовать Боденхаузену вернуться к многоквантовым эффектам в двойном резонансе [13] (его 49-я статья, которую цитировали всего 48 раз, — явное свидетельство небрежного отношения к h -фактору). Такая оппортунистическая политика может привести к странным зигзагам и прыжкам по несвязанным темам.

Безумие импакт-факторов журналов. Считается, что импакт-фактор (ИФ) журнала — мерило его качества: чем он выше, тем лучше издание. Расчёт ИФ основан только на двух предыдущих годах. Например, в 2008 г. импакт-фактор журнала определялся соотношением A/B , где A — число раз, которое опубликованные в 2006 и 2007 гг. статьи цитировались в 2008 г., B — полное число «цитируемых единиц», опубликованных в 2006 и 2007 гг. в том же журнале. Предположим, что мы хотим увеличить ИФ нашего любимого журнала в 2012 г. Это подразумевает, что: 1) нам следует опубликовать статью в 2010 г., причём лучше в его начале; 2) наши коллеги, друзья либо конкуренты должны её обнаружить; 3) они должны найти интересное применение нашего метода либо придумать, как его улучшить; 4) провести новые эксперименты; 5) описать свои наблюдения; 6) направить статью в выбранный ими журнал; 7) дожидаться отзывов рецензентов; 8) учесть их предложения; 9) добиться того, чтобы статья была принята и опубликована до конца 2011 г. В зависимости от даты публикации исходной статьи (а это любое время между январём и декабрём 2010 г.) у наших коллег есть только от 12 до 24 месяцев, чтобы выполнить всю описанную программу действий. Это же самая натуральная глупость. Очень немногие учёные в состоянии выпустить серьёзную статью за такой короткий промежуток времени.

Импакт-факторы нестабильны, непродуманны, обманчивы и даже более неустойчивы, чем биржевые индексы. Казалось бы, зачем тратить время на обсуждение этих очевидных недостатков? Всё дело в том, что учёным, публикующимся в журналах с высоким импакт-фактором, проще выигрывать гранты, получать повышение и ис-

кать место работы для своих бывших студентов. В некоторых странах учёных оценивают, просто сравнивая число их статей с импакт-факторами журналов, в которых они были опубликованы. Таким образом, одна статья в “Science” “весит” столько же, сколько 11 статей в “Journal of Magnetic Resonance”, что абсурдно.

Во Франции в соответствии с неуклюжими инструкциями экспертов Агентства по оценке научных исследований единственной за четыре года статьи в “Nature”, “Cell” или “Science” достаточно, чтобы классифицировать учёного как достаточно активно публикующегося.

Редакторы и научная политика. Раньше хорошие журналы уделяли большое внимание качеству своей продукции. Сегодня они полагают, что авторы должны предоставлять сразу конечный продукт. Наряду с наборщиками в значительной степени были сокращены литературные редакторы, благодаря чему издатели могут сосредоточиться на своём основном занятии — получении прибыли.

Вооружённые импакт-факторами, как греческие боги бронзовыми топорами, главные редакторы основных журналов сегодня наделены чрезмерной властью. С их редколлегиями, как правило, никто и не думает советоваться. Их персонал терроризирует научное сообщество, принимая далеко идущие решения о статьях, которые отвергаются немедленно, и о статьях, которые, по их мнению, заслуживают рецензирования. Публикации должны считаться важными для “широкой аудитории”. Разумеется, данные решения принимаются единолично самими редакторами. Роль редакторов — ключевая: они стражи системы. Они могут влиять на исследования больше, чем любые грантовые агентства! Есть мнение, что при замене всех исполнительных редакторов “Journal of the American Chemical Society” через 10 лет химия как наука будет иметь совершенно другой облик.

24 июля 2006 г. мы получили письмо от исполнительного редактора одного из наиболее рейтинговых журналов в области химии (правила вежливости не позволяют нам открыть его имя). Он отверг одну из наших статей, не отправляя её рецензентам, по следующим причинам: «Основным требованием для коротких сообщений в нашем журнале является актуальность и срочность. Каким образом можно считать вашу статью актуальной, если большинство ссылок в ней — 30-летней давности, а самая свежая из них — 2001 года? В чём заключается срочность? Работа является улучшением известных методик, я вижу только незначительное концептуальное продвижение. В работе совсем нет свежих ссылок на такие журналы, как “Science”, “Nature”, “Proceedings of the National Academy of Sciences”, “Journal of the

American Chemical Society»». Можете нам поверить, что с тех пор мы всегда принимали необходимые меры предосторожности и обильно “перчили” наши статьи свежими ссылками на “Science”, “Nature” и т.д. Украшенная таким образом, в конце концов наша статья оказалась в “ChemBioChem” [14]; за первый год её процитировали 4 раза.

Есть распространённое убеждение, что журналы с высоким импакт-фактором устанавливают высокие стандарты рецензирования. Это заблуждение. Когда нас просят прорецензировать статью, нам совершенно всё равно, направлена она в “Science” или в “Journal of Magnetic Resonance”. Напротив, поскольку вероятность того, что статью примут в “Science”, незначительна, рецензент испытывает слишком большое искушение дать поверхностную рецензию. Что ещё хуже, “общенаучные” редакторы неспециализированных журналов часто не знают, к кому обращаться за рецензией. В результате часто бывает так, что статьи в “Science” в равной степени смущают запутанной аргументацией и впечатляют своими выводами. Такие статьи никогда не примут в “Journal of Magnetic Resonance”. Фактически многие статьи в “Science” эфемерны, в то время как более фундаментальные и “долгоиграющие” работы можно найти только в специализированной литературе. Журнал “Science” излагает замечательные истории об экзопланетах, глобальном потеплении и эпидемии гриппа. Это и объясняет его популярность. Как это преподносит один из наших наиболее уважаемых коллег, журналы вроде “Science” лучше всего подходят для того, чтобы их оставляли у кофейного столика в комнате отдыха, вместе с “Time Magazine”, “Spiegel” и, пожалуй, “Gala”.

Танцы с волками. Многих учёных вполне устраивают публикации в различных специализированных журналах. Старшее поколение читателей “Chimia” знает, как работает система, но позвольте нам дать краткое резюме, полезное для студентов. В этом “племенном танце” можно выделить следующие шаги. Первый: после сбора достаточного экспериментального материала либо разработки основательной теории вы принимаете решение опубликовать новую статью. Второй: не менее почётно (и более выгодно с точки зрения h-фактора) написать обзор по некоторой области науки, милой сердцу автора. Третий: после этого вы отправляете статью в журнал на ваш выбор (в наши дни – через веб-сайт), учитывая его репутацию, политику рецензирования, импакт-фактор, карьерные амбиции ваших студентов и постдоков и т.д. Шаг четвёртый: редактор направляет вашу статью нескольким более или менее хорошо подобранным рецензентам. Пятый: через несколько недель вы получите мнение анонимных рецензентов в письменном виде, часто с мучительно детальной критикой, а также стандартное

письмо от редактора, который решает опубликовать статью либо обречь вас на погибель. Шестой: Вы пытаетесь отремонтировать статью, умерить скепсис рецензентов и написать сопроводительное письмо в надежде убедить редактора дать вам пожить ещё немного. Если это не удаётся, вы возвращаетесь к третьему шагу и начинаете всё сначала. Шаг седьмой: если вам удастся склонить редактора на свою сторону, несколько недель спустя вы получите так называемые гранки, иногда представляющие собой настоящий ребус из-за искажённых математических и химических формул. Восьмой: вам придётся повоевать с принтером или с компьютерными программами, которые его заменяют, чтобы привести текст в порядок. Девятый: ваша статья появится в интернете (иногда даже до того, как вы внесёте исправления). Наконец, десятый шаг: ваша статья будет опубликована в печатной версии журнала для немногих доживших до наших дней старомодных библиотек. Вообще говоря, единственным признаком того, что печатные версии журналов ещё существуют, является нумерация страниц.

Возможно, личный опыт некоторых читателей “Chimia” совпадает с нашим опытом: ведомые амбициями, стремлением к признанию, желанием содействовать карьере своих бывших студентов, учёные стремятся направить статью в “самый лучший” из всех возможных журналов, то есть в журнал с высшим импакт-фактором. Однажды, застигнутые врасплох благосклонным решением редакторов журнала “Science” [15], мы в достаточной степени осмелели, чтобы направить нашу статью о МРТ в неоднородных полях в “Nature”. Получив немногословный отказ, мы попробовали “Science”, затем “Nature Methods”, затем “Proceedings of the National Academy of Sciences” (PNAS), и всё напрасно. В конце концов мы остановились на нашем старом друге – “Journal of Magnetic Resonance” (JMR). Чтобы как-то прийти в себя после этих оскорбительных поражений, мы попытались поднять себе дух, вспомнив о том, что именно JMR опубликовал ряд прекрасных работ, таких как первая статья о “Преобразовании Фурье в МРТ” [16] (число цитирований – 553) и любимая статья Джеффри Боденхаузена “Пути переноса когерентности” [17] (число цитирований – 1173). Действительно, у так называемых ведущих журналов нет монополии. Импакт-факторы привлекают чрезмерное внимание к журналам более общего содержания, в то время как чистую науку, которая всегда всегда конкретна, можно встретить только в специализированных журналах. Но специализированные журналы, увы, плохо продаются на фондовом рынке.

Исчезающий вид: монографии. Благородное искусство написания книг, намного более распространённое в царстве социальных наук, чем в точных науках, находится под угрозой из-за сегодняш-

ней одержимости цитированием. Выдающееся произведение [18], изданное на четырёх языках и проданное более чем в 11 тыс. экземплярах в период с 1987 по 2009 г., может считаться настоящим успехом. В то же время оно не даёт никакого вклада в h-факторы его авторов. Можно утверждать, что написание книг больше не оправдывает себя, поскольку автор, который подводит итоги своих работ в монографии, только лишь вредит своему h-фактору. Не наблюдаем ли мы конец эры книг?

Есть ли альтернативы библиометрии? Поскольку, по выражению нашего коллеги Ива Жинграса, “любое число лучше, чем его отсутствие”, будет совсем непросто избавиться от липовых индексов, не заменяя их какими-либо другими индексами. Жалоба Алана Фершта не оставляет сомнений: “Ужасное наследие импакт-фактора заключается в том, что его используют для оценки учёных, а не журналов, и это всё больше беспокоит многих из нас. Суждение об индивидуумах может быть вынесено только при глубоком анализе экспертов в соответствующей области”; “Отсутствие критериев и серьёзной методологической проработки приводит к тому, что можно назвать лишь анархическим или даже диким использованием библиометрии” [19]. Ив Жинграс напоминает нам, что полезными показателями являются адекватность теме (это относится и к людям, и к журналам, и к институтам), измерения должны быть однородными и должны учитывать инерцию, свойственную журналам и институтам. Наиболее грубые нарушения этих правил были допущены в так называемой шанхайской классификации университетов, в которой перемешаны многочисленные не связанные между собой и нестабильные параметры. Вред, нанесённый европейским университетам из-за этих непродуманных показателей, чудовищен.

Инфляция публикационной активности. В принципе мода на h-факторы должна стимулировать публикацию небольшого числа хороших статей, а не бесконечную серию незначительных работ. Возможно, единственным положительным аспектом h-моды оказалось то, что она могла бы замедлить нарастающую инфляцию числа публикуемых статей. Благодаря мощи поисковых систем писать стало слишком уж просто. Некоторые читатели, возможно, слышали такой обмен мнениями в общей комнате между преподавателями из условного “Оксбриджа”: “Я только что опубликовал новую книгу”, — говорит один. “Весьма неплохо, — отвечает другой, — под каким же названием вы опубликовали её на этот раз?”

Вспоминая о старых добрых временах, когда становившиеся всё толще тома “Physical Review” ещё помещались на полке в библиотеке, Анатолий Абрагам заметил, что скорость распространения

фронта статей (игра слов: “front” — фронт, “front page” — титульная страница) скоро превзойдёт скорость света. При этом теории относительно-сти ничто не угрожает, поскольку объём передаваемой через них информации стремится к нулю.

Для борьбы с этой тенденцией Эрвин Хан предлагает, чтобы каждый учёный в начале карьеры получал невозобновляемую чекую книгу, так что будет невозможно опубликовать больше, чем, допустим, 20 статей за всю жизнь. Несмотря на это предложение, сам Хан написал 95 статей. Но среди них есть работы об обращении времени при помощи спинового эха [20] (число цитирований — 2860), кросс-поляризации [21] (число цитирований — 1369) и самопросветления [22] (число цитирований — 1004). Для сотни попыток три таких “попадания в цель” — совсем немало.

Академическая карьера. Недавно два способных аспиранта из Федеральной политехнической школы Лозанны защитили диссертации. Несмотря на то что у них разные характеры, интересы и область компетенции, очень сложно сказать с уверенностью, что один из них “лучше” другого. У каждого из них по 8 статей, опубликованных за четыре года исследований. На Симона Кавадини ссылались 97 раз, а Риддиман Саркар должен удовлетворяться индексом цитирования, равным 8. Означает ли это, что Симону Кавадини будет легче найти работу? Или что возможные работодатели осознают, что область исследований Кавадини более модная, а предмет Саркара труднее и менее популярен? Можно лишь содрогнуться, если кто-либо будет руководствоваться такой логикой принятия решений.

Назначение профессоров, доцентов и других штатных сотрудников определяет будущее институтов высшей школы. Если директора институтов, деканы факультетов и президенты университетов вдохновляются ошибочными идеями, они воистину могут произвести опустошение. Зачастую именно так они и делают. Чрезмерное доверие к библиометрии побуждает к плохим решениям. Вместо того чтобы читать исследовательские проекты кандидата, просматривать его опубликованные статьи и внимательно слушать его лекции, намного легче попросить секретаря найти его библиометрические данные.

Риски нынешней политики резюмирует Джорджи Магаритондо: “Сегодня перед нами поставлен непростой вопрос: что бы случилось в наши дни с человеком вроде Эйнштейна? Пожалуй, я бы дал достаточно пессимистичный ответ. Его бы, скорее всего, отправили на производственное обучение, а не в университет. Безусловно, он бы никогда не смог получить степень бакалавра. Если бы он был студентом, он почти наверняка провалил бы экзамены, если бы их проводили так же,

как в наши дни. Даже если бы он добрался до степени магистра, то стал бы жертвой недостаточно знания английского языка — языка, который он терпеть не мог всю свою жизнь. Даже в гипотетической ситуации, получив степень доктора наук, он едва ли смог бы найти работу. Будучи молодым учёным, он вряд ли получил бы должность постоянного профессора, так как, по современным стандартам, его главные работы были опубликованы слишком поздно. Он бы никогда не получил грант от Швейцарского национального научного фонда, не смог бы читать общие курсы лекций и руководить аспирантами. Как нерелигиозный еврей и независимый мыслитель, он всегда был бы жертвой атак фундаменталистов и фанатиков от разных религий” [23]. Таким образом, в сегодняшней системе организации науки Эйнштейна едва ли приняли бы в штат.

Постоянная оценка. В давние для нас времена не было никакого рецензирования. Когда Эйнштейн впервые в жизни получил анонимную рецензию, он сухо ответил редактору: “Я направил эту статью для публикации, а не для того чтобы меня критиковали”. Сегодня, в отличие от времён Эйнштейна, нас постоянно оценивают [24], когда мы пишем статьи и направляем их в журналы, когда мы отправляем заявки в грантовые агентства, когда мы посылаем набросок заявки на патент нашему промышленному партнёру, когда мы призываем молодого кандидата наук подать заявку на грант для работы постдоком, когда мы направляем тезисы на конференцию в надежде получить возможность выступить с устным докладом, когда оценивают наш факультет или институт. Делает это профессиональный оценщик, или компьютер, или специальный комитет, члены которого были назначены каким-нибудь директором, деканом или президентом. Какими бы ни были недостатки придуманных ими ритуалов, библиометрия может всё только испортить!

Одержимость властью. Мы, учёные, — сила! Это особенно очевидно в области химии. Сила исцелять. Сила предотвращать страдание. Сила делать жизнь лучше. Сила предсказывать будущее. Один наш друг разработал лекарство от гепатита С, которое сегодня тестируется. Стюарт Коул пытается победить туберкулёз. Клаудио Дальвиту удалось узнать, как скринировать лекарства против белковых мишеней. Филипп Пелюпесси пытается сделать МРТ более доступной. Неизвестно, оправдаются эти надежды или закончатся разочарованием. Но это не так уж важно: самое главное — это наша движущая сила, мотивация, увлечённость, то, что заводит нашу пружину и заставляет нас снова и снова возвращаться в лабораторию.

Учёные, занимающиеся своими любимыми объектами, не интересуются захватом админи-

стративных должностей — трудно найти квалифицированных учёных, которые хотят всем управлять. В результате коллеги, которые никогда не испытывали трепета при настоящем открытии, часто стремятся управлять волнами научной политики.

Свет в конце туннеля? Проблеск надежды есть. Если бы наши власти действительно серьёзно относились к h-факторам и им подобным, они бы возложили принятие всех решений о научной политике на компьютеры. Одним из следствий этого было бы то, что они сами стали бы не нужны. Известно, что административный штат никогда не согласится с тем, чтобы его сокращали. Будем надеяться, что они найдут какой-нибудь извилистый путь для подтверждения своего постоянного существования и что придуманные ими процедуры смогут ослабить влияние импакт-факторов.

Самое очевидное предложение — вернуть статус-кво. В конце концов, десятки лет наука основывалась на рецензировании коллегами и не загрязнялась библиометрией. Возвращение к старым временам чем-то напоминало бы попытку просить людей, пристрастившихся к новостям на телевидении, вернуться к газетам. Такой совет могут принять в отдельных частных случаях, но вряд ли с ним согласится всё научное сообщество. Нужно постоянно торпедировать библиометрию, открыто высказываясь против неё, бросать вызов высокомерию редакторов журналов и делать всё возможное, чтобы поднимать на смех их любимые импакт-факторы.

Перевод на русский язык выполнен доктором физико-математических наук, профессором РАН К.Л. Ивановым (Международный томографический центр СО РАН). Переводчик выражает благодарность за полезные замечания кандидату биологических наук А.А. Горчакову (Институт цитологии и генетики СО РАН) и кандидату физико-математических наук Н.И. Абрагам.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Overhauser A.W.* Polarization of nuclei in metals // *Phys. Rev.* 1953. V. 92. P. 411.
2. *Bodenhausen G., Ruben D.J.* Natural abundance nitrogen-15 NMR by enhanced heteronuclear spectroscopy // *Chem. Phys. Lett.* 1980. V. 69. P. 185.
3. *Maudsley A.A., Ernst R.R.* Indirect detection of magnetic resonance by heteronuclear 2-dimensional spectroscopy // *Chem. Phys. Lett.* 1977. V. 50. P. 368.
4. *Morris G.A., Freeman R.* Enhancement of nuclear magnetic resonance signals by polarization transfer // *J. Am. Chem. Soc.* 1979. V. 101. P. 760.
5. *Müller L.* Sensitivity enhanced detection of weak nuclei using heteronuclear multiple quantum coherence // *J. Am. Chem. Soc.* 1979. V. 101. P. 4481.

6. Jeener J., Meier B.H., Bachmann P., Ernst R.R. Investigation of exchange processes by 2-dimensional NMR spectroscopy // *J. Chem. Phys.* 1979. V. 71. P. 4546.
7. Kumar A., Ernst R.R., Wüthrich K. A two dimensional nuclear Overhauser enhancement (2D NOE) experiment for the elucidation of complete proton-proton cross-relaxation networks in biological macromolecules // *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 1980. V. 95. P. 1.
8. Kumar A., Wagner G., Ernst R.R., Wüthrich K. Buildup rates of the nuclear Overhauser effect measured by two-dimensional proton magnetic resonance spectroscopy – implications for studies of protein conformation // *J. Am. Chem. Soc.* 1981. V. 103. P. 3654.
9. Bishop M.F., Overhauser A. W. Theory of electron-phonon scattering and the low-temperature resistivity of potassium // *Phys. Rev.* 1981. V. 23. P. 3638.
10. Burghardt I., Konrat R., Bodenhausen G. Measurement of cross-correlation of fluctuations of dipolar couplings and anisotropic chemical shifts by selective spin-locking // *Mol. Phys.* 1992. V. 75. P. 467.
11. Emsley L., Bodenhausen G. Phase shifts induced by transient Bloch-Siegert effects in NMR // *Chem. Phys. Lett.* 1990. V. 168. P. 297.
12. Bodenhausen G., Wagner G., Rance M. et al. Longitudinal two-spin order in 2D exchange spectroscopy (NOESY) // *J. Magn. Reson.* 1984. V. 59. P. 542.
13. Emsley L., Burghardt I., Bodenhausen G. Doubly selective inversion in NMR and multiple quantum effects in coupled spin systems // *J. Magn. Reson.* 1990. V. 90. P. 214. corrigendum: *ibid.* 1991. V. 94. P. 448.
14. Segawa T., Kateb F., Duma L., Pelupessy P., Bodenhausen G. Exchange rate constants of invisible protons in proteins determined by NMR spectroscopy // *ChemBioChem.* 2008. V. 9. P. 537.
15. Pelupessy P., Rennella E., Bodenhausen G. High resolution NMR in magnetic fields with unknown spatiotemporal variations // *Science.* 2009. V. 324. P. 1693.
16. Kumar A., Welti D., Ernst R.R. NMR Fourier zeugmatography // *J. Magn. Reson.* 1975. V. 18. P. 69.
17. Bodenhausen G., Kogler H., Ernst R.R. Selection of coherence transfer pathways in NMR pulse experiments // *J. Magn. Reson.* 1984. V. 58. P. 370.
18. Ernst R.R., Bodenhausen G., Wokaun A. Principles of Nuclear Magnetic Resonance in One and Two Dimensions. Oxford: Oxford University Press, 1987.
19. Gingras Y. La fièvre de l'évaluation de la recherche. Du mauvais usage de faux indicateurs. Centre interuniversitaire sur la science et la technologie. Université de Montréal, 2008.
20. Hahn E.L. Spin echoes // *Phys. Rev.* 1950. V. 80. P. 580.
21. Hartmann S.R., Hahn E.L. Nuclear double resonance in rotating frame // *Phys. Rev.* 1962. V. 128. P. 2042.
22. Hartmann S.R., Hahn E.L. Self-induced transparency // *Phys. Rev.* 1969. V. 183. P. 457.
23. Magaritondo G. in *Polyrama*, EPFL. 2005. № 122. juin.
24. Zarka Y.C. 'Cités. L'idéologie de l'évaluation. La grande imposture. Paris: Presses Universitaires de France, 2009.

КОНЦЕПЦИЯ БАЗЫ ЗНАНИЙ В ФОНДАХ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

© 2017 г. О.К. Миронов

Институт геоэкологии им. Е.М. Сергеева РАН, Москва, Россия

e-mail: geoinf@geoenv.ru

Поступила в редакцию 13.01.2016 г.

Геологические фонды могут содержать данные из разных источников, описывающих один и тот же объект, а также другие массивы информации. Корректное использование данных фонда обеспечивается путём согласования информации (гармонизации). Для эффективного функционирования и удовлетворительного информационного обслуживания пользователей геологический фонд должен быть не только библиотекой цифровых данных, обеспечивающей информационный поиск, но и системой содержательной обработки информации. База знаний в информационной системе – это составная часть модели окружающего мира, включающая правила, алгоритмы и их параметры, которые могут применяться к содержимому базы фактических данных предметной области для решения специальных задач. В предлагаемой читателям статье обсуждается концепция базы знаний геологического фонда, её задачи, способы организации и использования. Подробно рассматриваются две проблемы: контроль непротиворечивости информации и обеспечение обновления производных данных, в частности, синтетических карт. В качестве примера выбрана база геоданных проекта крупномасштабного геологического картографирования Москвы, которая содержит более 90 тыс. буровых журналов изыскательских скважин и цифровые картографические данные структурно-геодинамической карты, четырёх геологических карт различных стратиграфических подразделений, гидрогеологической карты и пяти синтетических карт опасных геологических процессов и инженерно-геологического районирования.

Ключевые слова: геологический фонд, база данных, база знаний, геологические карты.

DOI: 10.7868/S0869587316110086

Все организации, связанные с геологической информацией, используют первичные или обобщённые геологические данные из собственных или внешних хранилищ информации (геологических фондов). Сферы деятельности организаций могут быть самыми разнообразными: фундаментальные научные исследования, проведение геологических изысканий для решения практиче-

ских задач, проектирование, территориальное планирование, природоохранная деятельность, мониторинг природных явлений и др. По отношению к фондам организации могут занимать активную (передача информации в фонд) и пассивную (только потребление информации) позицию.

Основные причины обращения к фондам – меньшая стоимость использования ранее полученной информации по сравнению с непосредственным проведением изысканий, возможность найти необходимые данные в огромном объёме ранее собранной информации, необходимость и возможность использования ранее собранной информации в новом, не планировавшемся при её сборе аспекте. Основная причина создания и использования геологических фондов – уверенность в том, что один раз полученная информация будет многократно использоваться впоследствии, но при этом заранее неизвестно, каким образом.



МИРОНОВ Олег Константинович – кандидат физико-математических наук, заведующий лабораторией геоинформатики и компьютерного картографирования ИГЭ РАН.

Большинство работ по автоматизации функционирования геологических фондов посвящено методам и технологиям сбора, хранения и предоставления информации пользователю. Внедрение компьютерных технологий вызвало к жизни новые тенденции в работе геологических фондов. Произошёл переход от аналоговой формы хранения к цифровой. Разница между двумя формами определяется доступными средствами обработки информации. Под аналоговой формой понимается хранение бумажных и иных материалов (аэро- и космоснимков и т.п.) или их отсканированных копий, архивов фотоматериалов. Такие документы могут использоваться только для просмотра или чтения, ручной выборки. Для содержательной обработки этой информации посредством компьютерных технологий требуется трудоёмкая работа по преобразованию данных в цифровой формат. Таблицы, тематические слои карт в форматах геоинформационных систем, преобразованные в известной координатной системе данные дистанционного зондирования могут использоваться в компьютерных технологиях обработки информации.

Повышаются требования к цифровой информации по сравнению с аналоговой по причине её формализованной обработки. Для проведения исследований и содержательного использования информации (например, операций контроля данных) цифровые данные должны не только обеспечивать визуальную воспроизводимость исходного документа, но и подчиняться определённым формальным правилам.

Необходимо ведение метаданных (данных о данных). Прообразом базы метаданных служит библиотечная картотека. Метаданные содержат сведения об источниках, авторских и других правах доступа к данным (в том числе о секретности), сведения, необходимые для корректного использования цифровых данных (картографическая проекция и система координат для пространственно привязанных данных, форматы файлов и таблиц базы данных и др.).

Геология развивается в условиях катастрофической нехватки первичного материала. Применение компьютерных технологий облегчает получение и передачу новой первичной информации в геологический фонд, а также обновление производной информации на её основе. Проводится накопление разнородной связанной информации. В геологические фонды поступают результаты исследований, проводимых с различными целями, но зачастую содержащие общую информацию. Например, гидрогеологические и геофизические исследования могут опираться на одни и те же данные о геологическом строении и давать новые дополнительные сведения для смежных областей. В фондах также могут храниться аналогичные ре-

зультаты, отражающие точку зрения различных коллективов авторов, например, составленные в разное время геологические карты.

Увеличиваются объёмы исследований, проводимых в камеральных условиях, происходит накопление производных данных. На основе данных полевых исследований, фондовых данных, различных карт геологического содержания, данных дистанционного зондирования могут проводиться фундаментальные и прикладные исследования, результатом которых может стать новая информация, подлежащая включению в фонд. Типичным примером служит составление тематических и синтетических карт развития опасных природных процессов, природных и природно-техногенных рисков, разнообразного районирования для территориального планирования.

Перечисленные тенденции показывают, что для эффективного функционирования и удовлетворительного информационного обслуживания пользователей геологический фонд должен быть не просто огромной библиотекой, обеспечивающей информационный поиск, но и системой содержательной обработки информации.

В Москве в 2007–2009 гг. был реализован проект крупномасштабного геологического картографирования городской территории, основанный исключительно на использовании фондовой информации без проведения дополнительных изысканий, – “Московский проект” [1]. Составлены геологические карты в масштабе 1:10000 и на их основе – карты распространения опасных геологических процессов и инженерно-геологического районирования. В 2012 г. ряд этих карт был обновлён на основе изысканий последних лет. Площадь картографирования составила более 1000 км², база исходных данных содержит буровые журналы более 90 тыс. скважин, пробуренных за последние 100 лет. Дальнейшее изложение опирается на опыт обработки фондовой информации при выполнении этого проекта [2].

База знаний геологического фонда. Рассмотрим задачи, связанные с деятельностью геологического фонда, – обеспечение достоверности информации и обновление производных данных, в частности, синтетических карт. В кибернетике интересующие нас процедуры относятся к так называемой индустрии баз знаний. Базы знаний здесь понимаются не как базы данных, в которых содержатся знания какой-либо предметной области, а в кибернетическом смысле. Согласно концепции В.Ф. Турчина [3], всякая кибернетическая система, взаимодействующая с внешним миром, должна содержать модель этого мира (предметной области). Помимо общей структуры такая модель должна включать конкретные данные о внешнем мире и управляемые (настраиваемые) параметры обработки данных. Процеду-

ры обработки информации, правила и параметры их применения составляют знания, имеющиеся в кибернетической системе. В формализованном виде знания кибернетической системы хранятся в её базе знаний.

Для формального представления колонок буровых скважин в фонде может использоваться формат реляционной базы данных. Такая база содержит конкретизированную стратиграфическую шкалу для региона и глубин залегания, а также различные правила сочетаний соседних индексов, отражающие особенности геологического строения. Для представления различных по тематике карт применяются векторные форматы тематических слоёв карт, используемые в распространённых программных средствах географических информационных систем. База знаний в этом случае содержит легенду карты, включая информационные взаимосвязи пунктов легенды с другими разделами информационной базы, топологические правила сочетаний объектов карты и т.п.

Термин “база знаний” впервые появился в экспертных системах, где информация была формализованым знанием экспертов о логических связях между различными данными. Знания в этом контексте использовались в системах логического вывода для принятия решений и последующего их обоснования. С общеметодологической точки зрения создание баз знаний является метасистемным переходом [4]. Когда системы управления базами данных и сами базы достигают в своём развитии некоторого порога сложности, возникает необходимость создания нового уровня иерархии – системы, которая будет ими управлять. Базы знаний представляют собой этот новый уровень. Основное отличие баз знаний в кибернетическом понимании от упрощённого понятия “база данных знаний” состоит в способе их использования. В упрощённом варианте знания используются для изучения внешнего (по отношению к базе данных) мира, в то время как кибернетическая база знаний применяется для обработки информации внутри самой кибернетической системы.

Проблема непротиворечивости фондовой информации. Общие правила автоматизированной проверки документов. Ключевым принципом организации баз данных является требование однократного хранения данных. Если одни и те же данные об одном объекте хранятся в нескольких местах, то для их согласования необходимы специальные, иногда весьма изощрённые процедуры, которые могут проводиться как на технологическом (программном), так и на организационном уровне. При отсутствии таких процедур возможно появление в базе противоречащих друг другу данных об объекте.

Для геологических фондов соблюдение принципа однократности хранения данных невыполнимо. Например, в фондах могут храниться геологические карты одной территории, составленные в разное время разными коллективами исследователей. Очевидно, что нет оснований верить в их согласованность. Особую проблему для геологических фондов представляют “скрытые” зависимости между данными. Например, гидрогеологические данные могут неявно использовать данные о геологическом строении, которые способны вступить в конфликт с уже имеющимися геологическими картами.

Для обеспечения достоверности данных важна их непротиворечивость. Для геологических фондов непротиворечивость означает также и согласованность данных, содержащихся в разных источниках. После перевода документов в цифровой формат для обеспечения согласованности должны проводиться проверки, основную часть которых можно выполнить в автоматическом режиме.

Формализованные правила проведения проверки составляют раздел базы знаний о согласовании данных. Раздел должен состоять из правил четырёх уровней.

Во-первых, общие (не зависящие от объекта) требования на уровне одного документа (единицы хранения фонда) – формат документа и согласованность его частей между собой. В качестве примера можно привести требования к топологической корректности тематических слоёв цифровых карт и правила соответствия текстовых описаний грунтов данным опробований. Форматы хранения одинаковых данных в различных базах должны быть совместимы между собой, как, например, структуры таблиц в различных реляционных базах данных.

Во-вторых, соответствие документа актуальным тематическим стандартам, например, использование утверждённой стратиграфической шкалы. Уровень утверждения стандарта (от внутрифондового до государственного) относится к организационным проблемам и далее не рассматривается.

В-третьих, специальные (местные) требования охватывают особенности геологического строения территории и включают специфические правила, которым должны соответствовать данные именно этой территории. Для Москвы можно указать обязательное присутствие под меловыми отложениями титонских (J_3^{tt}) и келловей-оксфордских (J_{2-3}^{k-o}) отложений.

В-четвёртых, общие (не зависящие от объекта) требования по согласованию различных документов (единиц хранения), например, требования к согласованности различных по тематике карт одной территории.

Особое внимание следует уделить формализации типичной для геологии проблемы согласования разномасштабных данных по одной территории. Проверки поступающих в фонд новых документов на основе базы знаний первых трёх уровней должны рассматриваться как необходимое средство контроля. Отметим, что эти проверки обеспечивают только внутреннюю непротиворечивость документа. Требования к проводимым проверкам цифровых документов и карт должны включаться в регламент работы геологического фонда, а отчёты о проведённых проверках и их результатах — в метаданные соответствующей единицы хранения.

При обнаружении нарушений регламента в новых документах требуется привести их в соответствие с формальными правилами, иначе документы не будут приняты в фонд. По причинам в основном организационного характера иногда приходится включать в базу данных внутренне противоречивые документы. Обычно это происходит при оцифровке архивов. Выявленные расхождения уже хранящихся в фонде документов (между собой или с новыми данными) должны быть зафиксированы и представлены экспертам для анализа. В результате могут быть предприняты следующие варианты действий:

- данные одного из сравниваемых документов признаются недостоверными, вследствие чего документ может быть исключён из фонда или оставлен с соответствующей пометкой;
- противоречие объясняется технической ошибкой (например, при преобразовании документа в цифровой формат), которую можно исправить; в базе данных фонда хранится исправленный документ;
- противоречия могут быть объяснены генерализацией, которая выполнялась при составлении одного или обоих документов, изменениями в геологической среде, произошедшими за время между созданием документов, или другими объективными причинами; факт разногласий вместе с объяснением причины должен быть зафиксирован в базе метаданных фонда;
- противоречие устраняется после проведённой экспертом новой интерпретации первичных данных в одном или обоих документах; в базе данных в качестве основного хранится последний вариант, предыдущие интерпретации также хранятся в архиве, сведения о новых интерпретациях заносятся в базу метаданных фонда;
- противоречие признаётся существующим и необъяснённым и оставляется в базе данных до проведения новых детальных исследований; сведения о наличии противоречия хранятся в базе метаданных фонда. Как правило, такие противоречия возникают при недостатке первичной ин-

формации и отражают точку зрения разных исследователей.

В метаданные документов необходимо включать сведения о проведённых проверках и полученных при этом результатах. Вопрос о возможности хранения в фонде информации, отражающей различные точки зрения, должен решаться при проектировании информационной системы фонда. Например, в Санкт-Петербургской базе данных инженерно-геологической информации предусмотрено хранение противоречащих друг другу интерпретаций первичных данных разными экспертами [5]. Для новых документов, поступающих в фонд, могут быть предусмотрены специальные процедуры проверки и согласования, основанные на базе знаний.

Основное отличие предлагаемых процедур использования баз знаний от стандартных проверок правильности входных документов состоит в отношении к найденным несоответствиям. При наличии ошибок во впервые представленном исходном документе он, как правило, возвращается на доработку и повторно проходит контроль. Обнаруженные несоответствия в фондовых данных фиксируются в базах метаданных. Формирование на их основе новых согласованных фондовых документов (например, геологических карт) — это специальная задача.

Контроль первичной информации в “Московском проекте”. В практике крупномасштабного геологического картографирования Москвы [2, 6] описанный выше подход реализован в виде специальных программ, использование которых включено в процедуры обработки информации при ведении фонда исходных данных, составлении и обновлении геологических карт и разрезов.

Приведём примеры процедур контроля при обработке картографической информации в векторном представлении. В процессе составления комплекта геологических карт используются следующие тематические слои цифровых карт: данные горных выработок — скважин (точечные объекты); изогипсы кровли отложений заданного возраста (линейные объекты); геологическое районирование отложений на кровле поверхности заданного возраста (площадные объекты).

При согласовании информации этих тематических слоёв выполняются следующие требования.

Во-первых, данные о возрасте и литологическом составе отложений в горных выработках должны быть согласованы с данными геологического районирования. Для проверки достаточно средств SQL-запросов к базе данных с использованием функции определения принадлежности точки к области.

Во-вторых, данные высотных отметок в горных выработках должны быть согласованы с изо-

линейной картой рельефа кровли отложений соответствующего возраста. Для проверки следует разрезать картографируемую область по изолиниям и присвоить получившимся участкам атрибуты максимальной и минимальной допустимой высоты поверхности внутри данной области. После этого, как в предыдущем случае, для проверки осуществляется SQL-запрос к базе данных с использованием функции определения принадлежности точки к области.

В-третьих, данные геологических карт отложений различных стратиграфических возрастов должны совпадать в тех местах, где отсутствуют отложения промежуточного возраста. Например, в Москве геологические карты дочетвертичных и каменноугольных отложений должны совпадать в зонах отсутствия мезозойских отложений. В этих зонах четвертичные отложения залегают непосредственно над каменноугольными.

Аналогично нужно согласовать гидрогеологические и геологические карты. Зоны наличия водовмещающих или водоупорных пород на гидрогеологической карте не должны противоречить данным геологической карты. Для проверки этих условий достаточно применить операции нахождения разностей или симметрических разностей площадных объектов.

Рассмотренные проверки являются типичными для геологического картографирования. В соответствии с местными особенностями могут применяться и более изощрённые методы (например, [7]). Важно отметить, что для проведения проверок достаточно инструментальных средств, имеющихся в большинстве развитых геоинформационных пакетов (например, ArcInfo, MapInfo). Соответствующие программы, SQL-запросы и их параметры могут быть легко формализованы и записаны в базу знаний. Для корректного выполнения этих операций необходима топологическая корректность исходных тематических слоёв карт.

В-четвёртых, отдельную проблему представляет согласование различных способов классификации объектов. Вполне вероятно, что разные документы фондов (единицы хранения) используют разные системы, иерархические уровни и объединения соседних кластеров классификаторов. За время существования фондов геологические воззрения неоднократно менялись, поэтому разнородные во времени документы используют различные классификаторы. В соответствии с целями исследований в фондовых документах используется разная степень генерализации при описании объектов.

В Европе подобные проблемы возникали при выполнении международных проектов, например, при строительстве туннеля под Ла-Маншем (согласование британских и французских данных

инженерно-геологических изысканий) и составлении геологической базы данных и карт на акваторию Северного и Балтийского морей (согласование баз геологических данных прилегающих стран: Великобритании, Нидерландов, Германии, Польши, Литвы и др.). В Москве необходимо было согласовать не менее трёх стратиграфических шкал, использовавшихся различными организациями за время существования фонда.

Для хранения в базе знаний сведений о согласовании различных классификационных единиц применяется специальная таблица, в которой содержатся все пары пересекающихся единиц из разных классификаторов с указанием характера пересечения: совпадение (разные названия для одной сущности), включение одной единицы в другую, наличие общей части при существовании индивидуальных объектов, относящихся только к одной из этих единиц. Алгоритмы проверки используют данные этой таблицы при составлении описанных выше SQL-запросов.

Составление тематических и синтетических карт. Другим типом знаний, которые должны храниться в фонде, являются процедуры и алгоритмы получения тематических и синтетических карт. Опыт показывает, что методики составления этих карт включают сравнительно небольшое количество алгоритмов ГИС-анализа, применение которых может быть формализовано и сохранено в базе знаний. Такая формализация, во-первых, позволяет чётко описать и представить для анализа и критики сам алгоритм составления итоговой карты, во-вторых – обновлять карты после изменения или дополнения исходной информации.

Неотъемлемым элементом формализации является разделение процесса составления тематических и синтетических карт на автоматическую (выполняемую без вмешательства составителя) и ручную (выполняемую непосредственно составителем) стадии. При составлении тематических и синтетических карт наиболее часто используются следующие геоинформационные технологии: полное пересечение (оверлей, наложение) векторных тематических слоёв ранее подготовленных зональных карт, переклассификация и генерализация полученной карты; составление растровых цифровых моделей пространственно распределённых величин, проведение расчётов и классификация растровых данных; использование растровых данных в качестве тематического слоя итоговой карты или перевод их в векторный формат для тематических слоёв итоговой карты.

После полного пересечения векторных тематических слоёв цифровых зональных карт области результирующего тематического слоя наследуют атрибуты от исходных слоёв. По этому набору атрибутов проводится классификация в соответствии с целями построения карты, то есть

рассчитываются значения признака для окончательного районирования. Выбранный алгоритм расчёта должен храниться в базе знаний.

Типовые алгоритмы преобразования векторных данных в растровые и растровых в векторные хорошо известны. Применяемый при составлении синтетической карты метод преобразования и его параметры должны храниться в базе знаний, равно как и разнообразные средства промежуточной обработки растровой информации, представляющие собой набор алгоритмов.

Прототипом базы знаний для составления синтетических карт может служить технология обработки информации в пакете ILWIS (www.ilwis.org). Для каждого объекта информационной системы (векторного или растрового тематического слоя, таблицы, карты как набора тематических слоёв) в системе предусмотрена возможность хранения истории его расчёта. При изменении исходных данных можно автоматически повторить расчёт цифрового представления итогового объекта, начиная с места, где впервые изменилась исходная информация.

Для окончательного составления карты, как правило, необходима генерализация, потому что в результате формализованных расчётов может получиться множество небольших по площади или длине объектов цифровой карты, которые не соответствуют реальным объектам, а возникают из-за недостаточной согласованности исходных тематических слоёв. Обычно это происходит вблизи реально существующих, но не допускающих точной формализованной локализации географических объектов, например, тальвегов, линий водоразделов, бровок склонов и т.п. Для генерализации используют полуавтоматические процедуры выделения областей с малой площадью и объединения их с более крупными соседями. Обычно при этом проводят содержательный анализ информации, поэтому предпочтительно отнести эти процедуры к неформальному этапу составления карт.

Приведём примеры автоматизированного составления тематических слоёв карт в “Московском проекте”. Карта древних карстовых форм и современной карстово-суффозионной опасности [8] содержит два основных тематических слоя, указанных в её названии. Тематический слой современной карстово-суффозионной опасности (районирование территории по возможности катастрофических провалов и оседаний почвы) может составляться на основе различных расчётных схем устойчивости грунтов над карстовой полостью. Все эти схемы используют поточечную информацию о соотношении мощностей проницаемых и слабопроницаемых геологических отложений, расположенных над закарстованным массивом.

Для расчёта мощностей достаточно построить цифровые модели поверхностей кровли и подошвы соответствующих отложений. Таким образом, процедура составления этого тематического слоя состоит из следующих этапов: составление изолинейных карт поверхностей кровли и подошвы, вовлечённых в расчёт геологических слоёв; составление растровой цифровой модели поверхностей кровли и подошвы; вычисления в растровой арифметике согласно принятой расчётной схеме; преобразование результатов расчёта в тематический слой результирующей карты; оформление окончательной карты.

Первый этап – неформализованные работы – выполняется аналогично составлению геологической карты, возможно, с использованием информации ранее составленных карт. Этапы 2–4 могут быть формализованы, а их алгоритмы сохранены в базе знаний. Пятый этап может включать генерализацию и другие неформализованные операции. Для актуализации карты при появлении новой информации неформальная работа потребуется только на первом и пятом этапах. Выделение самостоятельного третьего этапа формализует методику составления карты и позволяет корректировать технологический процесс при изменении методики.

На карте районирования по условиям взаимосвязи водоносных горизонтов с элементами защищённости подольско-мячковского водоносного горизонта [9] тематический слой районирования показывает наличие юрских и каменноугольных водоупоров, препятствующих непосредственному проникновению загрязнений из грунтовых вод в каменноугольные водоносные горизонты. Исходя из общих сведений о геологическом строении Москвы, этот слой может быть получен из тематических слоёв геологического районирования каменноугольных и дочетвертичных отложений путём полного пересечения и последующей переклассификации получившихся таксонов. Последовательность операций и правила переклассификации сохраняются в базе знаний. Составление остальных тематических слоёв карты районирования по условиям взаимосвязи водоносных горизонтов с элементами защищённости подольско-мячковского водоносного горизонта не формализовано.

Карта инженерно-геологического районирования [10] – итоговая карта всего проекта – обобщает информацию практически всех остальных карт комплекта. Тематический слой районирования получается как генерализация полного пересечения тематических слоёв геологического районирования, районирования территории по степени опасности развития различных геологических процессов и дополнительно составленной карты распространения специфических грунтов. В общей

сложности используется информация 10 тематических слоёв. Последовательность операций, правила формирования индексов таксонов карты из унаследованных атрибутов исходных областей и оформление итоговой карты сохраняются в базе знаний.

При проведении в 2012 г. актуализации карт комплекта на основе новой информации основные трудозатраты пришлось на ввод исходной информации. Далее на основе предусмотренных в базе знаний проверок были выделены требующие корректировки области на геологических картах. После актуализации геологических карт по хранящимся в базе знаний алгоритмам были рассчитаны тематические слои тематических и синтетических карт. Оформление актуализированных синтетических карт не представляло значительных трудностей.

Представленная концепция базы знаний и опыт её практического использования показывают целесообразность дальнейших работ в этом направлении. Основное внимание следует уделить формализации представления знаний и обеспечению независимости их применения от конкретных вычислительных платформ. Рекомендуется применение рассмотренной концепции в работе геологических фондов независимо от их территориальной и ведомственной принадлежности.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Осипов В.И.* Крупномасштабное геологическое картирование территории г. Москвы // *Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология*. 2011. № 3. С. 195–197.
2. *Миронов О.К.* Геоинформационные технологии для составления крупномасштабных геологических карт территории Москвы // *Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология*. 2011. № 3. С. 200–216.
3. *Turchin V.F.* On Cybernetic Epistemology // *Systems Research*. 1993. V.10. № 1. P. 3–28.
4. *Турчин В.Ф.* Феномен науки. М.: ЭСТ, 2000.
5. *Богданов А.С., Козлов М.И., Лехов А.В. и др.* Технология экспертного картирования подземного пространства – инструмент его эффективного изучения и нормативного использования // Тезисы межрегиональной научно-практической конференции “Обеспечение безопасности при использовании современных технологий строительства подземных сооружений в сложных условиях городской застройки”. СПб.: Ленниипроект, 2008. С. 115–122.
6. *Миронов О.К., Викторов А.А., Фесель К.И.* О проблемах ведения баз данных фондовой информации // *Геоэкология*. 2011. № 5. С. 455–464.
7. *Миронов О.К.* Корреляционные диаграммы скважин как инструмент анализа базы данных геологических изысканий на территории Москвы // *Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология*. 2015. № 2. С. 175–180.
8. *Кутепов В.М., Козлякова И.В., Анисимова Н.Г. и др.* Оценка карстовой и карстово-суффозионной опасности в проекте крупномасштабного геологического картирования г. Москвы // *Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология*. 2011. № 3. С. 215–226.
9. *Позднякова И.А., Кожевникова И.А., Костикова И.А., Томс Л.С.* Оценка условий взаимосвязи водоносных горизонтов на основе крупномасштабного картирования геологического строения и гидрогеологических условий г. Москвы // *Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология*. 2012. № 6. С. 527–539.
10. *Осипов В.И., Бурова В.Н., Заиканов В.Г. и др.* Карта крупномасштабного (детального) инженерно-геологического районирования территории г. Москвы // *Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология*. 2011. № 4. С. 306–318.

ЭТЮДЫ
ОБ УЧЁНЫХ

“ВСЕМ СМЫСЛОМ МОЕЙ ЖИЗНИ СТАЛО ОДНО –
ПРОБИТЬСЯ К ЗВЁЗДАМ”

К 110-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЁВА

© 2017 г. М.Д. Семёнов

Озёрский технологический институт, филиал Национального исследовательского ядерного университета
“Московский инженерно-физический институт”, Озёрск, Россия

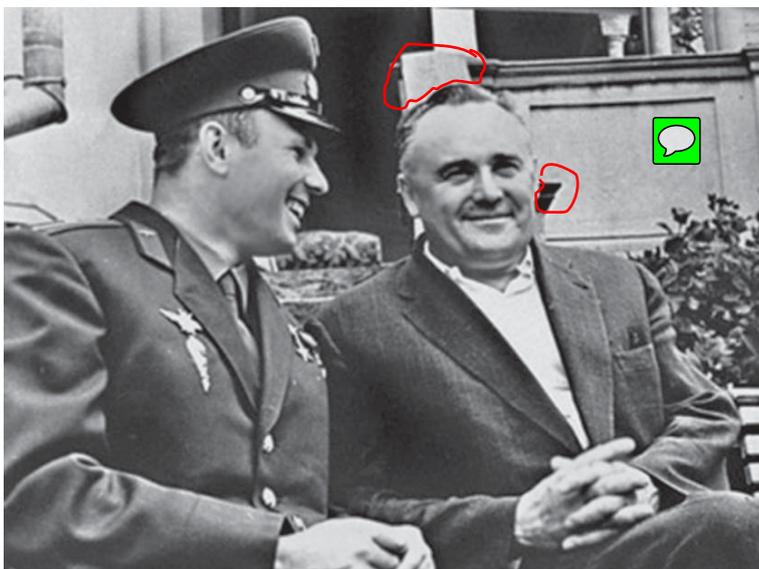
e-mail: smd1953@yandex.ru

Поступила в редакцию 31.05.2016 г.

Оглядываясь на жизненный путь великого русского учёного, основоположника практической космонавтики С.П. Королёва, мы понимаем, что он был не только выдающимся конструктором, но и талантливым руководителем, источником прорывных идей, неутомимым тружеником, заряжающим всех вокруг своей энергией. Из-под его крыла вышла плеяда учёных и специалистов, способных продолжить его дело. Представленная ниже статья позволит читателям прикоснуться к незаурядной и яркой личности Главного конструктора.

Ключевые слова: С.П. Королёв, космонавтика, ракетно-космическая техника, ОКБ-1.

DOI: 10.7868/S0869587317010091



С именем С.П. Королёва навсегда будет связано одно из величайших завоеваний науки и техники всех времён – открытие эры освоения человечеством космического пространства.

М.В. Келдыш

Для меня Сергей Павлович был образцом великого учёного и Человека, тем идеалом, к которому все мы должны стремиться, но никогда его не достигнем.

Б.Е. Патон

16 января 1966 г. в газете “Правда” был опубликован некролог, в котором говорилось: “14 января 1966 г. в Москве на 60-м году жизни скоропостижно скончался крупнейший советский учё-

СЕМЁНОВ Михаил Дмитриевич – кандидат педагогических наук, доцент кафедры физики ОТИ НИЯУ МИФИ.

ный, член Президиума Академии наук СССР, коммунист, дважды Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской премии академик Сергей Павлович Королёв. В лице С.П. Королёва наша страна и мировая наука потеряли выдающегося учёного в области ракетно-космической техники, конструктора первых искусственных спутников Земли и космических кораблей, от-

кривших эру освоения Человечеством космического пространства” [1].

Граждане СССР и других государств узнали фамилию, имя и отчество Главного конструктора, ознакомились с фактами его биографии и научными достижениями, увидели портрет учёного. О том, как страна прощалась с С.П. Королёвым, подробно рассказывает в своих воспоминаниях академик Б.Е. Черток. Этот человек прожил долгую жизнь — 99 лет, многое повидал на своём веку, был очевидцем похорон В.И. Ленина, И.В. Сталина и И.В. Курчатова и, безусловно, имеет право на оценки. Он, в частности, пишет: “Мне кажется, что сотни тысяч человек пришли в понедельник 17 января к гробу Королёва и во вторник 18 января к урне с его прахом потому, что наконец-то им открыли частицу правды. Наконец, сказали, кому надо воздать должное за величайшую победу человеческой цивилизации. Было общее чувство приобщения к частично раскрытой тайне. Пусть на мёртвого, но можно взглянуть. В траурной очереди демонстрировалась космическая общность людей. Было общее горе и общая радость. Люди с опозданием, но получили возможность поклониться за великие свершения великому Королёву. Каждый проходивший мимо гроба как бы прикасался к этим историческим свершениям” [2, с. 473].

Читая эти строки сегодня, спустя более полувека после кончины Главного конструктора, невольно предаёшься философским раздумьям о посмертной судьбе людей. Ведь от большинства из них, как это ни печально, остаётся только “тире между двумя датами”. Когда из жизни уходит большой, известный многим человек, то возникает ощущение, что он остаётся в истории, в прошлом. Пусть даже великом, героическом, но прошлом. Королёв же, этот редкий избранник судьбы, ушёл от нас в Будущее — в своих дерзновенных мечтах, мыслях, предвидениях. А жизнь его — это удивительное средоточие фактов, событий, проблем и свершений — представляется исключительным примером, посланным в назидание потомкам. Потомкам, призванным быть сынами, а не папинками своей страны и её истории.

* * *

Творческое наследие С.П. Королёва является неотъемлемым звеном в истории отечественной науки и техники. Его замечательными учителями и наставниками были К.Э. Циолковский и А.Н. Туполев, предшественниками которых являлись великие Н.Е. Жуковский, Д.И. Менделеев, П.Л. Чебышев, М.В. Остроградский и Н.И. Лобачевский, которые, в свою очередь, продолжали традиции М.В. Ломоносова и Л. Эйлера. Эта последовательная преемственность в сочетании с насущными запросами страны в XX в. поз-

волила “собрать” гений Королёва и блестяще реализовать Космический проект.

Сергей Павлович Королёв родился 12 января 1907 г. (30 декабря 1906 г. по ст. ст.) в Житомире. Его отец, П.Я. Королёв, окончил Нежинский историко-филологический институт и работал преподавателем в мужской гимназии. Мать, М.Н. Москаленко, происходила из древнего рода нежинских казаков.

Детство и юность, как известно, богаты яркими впечатлениями. В 1921 г., впервые увидев взлёт гидроплана, 14-летний Сергей воскликнул: “Я буду строить самолёты и летать на них!” [3, с. 15]. Увлечение авиацией приводит его в 1923 г. в кружок планеристов губотдела Общества авиации и воздухоплавания Украины и Крыма (ОАВУК), где он самостоятельно конструирует планер К-5 — свой первый летательный аппарат. Позже он напишет, как ему это удалось: “Все необходимые знания по высшей математике и воздухоплаванию я приобрёл самостоятельно, пользуясь лишь указанием литературы” [3, с. 21].

В 1924 г. Королёв поступает в Киевский политехнический институт, а через два года переводится на вечернее отделение Московского высшего технического училища. О том, каким он был студентом, красноречиво говорят слова одного из его преподавателей — А. Бриткина: “Он поражал нас своей начитанностью. Чувствовалось, что студент внимательно следит за технической литературой и за научными статьями в журналах и газетах” [4, с. 25]. Учёбу в вузе Королёв совмещал с работой инженером на авиационном заводе № 22, а также с занятиями в Московской школе лётчиков-планеристов и пилотов-парителей. К этому же времени относится и его знакомство с научными работами К.Э. Циолковского и Ф.А. Цандера. В декабре 1929 г. он успешно защитил дипломный проект “Конструкция самолёта СК-4”², выполненный под руководством А.Н. Туполева, и получил специальность инженера-аэромеханика.

Когда знакомись с дальнейшим послужным списком С.П. Королёва [7, с. 321], то убеждаешься, что каждое новое место его службы — это очередной шаг к достижению поставленной цели. Так, после окончания МВТУ он в 1930–1931 гг.

² Разрабатывая проект, автор стремился достичь высокой весовой отдачи и большой продолжительности полёта при максимальной простоте конструкции. Самолёт представлял собой двухместный подкосный высокоплан с крылом большого удлинения (8.17). Его основными характеристиками были: длина — 7.15 м, размах крыла — 12.2 м, площадь крыла — 15.36 м², мощность двигателя — 60 л.с., максимальная скорость — 160 км/ч, масса пустого самолёта — 335 кг, масса взлётная — 690 кг, потолок высоты — 4000 м, продолжительность беспосадочного полёта — 12 ч. По последнему показателю с ним тогда не мог конкурировать ни один самолёт данного класса [5, с. 54; 6, с. 92–94].

работает старшим инженером, руководителем группы авиационного завода № 39, а в 1931–1932 гг. – в тех же должностях в Центральном аэродинамическом институте (ЦАГИ). В 1931 г. совместно с Ф.А. Цандером он организует Группу изучения реактивного движения (ГИРД), к руководству которой приходит в 1932 г. Здесь под началом С.П. Королёва создаются и в 1933 г. успешно запускаются первые советские экспериментальные ракеты: ГИРД-09 на гибридном топливе (по проекту М.К. Тихонравова) и ГИРД-Х с жидкостным двигателем (на основе исходного варианта проекта Ф.А. Цандера).

В конце 1933 г. при активном участии начальника вооружений РККА маршала М.Н. Тухачевского происходит слияние ГИРД и Газодинамической лаборатории (ГДЛ) и образуется Ракетный научно-исследовательский институт (РНИИ). Сергей Павлович назначается заместителем начальника этого института по научной части, а в дальнейшем работает в должности старшего инженера, начальника сектора 3-го отдела, начальника группы ракетных аппаратов. За годы работы в РНИИ С.П. Королёв разрабатывает ряд проектов летательных аппаратов, в том числе управляемой крылатой ракеты 212 и ракетоплана РП-318-1. В годы Великой Отечественной войны он трудится на ряде предприятий НКВД СССР, занимаясь оснащением серийных боевых самолётов жидкостными реактивными ускорителями. С сентября 1945 г. по январь 1947 г. находится в Германии, где работает первым заместителем начальника и главным конструктором института “Нордхаузен” и изучает трофейную ракетную технику.

Ко времени окончания Второй мировой войны и началу “холодной” в мировой практике жидкостного ракетостроения сложились три направления: советское, американское и немецкое. Советское направление было представлено С.П. Королёвым, В.П. Глушко, М.К. Тихонравовым и другими учёными. Оно располагало немалым числом теоретических и экспериментальных разработок, но было обескровлено политическими репрессиями. Основоположителем американского направления являлся один из пионеров космонавтики Р. Годдард. С 1914 по 1945 г. он запатентовал около 200 изобретений в области ракетной техники [8, с. 51], а в 1926 г. осуществил первый в мире запуск ракеты с жидкостным двигателем. Во главе немецкого направления стояли Г. Оберт и В. Браун, последний являлся создателем одноступенчатой баллистической ракеты Фау-2. На ней был установлен ЖРД принципиально нового типа с турбососной подачей двухкомпонентного топлива (этанол и жидкий кислород). Другим инновационным технологическим решением, применённым в её конструкции, стала автономная инерциальная система наведения на цель, оснащённая программным механизмом. За-

метим, Фау-2, это выдающееся творение немецкой инженерной мысли, при стартовой массе 12,9 т и тяге двигателя 25 тс (тс – тонна-сила) достигала высоты 80–100 км при пуске на максимальную дальность 250–300 км [9, с. 20]. После разгрома нацистской Германии В. Браун, а позже и Г. Оберт стали работать в США. В результате за океаном сосредоточились серьёзные научные силы, занимавшиеся совершенствованием ракетного оружия.

В 1946 г. в СССР создаётся Государственный союзный научно-исследовательский институт реактивного вооружения (НИИ-88). С.П. Королёв назначается начальником отдела № 3 СКБ этого института³ и после возвращения из длительной заграничной командировки приступает к исполнению должностных обязанностей. Именно в это время, начиная с 1947 г., во всей полноте раскрывается его многогранный талант.

В сжатые сроки под руководством Сергея Павловича была построена и 10 октября 1948 г. успешно испытана баллистическая ракета Р-1 с дальностью полёта 270 км. Она имела ту же конструктивно-компоновочную схему, что и Фау-2, однако в отличие от прототипа имела повышенную надёжность системы управления и двигательной установки. Следующая ракета, Р-2, уже имела вдвое больший радиус действия, а Р-5М, оснащённая комбинированной системой управления, могла доставить ядерный боезаряд мощностью от 80 кт до 1 Мт на расстояние 1200 км [10, с. 18]. Интересный факт: в начале 1959 г. два ракетных дивизиона 72-й инженерной бригады РВГК были размещены в Восточной Германии, примерно в 70 км от Берлина. Двенадцать ракет Р-5М имели возможность поразить цели на территории ФРГ, Франции, Англии и стран Бенилюкса [11, с. 32].

На базе Р-1, Р-2 и Р-5М в 1949–1957 гг. было разработано несколько серий геофизических ракет для изучения верхних слоёв атмосферы по программе АН СССР, а также биологических и аэродинамических исследований. Кроме того, на одной из них, Р-1А, отрабатывалось “отделение головной части с полезным грузом от корпуса ракеты в конце активного участка полёта, что впоследствии нашло широкое применение” [12, с. 312].

В первой половине 1950-х годов в жизни ОКБ-1 происходит несколько судьбоносных для ракетно-космической отрасли событий. Особому конструкторскому бюро поручается работа по созда-

³ Отдел № 3 стал ядром образованного в 1950 г. ОКБ-1, начальником и главным конструктором которого был назначен С.П. Королёв. В 1956 г. ОКБ-1 выделилось из состава НИИ-88 и получило статус самостоятельного ракетно-космического предприятия. Ныне это РКК “Энергия” им. С.П. Королёва.

нию ракеты межконтинентальной дальности, а для отработки её тактико-технических характеристик, запуска и выполнения других экспериментальных работ в Казахстане, в районе железнодорожной станции Тюра-Там строится Научно-исследовательский и испытательный полигон № 5 (ныне космодром Байконур). Кроме того, в ОКБ-1 по инициативе С.П. Королёва создаётся отдел для разработки искусственных спутников Земли и других космических аппаратов.

21 августа 1957 г. состоялся первый успешный запуск Р-7 — межконтинентальной баллистической ракеты, способной преодолеть расстояние 8000 км. Она была спроектирована по так называемой “пакетной” схеме: её первая ступень состояла из четырёх боковых блоков, расположенных симметрично вокруг центрального блока — второй ступени. Четыре двигателя РД-107 и один двигатель РД-108 конструкции В.П. Глушко развивали суммарную тягу 383 тс у земли. Модификация Р-7А этой ракеты с увеличенной до 9500 км дальностью полёта и ядерным боезарядом мощностью 3 Мт находилась на вооружении РВСН СССР с сентября 1960 г. по конец 1968 г. [10].

Обратим внимание: Р-7 — одно из крупнейших достижений отечественного и мирового ракетостроения — не только внесла существенный вклад в создание ракетно-ядерного щита СССР, но и открыла человечеству дорогу в космос. На её базе было создано целое семейство ракет-носителей, которыми, среди прочего, были осуществлены:

- вывод на орбиту первого в мире ИСЗ (“Спутник-1”, 4 октября 1957 г.);
- запуск космического аппарата “Луна-3” (4 октября 1959 г.), в ходе полёта которого впервые в мире были сделаны фотографии обратной стороны Луны (7 октября 1959 г.);
- первый в мире полёт человека в космос (Ю.А. Гагарин на космическом корабле “Восток”, 12 апреля 1961 г.);
- первый в мире полёт многоместного космического корабля “Восход” (В.М. Комаров, К.П. Феоктистов, Б.Б. Егоров, 12–13 октября 1964 г.);
- запуск космического корабля “Восход-2”, в ходе полёта которого впервые в мире человек вышел в открытый космос (А.А. Леонов, 18 марта 1965 г.);
- запуск автоматической межпланетной станции “Венера-3” (16 ноября 1965 г.), которая достигла поверхности Венеры (1 марта 1966 г.), осуществив первый в мире перелёт на другую планету.

Разумеется, в рамках журнальной статьи невозможно рассказать обо всех конструкциях, разработанных в ОКБ-1. Важно отметить другое: все они являют собой замечательный пример не

только технического, но и эстетического совершенства. Неспроста ведь Ю.А. Гагарин, сам щедро одарённый от природы человек, написал следующее: “Я глядел на ракету, на которой должен был отправиться в небывалый рейс. Она была красива, красивее локомотива, парохода, самолёта, дворцов и мостов, вместе взятых. Подумалось, что эта красота вечна и останется для людей всех стран на все грядущие времена. Передо мной было не только замечательное творение техники, но и впечатляющее произведение искусства” [13, с. 133]. От себя добавим: в конструкциях С.П. Королёва отчётливо видится их автор — человек глубокой общей культуры, привитой замечательной школой русского классического образования.

Эта культура в полной мере проявилась и в организаторской деятельности С.П. Королёва, в частности, в руководстве созданным по его инициативе Советом главных конструкторов. Он представлял собой неформальный орган, который объединял главных конструкторов основных предприятий, задействованных в ракетно-космической программе. В состав первого совета входили: С.П. Королёв (председатель), В.П. Глушко (разработка ракетных двигателей), В.П. Бармин (разработка стартовых ракетных комплексов), В.И. Кузнецов (разработка гироскопических приборов), М.С. Рязанский (разработка системы радиокоррекции траектории полёта), Н.А. Пилюгин (разработка автономной инерциальной системы управления).

Значимость этого совета, не имеющего аналогов в истории мировой науки и техники, становится более понятной, если принять во внимание следующий простой факт: только в создании первой ракеты Р-1 непосредственно участвовали 35 НИИ и КБ, 18 заводов, имевших различную ведомственную подчинённость [14, с. 40]. Именно королёвский совет позволил не только оперативно решать текущие научно-технические и производственные вопросы, но и в дальнейшем координировать деятельность многих сотен предприятий и организаций по созданию космической инфраструктуры Советского Союза.

Подчеркнём, что реализация Космического проекта (наряду с Атомным) за 20 послевоенных лет кардинально изменила страну: СССР стал мировой супердержавой не только по военной мощи, но и по уровню развития высокотехнологичных отраслей промышленности, науки, образования и культуры.

* * *

Думается, что фундаментальный вклад С.П. Королёва в развитие ракетно-космических систем неотделим от его личности во всех её составляющих, включая направленность, жизненный опыт,

характер, способности. Заслуженный лётчик-испытатель СССР, Герой Советского Союза М.Л. Галлай, принимавший участие в подготовке первых космонавтов, написал замечательную документальную повесть “С человеком на борту”. В ней, в частности, он даёт такую общую оценку Сергею Павловичу: “Мне не раз приходилось слышать воспоминания о Королёве и читать статьи, очерки, книги о нём. К сожалению, в некоторых из них он выступает... в виде эдакого ангела во плоти, только что без крыльев. Нет, он был не ангелом. Далек не ангелом! Он был, на мой взгляд, гораздо больше, чем ангелом: он был человеком. Человеком со своими слабостями, сложным, трудным, колючим характером, своей негладкой, временами очень тяжело складывавшейся биографией... И с несгибаемой силой воли, фанатической одержимостью, редким талантом организатора, неисчерпаемой энергией, глубокими знаниями учёного. Со всем тем, что сделало главного конструктора – Главным Конструктором. Личность неповторимую и – по окончательному расчёту всех нравственных дебетов и кредитов – светлую” [15, с. 201].

Первый учёный-космонавт доктор технических наук К.П. Феоктистов так отзывается о своём учителе: “Самая характерная черта – громадная энергия. Этой энергией он умел заряжать окружающих. Он был человек очень решительный, часто довольно суровый. Королёв – это сплав холодного рационализма, напора и мечтательности” [16, с. 107].

Академик Б.Е. Черток, проработавший с Главным конструктором два десятка лет, следующим образом характеризует его отношение к коллегам: «Смею утверждать, что Королёву были чужды жадность, зависть, злопамятность. Он не предавал, не обманывал и не терпел обмана, не опасался держать рядом с собой умных и талантливых людей. В отличие от многих “главных” и “генеральных”, Королёв не стремился всё “грести под себя” и приклеивать своё имя к любой работе, выполненной его школой. А он создал великолепную школу, из которой вышли другие именитые главные, создавшие свои школы. И он не ревновал к их успехам» [17, с. 10].

Дочь С.П. Королёва, Наталия Сергеевна, опубликовавшая трёхтомный труд об отце – подробнейшее жизнеописание [17–19], с пристрастием родного человека раскрывает отдельные грани его незаурядной личности. Так, в качестве главных черт характера Сергея Павловича она отмечает целеустремлённость, умение смотреть вперёд и убеждённость в важности избранного дела. Анализируя особенности его творческого мышления, она приводит весьма показательный пример: “Решения, которые он принимал, иногда казались странными, парадоксальными, но впо-

следствии оказывалось, что они вполне логичны и совершенно правильны” [19, с. 121]. А о бережном отношении академика ко времени свидетельствуют следующие его воспоминания: “Его отличали кипучая энергия, необыкновенное трудолюбие и исключительная работоспособность. Это сказывалось и в том, что он приходил на работу первым, а уходил последним. Рабочий день отца заканчивался не раньше девяти, а иногда в десять–одиннадцать часов вечера. Так было и в Москве, и на космодроме. Он работал яростно, страстно, неистово, словно торопился жить, и сутки для него были коротки. В студенческие годы даже старался спать через ночь – так ценил время” [19, с. 121].

Хорошо известно, что человек глубоко раскрывается не только в трудовой деятельности и в общении с сотрудниками, но и в семье. Обратимся к двум небольшим фрагментам переписки С.П. Королёва с женой. Заметим, что они относятся ко времени, когда на Байконуре шла нервная, напряжённая работа по подготовке к запуску межконтинентальной ракеты Р-7. Из письма Н.И. Королёвой от 2 июня 1957 г.: “Милый мой, ласковый, чувствуешь ли ты, как мне недостаёт тебя, как бесконечно я о тебе думаю, как тоскую?! Береги себя, будь во всём осторожен, всегда помни, что ты мне очень нужен. Пусть на сей раз молитвы дойдут до тебя и принесут большие удачи. За меня не волнуйся, только не забывай...” [20, с. 95]. Из письма С.П. Королёва жене от 15 июля 1957 г.: “Моя родная светлая девочка! Как будто кто мне влил новые силы после чтения твоего такого тёплого, безгранично заботливого и нежного письма. Спасибо, тысячу раз большое тебе спасибо, мой верный и дорогой друг, за твои слова участия и поддержки” [20, с. 101].

Однако “психологический портрет” Главного конструктора выглядел бы незавершённым без упоминания о том, какое воздействие оказывал он на людей, работавших в руководимой им организации. Дело в том, что его сотрудники не просто росли как профессионалы, но, и это главное, кардинально расширяли горизонты своего мировосприятия. В качестве подтверждения этих слов приведём небольшой отрывок из книги “Неизвестный Королёв. Главный конструктор будущего”. Её автор В.С. Томский так описывает свои впечатления о встрече, состоявшейся в 1990-х годах со сборщиками и монтажниками РКК “Энергия”: “Я не могу с помощью слов передать выражение глаз и высочайший духовный статус этих старых рабочих. Они были преисполнены высокого профессионального достоинства, дерзкой гордости, проникновенной мудрости и пронзительной человеческой тоски, когда вспоминали о Сергее Королёве. Они не роптали, не посыпали голову пеплом и не предавались слёзным воспоминаниям о своём героическом прошлом. Люди с

гордостью и тоской вспоминали о совместной работе с Главным конструктором как о лучшем времени своей жизни, как о мечте, когда они вместе с ним переживали звёздные часы своих личных судеб и запускали звёздные часы человечества. Вместе с Главным” [20, с. 36].

* * *

Жизненный путь С.П. Королёва с самого начала не был усыпан розами. В трёхлетнем возрасте он пережил разрыв между родителями и впоследствии говорил: “Детства у меня не было” [3, с. 12]. В ночь с 27 на 28 июня 1938 г. он был арестован по ложному обвинению во вредительской деятельности; в процессе допросов палачи с Лубянки подвергли его физическим и моральным пыткам. 27 сентября 1938 г. Военная коллегия Верховного суда СССР приговорила С.П. Королёва к “тюремному заключению на десять лет с поражением в политических правах на пять лет и с конфискацией всего, лично ему принадлежащего имущества” [18, с. 39]. Пройдя ад Колымы и сталинские “шарашки”, он был реабилитирован, но терпел несправедливости со стороны властей. Дважды, в 1957 и в 1961 гг., Нобелевский комитет обращался к Правительству СССР с просьбой представить в качестве кандидата на премию человека, организовавшего запуск первого искусственного спутника Земли и первый полёт человека в космос [20, с. 119]. Присуждение премии в обоих случаях было гарантировано в силу отсутствия каких-либо конкурентов, однако по воле кремлёвских сидельцев имя великого конструктора осталось в глубокой тайне. С.П. Королёв также был лишён возможности присутствовать на трибуне Мавзоля В.И. Ленина на Красной площади в дни триумфального чествования советских героев космоса — практика, граничащая с клиникой. Удивительно, однако, что этот человек не замкнулся, не озлобился, не стал диссидентом. Напротив, он вдохновенно трудился до последних дней своей недолгой жизни и прославил свою Родину как, пожалуй, никто другой из его современников.

Я часто задавался вопросами: почему С.П. Королёв выстоял, что давало ему силы в невероятно сложных жизненных обстоятельствах? Ответы я искал в многочисленных публикациях об учёном, вникая в биографические детали и стремясь постичь тайну этого удивительного человека. До боли в глазах вглядывался в личные вещи и книги академика в его Мемориальном доме-музее, пытаясь проникнуться царящей там духовной атмосферой. Со временем я понял: главная причина

состоит в том, что С.П. Королёв занимался Делом, которое для него было дороже собственной жизни. Таких людей, как он, невозможно сломать. Они будут работать в тюрьме, в “шарашке”, в ссылке — где угодно. Благодаря таким людям одерживаются победы в кровопролитнейших войнах, строятся новые города, делаются великие научные открытия, создаются бессмертные произведения искусства. Имя таким людям — пассионарии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Академик Сергей Павлович Королёв. Некролог // Правда. 1966. 16 января.
2. *Черток Б.Е.* Ракеты и люди. Горячие дни “холодной войны”. М.: РТСофт, 2007.
3. *Асташенков П.Т.* Главный конструктор. М.: Воениздат, 1975.
4. *Романов А.П.* Конструктор космических кораблей. 4-е изд., доп. М.: Политиздат, 1976.
5. Самолёты страны Советов. 1917–1970. М.: ДОСААФ, 1974.
6. *Ветров Г.С.* С.П. Королёв в авиации. Идеи. Проекты. Конструкции. М.: Наука, 1988.
7. Космонавтика и ракетостроение. Биографическая энциклопедия. М.: Столичная энциклопедия, 2006.
8. *Романов А.П.* Ракетам покоряется пространство. М.: Политиздат, 1976.
9. *Хвоцин В., Каневский А.* Тайны ракеты Фау-2. “Чудо-оружие” нацистской Германии // Крылья Родины. 1998. № 5. С. 16–20.
10. *Первов М.* Баллистические ракеты великой страны // Авиация и космонавтика. 1998. № 7. С. 17–22.
11. *Воскресенский С.* Первый ракетно-ядерный меч // Техника и вооружение. 2010. № 7. С. 31–34.
12. Космонавтика: Энциклопедия / Гл. ред. В.П. Глушко. М.: Советская энциклопедия, 1985.
13. *Гагарин Ю.А.* Дорога в космос. Записки лётчика-космонавта СССР. М.: Воениздат, 1981.
14. *Мозжорин Ю., Ерёмченко А.* От первых баллистических до... // Авиация и космонавтика. 1991. № 7. С. 40–41.
15. *Галлай М.Л.* С человеком на борту. Документальная повесть. М.: Советский писатель, 1985.
16. *Григорьев М.Г., Астапенко Г.Н., Терехов И.П., Яворский А.И.* Ракетчики. М.: ДОСААФ, 1979.
17. *Королёва Н.С.* С.П. Королёв. Отец. В 3-х книгах. Кн. 1: 1907–1938 гг. М.: Наука, 2007.
18. *Королёва Н.С.* С.П. Королёв. Отец. В 3-х книгах. Кн. 2: 1938–1956 гг. М.: Наука, 2007.
19. *Королёва Н.С.* С.П. Королёв. Отец. В 3-х книгах. Кн. 3: 1957–1966 гг. М.: Наука, 2007.
20. *Томский В.С.* Неизвестный Королёв. Главный конструктор будущего. М.: Яуза, ЭКСМО, 2011.

ПРЕЗИДИУМ РАН РЕШИЛ
(июнь–июль 2016 г.)

• Исключить из Перечня научных организаций и образовательных организаций высшего образования, в отношении которых РАН осуществляет научно-методическое руководство их научной и научно-технической деятельностью: ФГБУ Межведомственный суперкомпьютерный центр РАН, ФГБУ науки Институт системного анализа РАН и ФГБУ науки Вычислительный центр им. А.А. Дородницына РАН в связи с прекращением их деятельности; ФГБУ науки Научно-исследовательский институт системных исследований РАН в связи с его переименованием в Федеральное государственное учреждение «Федеральный научный центр Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук» и ФГБУ науки Институт проблем информатики РАН в связи с его переименованием в Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук».

Возложить на Отделение математических наук РАН и на Отделение нанотехнологий и информационных технологий РАН научно-методическое руководство Федеральными государственными учреждениями «Федеральный научный центр Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук» и «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук».

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

• Учредить:

золотую медаль им. А.М. Обухова РАН, присуждаемую за выдающиеся работы в области наук

об атмосфере; первым годом присуждения медали установить 2018 г.; председателем Экспертной комиссии по золотой медали им. А.М. Обухова утвердить академика РАН **Г.С. Голицына**;

премию им. И.С. Шкловского РАН, присуждаемую за выдающиеся работы в области астрофизики; первым годом присуждения премии установить 2017 г.

• Утвердить главными редакторами журналов Отделения наук о Земле РАН с 14 июня 2016 г. на новый срок — пять лет:

академика РАН **Э.М. Галимова** — «Геохимия»;
доктора географических наук **В.П. Чичагова** (Институт географии РАН) — «Геоморфология».

• Утвердить академика **В.Т. Иванова** главным редактором журнала «Биоорганическая химия» РАН с 14 июня 2016 г. на новый срок — пять лет.

• Утвердить главными редакторами журналов Отделения биологических наук РАН с 21 июня 2016 г. на новый срок — пять лет:

доктора биологических наук **А.Л. Буданцева** (Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН) — «Растительные ресурсы»;

доктора биологических наук **С.Г. Васецкого** (Институт биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН) — «Онтогенез»;

доктора биологических наук **З.Г. Залибекова** (Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского НЦ РАН) — «Аридные экосистемы»;

академика РАН **А.С. Исаева** — «Лесоведение»;
академика РАН **Д.С. Павлова** — «Биология внутренних вод», «Вопросы ихтиологии»;

академика РАН **А.Ю. Розанова** — «Палеонтологический журнал».

ЮБИЛЕИ

АКАДЕМИКУ Р.М. АЛЕКСАХИНУ – 80 ЛЕТ



Рудольф Михайлович АЛЕКСАХИН – крупный учёный-радиоэколог, специалист в области радиационной безопасности, автор более 900 научных публикаций, в том числе 20 монографий. Им разработаны основы миграции радионуклидов по аграрным, ведущим к человеку трофическим цепочкам почва–растения–животные–рацион питания, что стало научной базой при организации сельскохозяйственного производства на территориях с повышенным содержанием радиоактивных веществ и благодаря чему даны многочисленные рекомендации для сельского хозяйства; выполнены исследования по радиоэкологии орошаемого земледелия, радиоэкологии ядерной энергетики, в том числе с использованием быстрых реакторов и замыкания ядерного топливного цикла.

Учёный является основоположником нового научного направления – лесной радиоэкологии, изучающей транспорт радионуклидов в лесных биогеоценозах и действия ионизирующих излучений на лесные экосистемы.

Учёный является основоположником нового научного направления – лесной радиоэкологии, изучающей транспорт радионуклидов в лесных биогеоценозах и действия ионизирующих излучений на лесные экосистемы.

Рудольф Михайлович был руководителем радиоэкологических работ по ликвидации последствий Кыштымской радиационной аварии

на Южном Урале и аварии на Чернобыльской АЭС.

Р.М. Алексахин более 26 лет работал директором Всероссийского НИИ радиоэкологии и агроэкологии, представлял нашу страну в международных организациях – МАГАТЭ, МКРЗ, НКДАР ООН, деятельность которых связана с проблемами радиоактивности окружающей среды. В настоящее время он научный руководитель Всероссийского НИИ радиоэкологии и агроэкологии, вице-президент Международного союза радиоэкологии, член президиума Научно-технического совета и член Общественного совета ГК «Росатом», заместитель председателя Российской научной комиссии по радиационной защите, академик Национальной академии аграрных наук Украины, член Британского общества радиологов, член редколлегий 10 научных журналов. Среди его учеников 18 докторов и 27 кандидатов наук.

Р.М. Алексахин – заслуженный деятель науки РФ, лауреат Государственных премий СССР и РФ в области науки и техники, премии им. В.Н. Сукачёва РАН, награждён орденами Дружбы и Почёта, медалями им. В.М. Ключковского РАН, им. Н.В. Тимофеева-Ресовского Медицинского радиологического научного центра (Обнинск), им. П.В. Рамзаева Санкт-Петербургского института радиационной гигиены им. проф. П.В. Рамзаева, почётным знаком – орденом «Е.П. Славский» ГК «Росатом».

АКАДЕМИКУ Н.П. ПОХИЛЕНКО – 70 ЛЕТ



Николай Петрович ПОХИЛЕНКО – крупный учёный в области минералогии, петрологии, геохимии верхней мантии древних платформ, кимберлитов, геологии алмазных месторождений и разработки методов их прогнозирования и поисков, автор и соавтор более 400 научных публикаций, в том числе 4 монографий. Им внесён значительный вклад в развитие минерально-сырьевой базы страны.

Учёным показано, что характер и интенсивность процессов метасоматических преобразова-

ний корневых частей литосферной мантии, связанных с воздействием на них нижнемантийных суперплюмов, оказывают определяющее воздействие на алмазность разновозрастных кимберлитов; разработан комплекс минералого-геохимических методов поисков и оценки алмазности кимберлитов, содействовавших открытию ряда месторождений в Якутии и Архангельской алмазносной провинции. Николай Петрович является первооткрывателем месторождения алмазов мирового класса Снеп-Лейк (Канада), автором подтверждённого прогноза новой алмазной провинции в нижней части бассейна реки Макензи (Канада).

Н.П. Похиленко – директор Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, член Президиума СО РАН, заместитель председа-

теля СО РАН, член бюро Отделения наук о Земле РАН, член Научно-координационного совета при ФАНО России, вице-президент Ассоциации геологов Сибири, член Национального комитета геологов и Высшего горного совета РФ, депутат 5-го и 6-го созывов Законодательного собрания Новосибирской области; читает лекции на геолого-геофизическом факультете Новосибирского государственного университета. Он член редкол-

легий ряда научных журналов. Среди его учеников 15 кандидатов наук.

Н.П. Похиленко — заслуженный геолог РФ, лауреат международной алмазной премии им. Хьюго Дамметто, награждён Почётным Знаком — высшей наградой Законодательного собрания НСО, медалью “За трудовое отличие” и многими другими медалями Новосибирской и Кемеровской областей.

АКАДЕМИКУ К.М. САЛИХОВУ — 80 ЛЕТ



Кев Минуллинович САЛИХОВ — крупный учёный в области теоретической химической физики, создатель научной школы исследования молекулярной и спиновой динамики и роли квантовой когерентности в фотоиндуцированных процессах, развития методов радиоспектроскопии, атомно-силовой

микроскопии, лазерной спектроскопии, автор более 200 научных публикаций, в том числе 6 монографий и 4 учебников для вузов. Им внесён основополагающий вклад в становление и развитие спиновой химии, в создание теоретических основ магнитных эффектов в химических реакциях и эффектов гиперполяризации электронных и ядерных спинов. Учёный является признанным лидером в теории импульсной спектроскопии электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) и теории бимолекулярного спинового обмена, в разработке теоретических основ применения ЭПР, спиновых меток и спиновых зондов в химии, биологии и медицине.

К.М. Салихов 25 лет работал в Институте химической кинетики и горения СО РАН, в 1988–2015 гг. — директором Казанского физико-технического института им. Е.К. Завойского КазНЦ РАН, более 20 лет читал лекции в Новосибирском государственном университете. В настоящее время он научный руководитель Казанского физико-технического института им. Е.К. Завойского КазНЦ РАН и заведующий отделом химической физики института, профессор Казанского федерального университета, где читает лекции по современным проблемам химической физики, химической кинетике и катализу, вице-президент и член Президиума АН Татарстана, инициатор создания и главный редактор международного журнала “Применения магнитного резонанса” (на английском языке). Среди его учеников 8 докторов и 27 кандидатов наук.

К.М. Салихов — заслуженный деятель науки РФ, лауреат Ленинской премии и Государственной премии Республики Татарстан в области науки и техники, ряда международных премий, награждён орденами “За заслуги перед Отечеством” IV степени, “Знак Почёта”, “За заслуги перед Республикой Татарстан”; почётный гражданин г. Казани.

АКАДЕМИКУ А.С. САРКИСЯНУ — 90 ЛЕТ



Артём Саркисович САРКИСЯН — крупный учёный-океанолог, автор 265 научных публикаций, в том числе 16 монографий. Он является основоположником численных методов моделирования физических климатических характеристик, динамики Мирового океана и морских течений, специалистом в области

теории моделирования термогидродинамических процессов в океане.

В начале 1960-х годов учёный впервые в мировой океанологической науке сформулировал положение о решающем влиянии бароклинных эффектов на процесс формирования крупномасштабной циркуляции Мирового океана, что расходилось с принятым мнением о ветровом характере морских течений. На основе результатов теоретического анализа и численного эксперимента он обнаружил важнейший фактор изменчивости динамических процессов в океане, на-

званный им совместным эффектом бароклинности и рельефа дна (СЭБИР).

Артём Саркисович значительное внимание уделяет решению важнейшей океанологической задачи — реконструированию пространственно-временной структуры гидрологических параметров океана по доступным данным измерений. Предложенный им с соавторами алгоритм четырёхмерного анализа гидрофизических полей был успешно применён для непрерывной реконструкции климатической сезонной изменчивости циркуляции вод и эволюции холодного перемещённого слоя Чёрного моря.

Разработанные учёным методы математического моделирования находят применение в целом ряде практических задач, в том числе в решении проблемы экологической безопасности при транспортировке отработанного ядерного топлива.

А.С. Саркисян руководил океанологической частью программы исследований роли океана в формировании короткопериодных колебаний климата Земли (программа “Разрезы”), был чле-

ном Научно-консультационного совета Международного арктического центра при Университете Аляски, представлял СССР в международной рабочей группе по программе WOCE (Эксперимент по циркуляции Мирового океана), был первым вице-президентом Международной ассоциации физических наук об океане, занимал руководящие посты в международных научных обществах и ассоциациях. В настоящее время он главный научный сотрудник Института вычислительной математики РАН и Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН, профессор кафедры океанологии географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, член ряда учёных советов, заместитель главного редактора журнала “Известия РАН. Физика атмосферы и океана”. Среди его учеников 11 докторов и 30 кандидатов наук.

А.С. Саркисян — лауреат Государственных премий СССР и РФ в области науки и техники, премии им. С.О. Макарова РАН, награждён орденами Дружбы народов и “Знак Почёта”, золотой медалью Болгарской академии наук.

ЧЛЕНУ-КОРРЕСПОНДЕНТУ РАН Н.Ф. ЕЛАНСКОМУ — 70 ЛЕТ



Николай Филиппович ЕЛАНСКИЙ — известный учёный в области физики атмосферы, автор и соавтор около 300 научных публикаций, в том числе 2 монографий. Им внесён значительный вклад в развитие методов дистанционного зондирования атмосферы с космических аппаратов. По данным на-

блюдений со спутника “Космос-121” (июнь 1966 г.) спектров отражённого Землёй ультрафиолетового солнечного излучения им впервые в мире были построены карты глобального распределения озона. На орбитальных станциях “Салют” по разработанной им программе были проведены уникальные эксперименты, которые впервые продемонстрировали слоистую структуру вертикального распределения аэрозоля в тропосфере и стратосфере. Разработанные методы и алгоритмы использовались при подготовке и проведении российско-американских космических экспериментов Метеор/TOMS и Метеор/SAGE по наблюдениям состояния озонового слоя Земли.

Н.Ф. Еланский оказал существенное влияние на развитие аналитического и численного моделирования воздействия фотохимических и дина-

мических процессов на содержание озона, окислов азота и других газов в атмосфере. Он одним из первых обратил внимание на значительную роль гетерогенных взаимодействий в формировании аномалий в стратосферном озоновом слое, в частности, после вулканических извержений; выявил и описал механизм действия внутренних гравитационных волн и струйных течений на распределение озона в атмосфере. Важные результаты получены учёным в области исследований изменения состава атмосферы под воздействием антропогенных факторов.

Под руководством Николая Филипповича проведены многочисленные полевые эксперименты и экспедиции по наблюдениям состава атмосферы. Важное место в организации отечественной системы наблюдений занимает разработка и создание единственной в мире передвижной железнодорожной лаборатории для изучения состава и состояния атмосферы; на её основе в 1995—2010 гг. проведены международные трансконтинентальные наблюдения атмосферы над территорией России (эксперименты TROICA), которые дали уникальные по объёму и качеству результаты, имеющие большое научное и прикладное значение.

Н.Ф. Еланский — заведующий отделом исследований состава атмосферы Института физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН, член Эксперт-

ной комиссии РАН по оценке научных проектов и научных работ молодых учёных и студентов высших учебных заведений в области океанологии, физики атмосферы и географии, председатель Секции по атмосферному озону Национального геофизического комитета, председатель Общероссийского семинара по составу атмосферы, член многих отечественных и международных межве-

домственных комитетов, комиссий и советов, член редколлегии журнала “Оптика атмосферы и океана”. Среди его учеников 10 кандидатов наук.

Н.Ф. Еланский — заслуженный деятель науки РФ; Национальной администрацией атмосферы и океана США ему присвоено звание “Герой окружающей среды”.

НАГРАДЫ И ПРЕМИИ

ЗОЛОТАЯ МЕДАЛЬ ИМЕНИ Н.Н. СЕМЁНОВА 2016 ГОДА – С.М. АЛДОШИНУ



Президиум РАН присудил золотую медаль им. Н.Н. Семёнова 2016 г. академику Сергею Михайловичу Алдошину за большой вклад в развитие химической физики.

По инициативе С.М. Алдошина и при его постоянной поддержке развиваются работы в различных областях химической физики,

начатые Н.Н. Семёновым: создание и исследование стабильности новых высокоэнергетических соединений и композиций, преобразование энергии, исследование горения твёрдых топлив в высокоскоростных газовых потоках. В развитие

идей Н.Н. Семёнова организованы работы в области газохимии, созданы новые нефте- и газохимические технологии. Активно ведутся работы по водородной и солнечной энергетике, совместно с австрийскими компаниями организованы российско-австрийские инжиниринговые центры новых материалов и источников энергии для беспилотной авиации.

С.М. Алдошиным опубликовано более 500 статей, в том числе более 400 статей, индексируемых в международных информационных базах данных, создана научная школа по кристаллохимической инженерии функциональных материалов. Под его руководством получены новые основополагающие фундаментальные и прикладные результаты в области химической физики.

ЗОЛОТАЯ МЕДАЛЬ ИМЕНИ М.Ф. ИВАНОВА 2016 ГОДА – Н.А. БАЛАКИРЕВУ



Президиум РАН присудил золотую медаль им. М.Ф. Иванова 2016 г. академику Николаю Александровичу Балакиреву за серию исследований “Разработка инновационной системы разведения клеточных пушных зверей и кроликов”.

Масштабные работы под руководством и при непосредственном участии Н.А. Балакирева позволили предложить новые интенсивные ресурсосберегающие технологии разведения пушных зверей и кроликов. Важное место в исследованиях занимает проблема гуманного содержания зверей в связи с требованиями Евросоюза. Был про-

ведён мониторинг шедового хозяйства и условий содержания всех зверохозяйств России, определены узкие места, внесены коррективы в технологии, даны рекомендации производству. В итоге современные фермы России отвечают предъявляемым требованиям по таким технологическим параметрам, как уход, содержание, кормление, разведение и убой.

Современной и актуальной является разработка технологии круглогодичного выращивания кроликов, позволяющая увеличить валовый доход на крольчиху для фермерского и частных хозяйств. Технология основана на инновационных приёмах и предусматривает использование принципиально нового оборудования, приоритет на которое защищён патентом РФ. Результаты исследований представлены в статьях, рекомендациях и технологиях.

ЗОЛОТАЯ МЕДАЛЬ ИМЕНИ В.В. ДОКУЧАЕВА 2016 ГОДА – Р.В. ДЕСЯТКИНУ



Президиум РАН присудил золотую медаль им. В.В. Докучаева 2016 г. доктору биологических наук Роману Васильевичу Десяткину (Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН) за цикл работ по генезису, географии и эволюции криогенных почв и их трансформации в условиях меняющегося климата.

В удостоенном золотой медали цикле работ представлены результаты многолетних стационарных эколого-географических исследований самобытных почв криолитозоны. Исследования выполнены в духе традиций научной школы В.В. Докучаева по зонально-генетическому почвоведению. Впервые обоснована специфика почвообразовательного процесса в термокарстовых котловинах огромной территории Якутии, где функционирует своеобразный перманентно действующий аласный процесс, определяющий стадийное развитие почвообразующих пород и специфику почвообразования на обширных территориях с ледовым комплексом, включая зоны тундры, северной и средней тайги мерзлотной области.

На основе палинологического анализа и определения абсолютного возраста радиоуглеродным методом вскрыты основные этапы эволюции почв Центрально-Якутской равнины. Научная концепция почвообразования при термокарстовой трансформации почвенного покрова мерзлотной области является теоретической основой для уточнения классификации и диагностики почв, а также разработки научных основ рационального использования биологических ресурсов криогенных ландшафтов.

В условиях меняющегося климата и возрастающего антропогенного прессинга большое внимание уделено изучению роли почв криолитозоны в балансе парниковых газов, а также исследованию балансов влаги и тепла, в том числе их изменению в результате человеческой деятельности. В публикациях последних лет раскрываются причинно-следственные связи трансформации криогенных почв и почвенного покрова в результате потепления климата в субарктике и бореальной зоне криолитозоны. Предложенные понятия и концепции широко цитируются и используются в мировой литературе. Материалы цикла были рекомендованы и успешно доложены Р.В. Десяткиным на XXVII Докучаевских чтениях в марте 2010 г., что является общественным признанием его заслуг в почвоведении.

ПРЕМИЯ ИМЕНИ М.М. ШЕМЯКИНА 2016 ГОДА – С.М. ДЕЕВУ



Президиум РАН присудил премию им. М.М. Шемякина 2016 г. члену-корреспонденту РАН Сергею Михайловичу Дееву за цикл работ “Супрамолекулярные агенты для тераностики”.

Тераностика (терапия + диагностика) возникла в последнее десятилетие как новая стратегия в биомедицине, которая объединяет диагностику заболе-

вания и персонифицированное лечение пациента с улучшенной эффективностью и безопасностью. Развитие этого направления требует создания новых поколений агентов, позволяющих высокоточно визуализировать патогенные биологические объекты и эффективно воздействовать на них.

С.М. Деевым предложена концепция супрамолекулярной сборки мультифункциональных агентов для тераностики и создан ряд гибридных биосовместимых конструкций из материалов органического и неорганического происхождения.

Сдано в набор 14.10.2016	Подписано к печати 21.11.2016	Дата выхода в свет 25.01.2017	Формат 60 × 88 ¹ / ₈
Цифровая печать	Усл. печ. л. 12.5	Усл. кр.-отт. 4.7 тыс.	Уч.-изд. л. 12.5
	Тираж 359 экз.	Зак. 842	Бум. л. 6.25
		Цена свободная	

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

Издатель: Российская академия наук. Издательство “Наука”, 117997 Москва, Профсоюзная ул., 90
Оригинал-макет подготовлен МАИК “Наука/Интерпериодика”
Отпечатано в типографии “Наука”, 121099 Москва, Шубинский пер., 6