

# СОДЕРЖАНИЕ

---

---

Том 88, номер 6, 2018

---

---

## Наука и общество

*А.В. Алексеев, Н.Н. Кузнецова*

От слепой веры в рынок к рыночному планированию 483

---

## С кафедры президиума РАН

Научная дипломатия как элемент “мягкой силы”

*Составитель М.Е. Хализева*

492

---

## Обозрение

*В.Г. Кузнецов*

Изучение эволюции осадочного породообразования – ключ к решению ряда общегеологических проблем

500

---

## Из рабочей тетради исследователя

*В.Л. Макаров, А.Р. Бахтизин, Е.Д. Сушко, Г.Б. Сушко*

Моделирование социальных процессов на суперкомпьютерах: новые технологии

508

---

## Точка зрения

*Б.Л. Лавровский*

Инвестиционные предпосылки ускорения динамики производительности труда

519

---

## Дискуссионная трибуна

*Е.Д. Свердлов*

Берегись! Высокий импакт-фактор

531

---

## Проблемы экологии

*В.А. Румянцев, А.В. Измайлова, В.Г. Дробкова, С.А. Кондратьев*

Современное состояние и проблемы озёрного фонда Европейской части России

539

---

## Этюды об учёных

*В.В. Полонский, Д.С. Московская, М.А. Ариас-Вихиль*

“Он был биографией своего века”. *А.М. Горький в контексте мировой культуры XX века*

551

---

## Былое

*И.Г. Малахова, М.А. Федонкин*

50 лет Международной комиссии по истории геологических наук. 1967–2017

562

---

## Официальный отдел

Президиум РАН решил. – Юбилеи. – Награды и премии

566

О присуждении медалей Российской академии наук с премиями для молодых учёных России и для студентов высших учебных заведений России по итогам конкурса 2017 года (представление Комиссии РАН по работе с молодёжью)

573

---

---

# CONTENTS

---

---

## Vol. 88, No. 6, 2018

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

---

---

### Science and Society

*A.V. Alekseev, N.N. Kuznetsova*

From Blind Faith in the Market to Market Planning 483

---

### On the Rostrum of the RAS Presidium

Scientific Diplomacy as an Element of “Soft Power”

*Compiled by M.E. Halizeva* 492

---

### Review

*V.G. Kuznetsov*

The Study of Sedimentary Rock Formation Evolution as the Key to Solving  
a Number of General Geological Problems 500

---

### From the Researcher’s Notebook

*V.L. Makarov, A.R. Bakhtizin, E.D. Sushko, G.B. Sushko*

Modeling of Social Processes on Supercomputers: New Technologies 508

---

### Point of View

*B.L. Lavrovsky*

Investment Background of the Labor Productivity Acceleration 519

---

### Discussion Forum

*E.D. Sverdlov*

Beware! High Impact Factor 531

---

### Problems of Ecology

*V.A. Rumyantsev, A.V. Izmailov, V.G. Drabkova, S.A. Kondratyev*

Current State and Problems of the Lake Fund of the European Part of Russia 539

---

### Profiles

*V.V. Polonsky, D.S. Moscovskaya, M.A. Arias-Vihil*

“He was the Biography of his Epoch”. *A.M. Gorky in the Context of World Culture  
of the XX Century* 551

---

### Bygone Times

*I.G. Malakhova, M.A. Fedonkin*

50 Years of the International Commission on the History of Geological Sciences. 1967–2017 562

---

### Official Section

Decisions of the RAS Presidium. Anniversaries. Awards and Prizes 566

On the Awarding of Medals of the Russian Academy of Sciences with Premium for Young Scientists  
and for Students of Higher Educational Institutions of Russia as a Result of the Competition in 2017 573

---

---

НАУКА  
И ОБЩЕСТВО

ОТ СЛЕПОЙ ВЕРЫ В РЫНОК  
К РЫНОЧНОМУ ПЛАНИРОВАНИЮ

© 2018 г. А.В. Алексеев\*, Н.Н. Кузнецова\*\*

*Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН,  
Новосибирск, Россия*

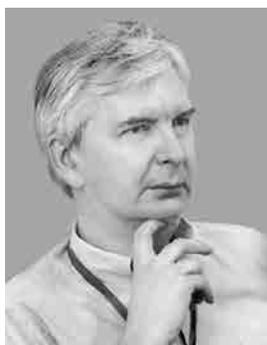
*\*E-mail: avale@mail.ru; \*\*E-mail: knn@ieie.nsc.ru*

Поступила в редакцию 28.09.2017 г.

В статье рассматриваются долгосрочная динамика выпуска промышленной продукции и особенности промышленного роста в Российской Федерации. Выявляются тенденции к упрощению структуры производства, показывается, что качество экономической динамики, которое обеспечивает действующая модель, не соответствует долгосрочным целям развития российской экономики. Авторы доказывают, что надежда на благотворное действие рыночных сил, искусственно противопоставленных сознательно формулируемым целям экономического развития, не оправдалась и привела к затуханию инвестиционного процесса. Поскольку темпы увеличения производства примерно с четырёхлетним лагом определяются темпами роста капиталовложений, критически зависящих от текущей рыночной конъюнктуры, резкое снижение темпов роста инвестиций в последние годы задало жёсткие ограничения для экономического развития по меньшей мере до 2020 г. Авторы приходят к выводу о необходимости существенно активизировать инвестиционный процесс, в том числе через государственные программы развития, и анализируют финансовый потенциал таких источников инвестиций, как повышение нормы накопления и возврат отечественного капитала в российскую юрисдикцию. Имеющихся финансовых ресурсов, по оценкам, достаточно если не для полноценного создания в России инновационной экономики, то хотя бы для запуска этого процесса.

*Ключевые слова:* производство промышленной продукции, инвестиции, промышленный рост, денежный агрегат M2, инфляция, денежное стимулирование, государственные программы.

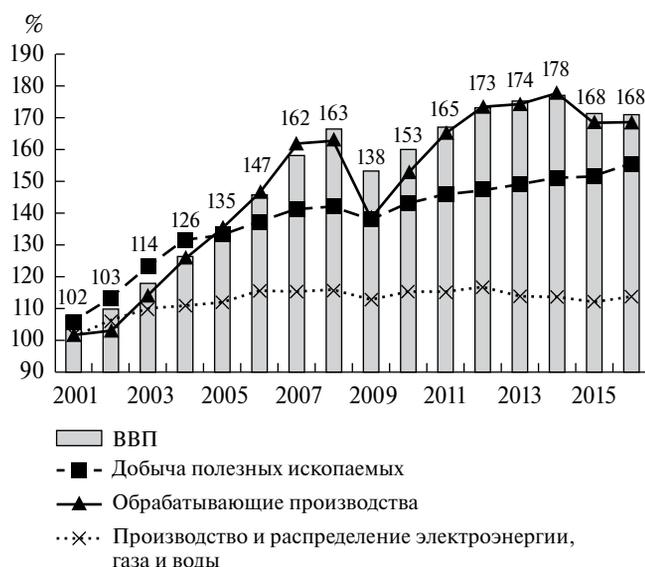
DOI: 10.7868/S0869587318060014



АЛЕКСЕЕВ Алексей Вениаминович – доктор экономических наук, ведущий научный сотрудник ИЭОПП СО РАН.  
КУЗНЕЦОВА Наталья Николаевна – научный сотрудник ИЭОПП СО РАН.

ПРОИЗВОДСТВО ПРОМЫШЛЕННОЙ  
ПРОДУКЦИИ – ПАДЕНИЕ,  
ЗАМАСКИРОВАННОЕ РОСТОМ

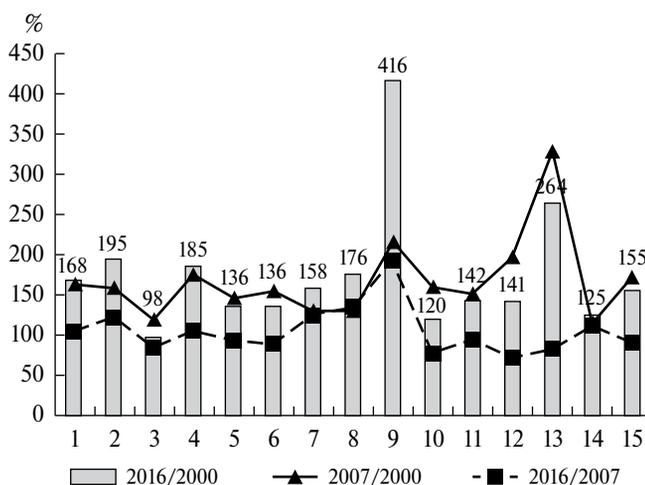
Современная ситуация в российской экономике хорошо описывается словами знакового для нашей страны героя Остапа Бендера: “Как же это вышло? Всё было так весело... жизнь была упоительна, земной шар вертелся специально для нас – и вдруг...” [1, с. 594, 595]. Действительно, в 2001–2007 гг. среднегодовые темпы прироста ВВП составляли немыслимые по сегодняшним меркам 6,7%, добычи полезных ископаемых – 5,1%, обрабатывающих производств – 7,1%. В 2012–2016 гг. (оставим в стороне кризисные 2008–2009 гг. и посткризисное восстановление в 2010–2011 гг.) рассматриваемые показатели оказались совсем иными: 0,46%, 1,01%, 1,0%



**Рис. 1.** ВВП и производство по видам экономической деятельности в России, %

За 100% взяты значения 2000 г.

Источник: Росстат. www.gks.ru (дата обращения 10.06.2017)



**Рис. 2.** Производство продукции в России по видам экономической деятельности, %

1 — обрабатывающие производства; 2 — производство пищевых продуктов, в том числе напитков и табака; 3 — текстильное и швейное производство; 4 — производство кожи, изделий из кожи и обуви; 5 — обработка древесины и производство изделий из дерева; 6 — целлюлозно-бумажное производство, издательская и полиграфическая деятельность; 7 — производство кокса и нефтепродуктов; 8 — химическое производство; 9 — производство резиновых и пластмассовых изделий; 10 — производство прочих неметаллических минеральных продуктов; 11 — металлургическое производство и производство готовых металлических изделий; 12 — производство машин и оборудования; 13 — производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования; 14 — производство транспортных средств и оборудования; 15 — прочие производства

Источник: Росстат. www.gks.ru (дата обращения 10.06.2017)

соответственно. С учётом того, что значения 2012 г. лишь немногим превышали предкризисный максимум 2008 г., можно с уверенностью утверждать: в течение по меньшей мере восьми лет экономика топчется на месте (рис. 1).

Восьмилетний застой нельзя объяснить привходящими обстоятельствами, какими бы существенными они ни были. Он свидетельствует о другом: модель, лежащая в основе российской экономики, более не способна обеспечивать её рост. Это тем более обидно, что на протяжении предшествующего восьмилетнего периода (2000—2008 гг.) модель прекрасно работала: ВВП вырос в 1,66 раза, добывающие производства — в 1,42 раза, обрабатывающие — в 1,63 раза. По отдельным направлениям удалось достигнуть явных прорывов: производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования в 2007 г. примерно в 3,3 раза превысило уровень 2000 г., резиновых и пластмассовых изделий — в 2,2 раза, производство машин и оборудования — почти в 2 раза. Существенный рост наблюдался и в других отраслях, за исключением текстильного и швейного производства и производства транспортных средств и оборудования.

Кризис 2008—2009 гг., если не принимать во внимание его глубину, можно было бы объяснить “досадным” сбоем модели. В 2010—2011 гг. ситуация стала быстро выправляться. Однако значимость высоких темпов роста не стоит переоценивать — они позволили не более чем выйти на докризисный уровень. Годом полноценного экономического роста стал 2012 г., но уже в 2013 г. экономика остановилась и, несмотря на все усилия, не может выйти из стагнации до сих пор. Более детализированная статистика обнаруживает весьма неприятные процессы, дающие основание утверждать, что стабилизация — не подходящий термин для описания происходящего. Из 14 обрабатывающих отраслей, представленных в данных Росстата, только в 6 производство в 2016 г. превысило уровень 2007 г. При этом снижение объёмов продукции затронуло такие ключевые с точки зрения национальной безопасности и создания инновационной экономики отрасли, как производство машин и оборудования и производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования (сокращение на 28 и 20% соответственно) (рис. 2).

Углубление в статистические данные Росстата усиливает драматизм ситуации. Отчётность о темпах роста промышленной продукции примерно по 700 её видам (в отдельные годы количество видов продукции различно) в 2000 г. обнаруживает отрицательные значения по 25% видов продукции в добывающих и по 12% в обрабатывающих производствах, в 2001 г. — по 45% и 26% видов соответственно. В 2002 г., когда темпы роста промышленного

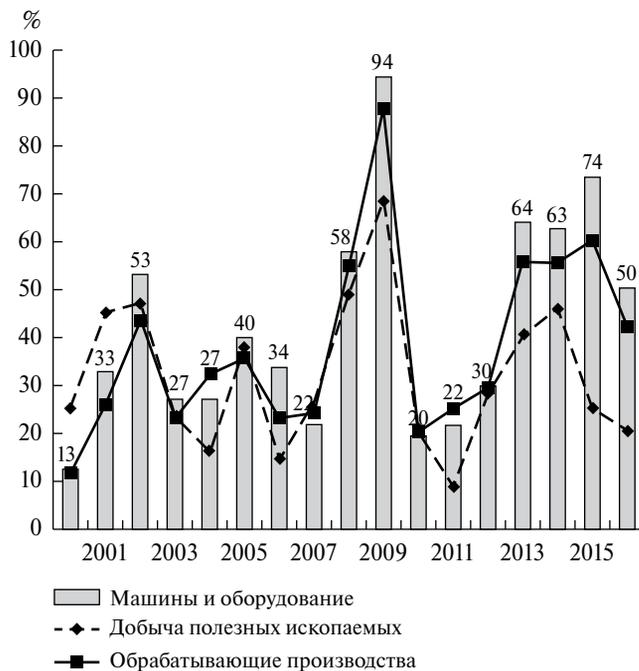
производства в целом составляли вполне благополучные 103,1%, производство машин и оборудования снизилось более чем по половине позиций.

Само по себе снижение выпуска каких-то видов продукции — нормальное явление для развивающейся экономики. Ненормальной может быть только мера этого снижения. Например, если из 494 видов продукции обрабатывающей промышленности производство снижается по 58 видам (12%), как происходило в 2000 г., такую ситуацию можно считать нормальной. Но если, как было в 2002 г., сокращение наблюдается уже по 216 позициям (44%), стоит серьёзно обеспокоиться. Во вполне благополучные для российской экономики 2000–2007 гг. нормой для промышленного производства в целом было ежегодное снижение по 1/5–1/3 позиций.

Впрочем, большое число падающих позиций в отдельные годы тоже ещё не говорит о массовом снижении производства за некоторый период. Так, за семь лет (2000–2007) производство в России сократилось по одному из пяти видов продукции. Эту величину нельзя назвать незначительной, но с учётом того, что 80% видов продукции продемонстрировали рост, её можно принять в качестве нормы. Однако в 2013 г. число падающих позиций стабилизировалось на уровне, который никак нельзя признать приемлемым (в обрабатывающих производствах больше 50% позиций, рис. 3), а в 2016 г. по 56% видов обрабатывающих производств и по 68% видов производства машин и оборудования производилось меньше продукции, чем в 2007 г. В итоге за 16 лет нового века производство снизилось по 1/5 видов продукции добывающих производств, 1/3 — обрабатывающих и 40% — машин и оборудования.

Мера отмеченного снижения отнюдь не символична. Если в 2016 г. по отношению к 2000 г. производство сокращалось, то в среднем вдвое. Правда, и средние темпы роста по увеличивающимся позициям выглядели впечатляюще: они составили в 2016 г. по отношению к 2000 г. 171% по обрабатывающим производствам, 75% — по добывающим, почти 200% — по машинам и оборудованию [2].

Добавим, что в представленных цифрах есть, к сожалению, определённая асимметрия. Если данным о снижении производства с известными оговорками (среднее невзвешенное) доверять можно, то оценка темпов роста производства гораздо менее надёжна и, очевидно, существенно завышена. Например, в 2000 г. был произведён всего один газоперекачивающий агрегат для магистральных газопроводов, а в 2009 г. — 18. Темп роста весьма высок и оказывает на среднюю величину интегральной оценки по виду экономической деятельности влияние, не сопоставимое с реальным вкладом данного вида оборудования в общий промышленный рост. При расчёте средних темпов роста подобные



**Рис. 3.** Снижение производства по видам экономической деятельности в России в 2000–2016 гг., % от числа позиций

Источник: Росстат. Центральная база статических данных. www.cbsd.gks.ru (дата обращения 10.06.2017)

многочисленные выбросы не учитываются, тем не менее проблема низкой базы расчётов для многих видов продукции сохраняется. Косвенно завышенность рассматриваемого показателя подтверждается результатами роста производства по соответствующим видам деятельности — куда более скромными, чем можно было бы ожидать, опираясь на невзвешенное среднее по растущим производствам (см. рис. 2).

Даже с учётом сделанных оговорок видно, что с начала века в российской материальной сфере произошли серьёзные структурные сдвиги: производство существенной доли продукции обрабатывающих производств, и особенно машин и оборудования, резко снижалось. При этом по части номенклатуры производимой продукции наблюдался явный рост. Ответить на вопрос, по каким видам продукции (в том числе инновационным) — более или, наоборот, менее значимым для экономики — производство снижалось, а по каким росло, непросто. Росстат предоставляет информацию по производству высокотехнологичной продукции, но в агрегированном виде (табл. 1). Из имеющихся данных можно сделать вывод, что до 2014 г. ситуация здесь была весьма благоприятной, но начиная с 2015 г. резко ухудшилась. Переход на уровень конкретных видов продукции малоэффективен. Без экспертного заключения о народно-хозяйственной значимости и технологической сложности кон-

**Таблица 1.** Индекс производства по высокотехнологичным обрабатывающим видам экономической деятельности в России, 2012–2016 гг.

Год	2012	2013	2014	2015	2016
Высокотехнологичная продукция по обрабатывающим видам экономической деятельности, %	113,1	109,3	117,4	100,7	96,8

Источник: Росстат. Центральная база статических данных. www.cbsd.gks.ru (дата обращения 04.07.2017).

кретного вида продукции с уверенностью говорить о прогрессивности или, напротив, регрессивности структурных сдвигов невозможно. Так, дискуссия, компенсирует ли почти десятикратный рост производства приборов контроля и регулирования технологических процессов, продолжавшийся в период 2000–2016 гг., примерно трёхкратное снижение за тот же период производства металлорежущих станков, неизбежно выходит на “бухгалтерский” уровень: есть интегральный (по всему кругу производимой продукции) выигрывает в создании добавленной стоимости или нет? Вопрос о том, что произойдёт с ВВП, если по каким-либо причинам национальная экономика потеряет возможность получать зарубежные металлорежущие станки, остаётся без ответа.

### ИНВЕСТИЦИОННАЯ ДИНАМИКА – ПАДЕНИЕ С ОЛИМПА

Динамика инвестиций в начале XXI в. продемонстрировала поразительные по современным меркам результаты: двузначные темпы роста (за исключением одного года) на протяжении восьми лет подряд воспринимаются как недобрая насмешка над сегодняшними 1–2%, а то и –3%. Отчасти этот рост, конечно, объясняется слабой базой 90-х годов прошлого века, провальных во многих отношениях, в том числе в плане инвестиций. Тем не ме-

нее рекордные 23% прироста в 2007 г. наблюдались после семи лет их непрерывного и быстрого роста. Для сравнения, 1%-ный прирост инвестиций в 2016 г. следовал за 3%-ным снижением в 2015 г., по сути являясь лишь частичной компенсацией этого падения.

Инвестиции – основа промышленного роста, странно ожидать сколько-нибудь существенного увеличения выпуска промышленной продукции без развития (экстенсивного или интенсивного) производственной системы. Связь между годовыми темпами роста промышленной продукции и годовыми темпами роста инвестиций на временном интервале 2000–2016 гг. фиксируется коэффициентом корреляции 0,88. Извечная проблема корреляционного анализа, что является причиной, а что – следствием, в данном случае неактуальна. Очевидно, что в течение одного года инвестиции не могут превратиться в производственные фонды, на которых реализуется выпуск продукции, поэтому динамика выпуска определяет динамику инвестиций. Неудовлетворённый спрос, на который производственная сфера реагирует соответствующим увеличением предложения, выявляет ограничения в имеющейся системе производственных мощностей, а они, в свою очередь, снимаются через инвестиции (рис. 4).

В логике рассмотренной несложной схемы сегодняшний спрос задаёт через текущий уровень инвестиций потолок будущего предложения, а значит, стабилизация (отсутствие прироста) инвестиций в 2013–2016 гг. сформировала если не пределы, то существенные ограничения в промышленном росте по меньшей мере на период 2018–2020 гг. Мягкость формулировки (“ограничения”, а не “пределы”) связана с тем, что имеющиеся мощности используются далеко не полностью. По данным Росстата, в 2016 г. коэффициент использования производственных мощностей в добывающей промышленности составил примерно 67%, в обрабатывающей – 64%. Впрочем переоценивать представляющиеся существенными резервы в российском производственном аппарате не стоит. Низкая интенсивность его использования в решающей степени связана с моральным и физическим устареванием основных фондов – на них просто невозможно производить конкурентоспособную продукцию.



**Рис. 4.** Темпы роста промышленного производства и инвестиций в основной капитал в России, %

Источник: [3, с. 423; 4, с. 35, 36]

На рисунке 5 ограничения хорошо видны: эхо низких инвестиций 2013 г. ограничивает темпы роста выпуска продукции 2017 г. Годовые темпы прироста выпуска промышленной продукции, за редкими, причём специфическими, исключениями, всегда заметно ниже темпов прироста инвестиций. Периодически возникающая надежда, что промышленный рост наконец восстановился, как правило, исчезает после появления статистики за очередной месяц. Так, за январь–август 2017 г. на протяжении четырёх месяцев наблюдался небольшой рост производства, а в течение ещё четырёх – сокращение. В 2018 г. ситуация ещё более ухудшится, и оптимистичным вариантом будет, если в 2019 г. она не примет характера катастрофы, а в 2020 г., если и улучшится, то ненамного. Таким образом, на период до 2020 г. Россия обречена в лучшем случае на низкие темпы экономического роста либо – и это реальные альтернативы – на стагнацию или дальнейшее снижение производства.

Показатели по промышленности в целом, можно сказать, носят характер пресловутой “средней температуры по больнице”, где каждая “палата” несчастна по-своему. Например, лучшие дни отечественной подотрасли “производство машин и оборудования”, системообразующей для любой крупной экономики, и российской в том числе, давно в прошлом. Однако значение подотрасли для страны под санкциями, когда доступ к современным технологиям с каждым годом только усложняется, объективно растёт. Небольшое оживление производства в 2016 г. не должно вводить в заблуждение – это не более чем эффект существенного роста инвестиций 2012 г. Перспективы же здесь, особенно на горизонте 2019–2020 гг., если продолжить логику налагаемых уже осуществлёнными инвестициями ограничений, самые мрачные (рис. 6).

Кроме того, нужно учитывать и ловушку низких темпов промышленного роста, ведущих к снижению темпов инвестиций, которые, в свою очередь, тянут вниз показатели экономического развития в недалёком будущем. Возникает даже не замкнутый круг, а закручивающаяся вниз спираль, ведущая экономику к катастрофе.

Выход, очевидно, один – необходимо увеличивать инвестиции. Но действующая экономическая модель делает его невозможным: низкий спрос отрицательно сказывается на производстве, снижая его инвестиционную привлекательность. Силовое решение проблемы – увеличение инвестиций на фоне стагнирующего спроса – никак не вписывается в популистские сценарии решения текущих проблем. В самом деле, если рынок не посылает сигналов о необходимости инвестиций, а производство – финансового потока, достаточного для финансирования этих инвестиций, то мобилизация



Рис. 5. Темпы роста инвестиций в основной капитал (со сдвигом вправо на 4 года) и промышленного производства в России, %

инвестиций возможна лишь в режиме перераспределения имеющихся ресурсов, а это всегда связано с выраженным сопротивлением заинтересованных лиц. Возможен и путь генерации финансовых ресурсов под инвестиционные программы, но и он плохо соответствует теоретическим представлениям и монетарной практике ЦБ РФ.

Ситуация осложняется негативным экономическим фоном на среднесрочную перспективу, заданную, мягко говоря, не самыми сильными инвестиционными решениями последних четырёх лет. При более пристальном рассмотрении обнаруживается, что с учётом инвестиционного провала 2009 г., трёхлетним “выползанием” из него и последующей деградацией инвестиционного процесса можно говорить об *инвестиционном ступоре*, в котором наша экономика находится с 2009 г. Семь лет инвестиционного застоя (2009–2016) – слишком большой срок для российской экономики, так и не восстановившейся после развала Советского Союза.

Отметим, что за всю новейшую историю (с 2000 г.) темпы прироста продукции лишь дважды



Рис. 6. Темпы роста инвестиций в основной капитал (со сдвигом вправо на 4 года) производства машин и оборудования в России, %

превышали темпы прироста соответствующих инвестиций (напомним, о лаге в четыре года), причём в 2013 г. это было связано с форс-мажорным снижением инвестиций в кризисном 2009 г., который всё же не является нормой для российской экономики. Поэтому, независимо от того, будет ли ЦБ РФ последователен в проведении жёсткой финансовой политики или не будет, рассчитывать на сколько-нибудь существенное оживление экономики не приходится.

### ВАРИАНТЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЦЕССА

Экономический рост ближайших лет – залогник уже принятых инвестиционных решений, но более отдалённая перспектива определяется тем, сумеем ли мы нарастить инвестиции сегодня. Разберёмся с ценой вопроса. По данным Росстата, инвестиции в основной капитал по всем видам экономической деятельности по полному кругу орга-

низаций в 2016 г. составили 14,6 трлн руб. (табл. 2) или 21,1% ВВП РФ [5]. Это на 1,2 п.п. меньше, чем в 2008 г. (год, когда рассматриваемый показатель достиг максимума за период 2000–2016 гг.).

Отметим, что 14,6 трлн руб. – это немного. Так, инвестиции в основной капитал в США в 2016 г. составили 3,6 трлн долл., по средневзвешенному курсу рубля к доллару в 2016 г. (67,03 руб./долл.) – 242,3 трлн руб. Население США примерно в 2,2 раза больше населения России. Но даже если пересчитать американские инвестиции с учётом разницы в демографических показателях, американская инвестиционная программа превысит российскую примерно в 7,5 раза. При расчёте по ППС контраст менее разителен – превышение в 2,8 раза, но применять ППС по ВВП для инвестиционных товаров некорректно. Данные Росстата свидетельствуют о том, что ППС по товарам инвестиционного назначения, изначально довольно близкий к рыночному курсу, на последнюю имеющуюся дату (2008 г.) почти сравнивается с рыночным курсом.

**Таблица 2.** Инвестиции в основной капитал по видам экономической деятельности по полному кругу организаций в России, 2016 г.

Вид экономической деятельности	Млн руб.	Млн долл.	Млн долл., ППС
Все виды экономической деятельности	14 639 835	218 391	583 958
Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство	611 254	9 118	24 382
Добыча полезных ископаемых	2 830 355	42 222	112 898
Обрабатывающие производства (все виды)	2 123 645	31 680	84 709
Производство пищевых продуктов, включая напитки	226 771	3 383	9 046
Текстильное и швейное производство	9 473	141	378
Химическое производство	411 334	6 136	16 407
Металлургическое производство	288 105	4 298	11 492
Производство машин и оборудования (без производства оружия и боеприпасов)	98 956	1 476	3 947
Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования	84 917	1 267	3 387
Производство транспортных средств и оборудования	203 983	3 043	8 137
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	–	–	–
Строительство	445 045	6 639	17 752
Транспорт и связь	2 726 707	40 676	108 764
Государственное управление и обеспечение военной безопасности; социальное обеспечение	278 855	4 160	11 123
Образование	210 627	3 142	8 402
Здравоохранение и предоставление социальных услуг	181 786	2 712	7 251

Источник: Росстат. Центральная база статических данных. [www.cbsd.gks.ru](http://www.cbsd.gks.ru) (дата обращения 26.03.2017)

Предложение нарастить долю инвестиций в ВВП, конечно, настолько же неоригинально, насколько непопулярно (увеличение доли накопления при стагнирующем ВВП автоматически означает снижение потребления), тем не менее оно оправданно. Доля накопления в 2008 г. по отношению к 2007 г. повысилась на 1,3 п.п. (хотя и при растущем ВВП), не вызвав никакого социального напряжения. Предлагаемый возврат к доле инвестиций в ВВП уровня 2008 г. даст увеличение инвестиционной программы 2016 г. примерно на 5,7% – недостаточное, но на фоне стагнации инвестиций в последние годы небесполезное.

Подчеркнём: говоря о необходимости расширения инвестиционной программы, мы имеем в виду прирост инвестиций против современного уровня, который отечественная экономика, пусть и со всё бóльшим трудом, но выдерживает. Если в качестве минимально приемлемого взять 10%-ный прирост инвестиций, то с учётом 5,7%-ного прироста, полученного путём увеличения доли инвестиций в ВВП, потребуется изыскать ещё 4,3%, или примерно 630 млрд руб. в год, по меньшей мере, до 2020 г. Деньги не слишком большие. Так, в 2016 г. денежная масса (агрегат М2) выросла на 3,2 трлн руб., а инвестиции в основной капитал – лишь на 743 млрд руб. (всё в текущих ценах). Сравнение данных величин условно, поскольку они имеют существенно разную природу, тем не менее их соотношение весьма показательно. Динамика инвестиций (с лагом в один год) в высокой степени определяется динамикой М2 (коэффициент корреляции 0,75) (рис. 7). Яркий пример – ситуация 2014–2015 гг., когда почти 9-кратное снижение показателя прироста денежной массы в 2014 г. привело к снижению абсолютного уровня инвестиций в 2015 г. Инвестиции в России в новом тысячелетии сокращались только в 2009 г., они росли даже в кризисном 2008 г. Если до кризиса 2008–2009 гг. отношение прироста инвестиций к приросту М2 колебалось в диапазоне 40–60% (60–80% с учётом годового лага перетекания М2 в инвестиции), то после кризиса оно стало тяготеть к 20–25%. Иными словами, эмиссия продолжалась, но эмитированные деньги перестали направляться на инвестиции. Положение нужно выправлять: если хотя бы половину из эмитированных в 2015 г. денежных средств направили на инвестиции, их прирост составил бы 1,78 трлн руб. (а не 630 млрд).

Вопрос о возможности финансировать прирост инвестиций посредством увеличения денежного агрегата М2 (то есть денежной эмиссии) с неизбежностью вырождается в малопродуктивную дискуссию о том, что эмиссия связана с инфляцией, борьба с которой – одна из главных задач денежного регулятора. Широко распространённая в академической среде позиция, что в целом экономиче-

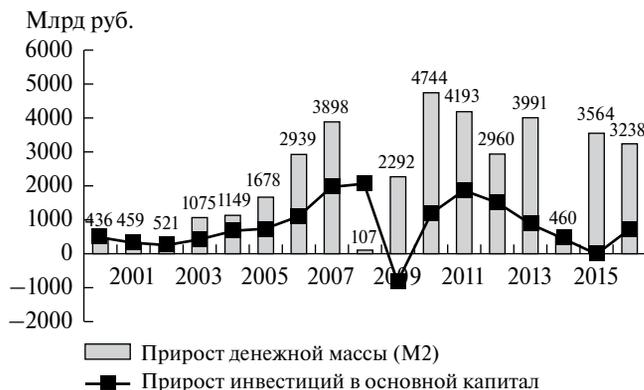


Рис. 7. Прирост денежной массы и инвестиций в основной капитал в России, млрд руб.

Источник: ЦБ РФ. [http://www.cbr.ru/statistics/? PrtlId=dkfs](http://www.cbr.ru/statistics/?PrtlId=dkfs) (дата обращения 12.06.2017)

ский рост с инфляцией лучше, чем отсутствие инфляции без роста [6], не разделяется банковским сообществом [7]. В результате ЦБ ежегодно отчитывается об очередных успехах в борьбе с инфляцией, а вопрос об экономическом росте предлагает адресовать другим инстанциям. Не вступая в данную дискуссию [8], отметим, что есть и иные, не эмиссионные источники финансирования инвестиционной программы. Хорошо известный, но остающийся в тени факт – Россия на протяжении многих лет является нетто-кредитором мировой экономики. Чистая международная инвестиционная позиция нашей страны на начало 2017 г. составляла 222,3 млрд долл. Напомним, вся инвестиционная программа 2016 г., если пересчитать её по средневзвешенному курсу доллара за этот год, равнялась 218,4 млрд долл. Расчёт по ППС даёт иные результаты (см. табл. 2), но применение ППС по ВВП для инвестиционных товаров, как отмечалось

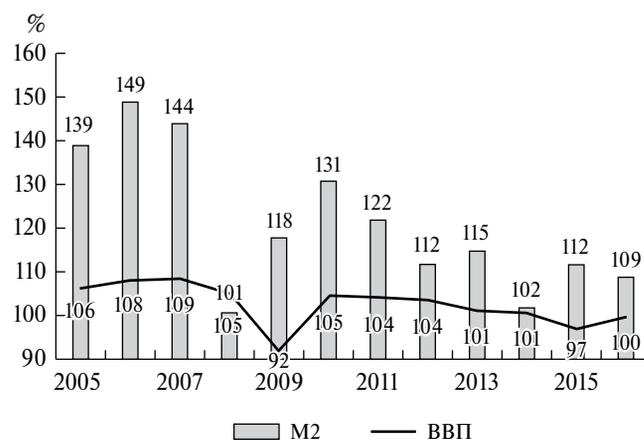


Рис. 8. Индексы роста денежного агрегата М2 и ВВП в России в 2005–2016 гг., %

Источник: ЦБ РФ. [http://www.cbr.ru/statistics/? PrtlId=dkfs](http://www.cbr.ru/statistics/?PrtlId=dkfs) (дата обращения 26.07.2017), Росстат. [www.gks.ru](http://www.gks.ru) (дата обращения 26.07.2017)

выше, не является корректным. Иными словами, если Россия будет кредитовать остальной мир в той же мере, в какой остальной мир кредитует Россию, национальную инвестиционную программу можно будет увеличить не на обсуждаемые 10%, а вдвое.

Отметим также, что качество, а следовательно, и экономическая целесообразность российских внешних активов вызывает серьёзные вопросы [9]. Одна из статей – долговые ценные бумаги (в основном правительства ведущих стран Евросоюза и США) – давно уже стала притчей во языцех как в академическом, так и в бизнес-сообществе. Можно долго объяснять российским гражданам, зачем Россия с риском в любой момент потерять средства кредитует правительства ЕС и США в размере 164 годовых инвестиционных бюджетов далёкой от благополучия отрасли производства машин и оборудования, но принять эти объяснения нельзя.

Итак, инвестиционный процесс необходимо возрождать. Ожидания, что проблема решится сама собой, невидимая рука рынка сама расставит всё по своим местам, призрачны. Возможны два пути. Первый – увеличить (создать) спрос, который автоматически запустит инвестиционные программы. Сделать это несложно, достаточно увеличить денежную эмиссию. Аргументов, что такое лекарство хуже болезни, множество. Не обсуждая проблему по существу (это предмет отдельного рассмотрения), всё же отметим, что когда прирост денежной массы составлял 40–50% в год, темпы прироста ВВП равнялись 8–9%, а когда прирост М2 сократился до 10–12%, ВВП перестал расти (рис. 8). При этом коэффициент корреляции рассматриваемых рядов данных (с лагом в 1 год) равен 0,9.

Не в пользу варианта “количественного смягчения” говорит и традиционно низкое качество отечественных институтов. Действительно, чтобы сбережения трансформировались в накопления, необходимы определённые условия. Но и демонизировать фактор институтов не стоит. Так, по данным авторитетного доклада “Индекс глобальной конкурентоспособности”, качество российских институтов в 2004–2005 гг. оценивалось в 3,54 балла (89 место в мире, данные по 104 странам) [10], в 2016–2017 гг. – в 3,6 балла (88 место из 138 стран) [11, р. 307]. То есть при “плохих” институтах темпы прироста ВВП в 2005 г. составляли 6%, а при “улучшившихся” превратились в отрицательные. Приведённые цифры не означают, что улучшение институциональной среды не относится к факторам ускорения роста ВВП, но явно свидетельствуют в пользу того, что стабильно плохая российская институциональная система не являлась таким фактором на протяжении последнего десятилетия. Судя по характеру и продолжительности

дискуссии о необходимости совершенствования отечественных институтов, ожидать сколько-нибудь значимого прорыва здесь не стоит и в среднесрочной перспективе.

Второй путь восстановления инвестиционного процесса – перестать уповать на чудодейственные силы рынка и взять судьбу инвестиций (а значит, и страны) в собственные руки. Целесообразно резко увеличить финансирование действующих государственных программ, особенно в блоке “инновационное развитие и модернизация экономики” [12]. Увеличение финансирования позволит быстрее достичь поставленных в программах целей, даст мощный импульс развитию обрабатывающих и добывающих производств, производственной и социальной инфраструктуры, сформирует основу для постановки ещё более амбициозных целей национального развития, вытянет экономику страны из многолетнего застоя. По сути, речь идёт о возрождении планового начала в экономике, но не на административной, а на рыночной основе. Если в плановой экономике Советского Союза достижение поставленных целей определялось распределением материальных ресурсов в соответствии с административными постановлениями, то в современных условиях задачи развития решаются через мобилизацию финансовых ресурсов. Источники этих ресурсов мы рассмотрели в настоящей статье.

\* \* \*

Важнейший ограничитель российского экономического роста – не недостаток ресурсов, денег, квалифицированных кадров или неблагоприятная внешнеэкономическая конъюнктура, а иррациональная вера в то, что рыночные силы, если им не мешать, создадут сильную, самодостаточную, эффективную экономику, способную противостоять давлению глобальной экономики – хорошо организованной, во многих аспектах сознательно управляемой и не заинтересованной в сильной России. Сегодня эта вера материализуется в жёсткой монетарной политике, ведущей к угасанию спроса и, следовательно, экономической деятельности в принципе. Без формулирования стратегических целей и сознательно осуществляемых усилий по их достижению ни о каком устойчивом росте речи быть не может. Необходимое, но не достаточное условие того, что хотя бы после 2020 г. показатели российского экономического роста всё же выйдут за рамки статистической погрешности, – мобилизация сил. Первым этапом такой мобилизации должно стать возрождение инвестиционной составляющей государственных программ развития.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Ильф И., Петров Е.* Двенадцать стульев; Золотой телёнок: романы. М.: Эксмо, 2010.
2. Росстат. Центральная база статических данных. [www.cbsd.gks.ru](http://www.cbsd.gks.ru) (дата обращения 04.02.2017).
3. Россия в цифрах. 2017: Крат. стат. сб./Росстат. М.: Федеральная служба государственной статистики, 2017. [http://www.gks.ru/free\\_doc/doc\\_2017/rusfig/rus17.pdf](http://www.gks.ru/free_doc/doc_2017/rusfig/rus17.pdf) (дата обращения 25.12.2017).
4. Россия в цифрах. 2010. [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc\\_1135075100641](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1135075100641) (дата обращения 25.12.2017).
5. The World Bank. <http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=world-development-indicators#> (дата обращения 14.02.2017).
6. *Алексеев А.В.* Пора за флажки? Экономический рост, пусть с инфляцией, лучше, чем инфляция без роста // ЭКО. 2015. № 9. С. 55–72.
7. *Кудрин А., Горюнов Е., Трунин П.* Стимулирующая денежно-кредитная политика: мифы и реальность // Вопросы экономики. 2017. № 5. С. 5–28.
8. *Алексеев А.В.* Денежное предложение: предпосылка или допинг для экономического роста? // ЭКО. 2017. № 3. С. 48–59.
9. *Алексеев А.В., Дементьев Н.П.* Российские внешние активы и обязательства: пора собирать камни // ЭКО. 2016. № 3. С. 108–125.
10. The Global Competitiveness Report 2004–2005. [http://www.ieseinsight.com/casos/Study\\_0035.pdf](http://www.ieseinsight.com/casos/Study_0035.pdf) (дата обращения 11.02.2017).
11. The Global Competitiveness Report 2016–2017. <https://www.weforum.org/reports/the-global-competitiveness-report-2016-2017-1> (дата обращения 02.03.2017).
12. Портал “Госпрограммы РФ”. <https://programs.gov.ru/Portal/> (дата обращения 20.09.2017).

---

---

С КАФЕДРЫ  
ПРЕЗИДИУМА РАН

---

---

## НАУЧНАЯ ДИПЛОМАТИЯ КАК ЭЛЕМЕНТ “МЯГКОЙ СИЛЫ”

© 2018 г. Составитель М.Е. Хализева

*Журнал “Вестник Российской академии наук”, Москва, Россия*

*E-mail: vestnik@naurkaran.com*

Поступила в редакцию 14.12.2017 г.

На заседании Президиума РАН, состоявшемся 12 декабря 2017 г., рассматривался вопрос о научной дипломатии: как наука поддерживает дипломатические компетенции, какую роль играет в развитии многосторонних и двусторонних отношений между странами и как следует использовать международное научно-техническое сотрудничество для построения дипломатических отношений, улучшения политических, социальных и экономических межгосударственных связей. В статье кратко изложены доклады академиков РАН А.В. Адрианова, А.А. Дынкина, Л.М. Зелёного, П.В. Логачёва, А.О. Чубарьяна и других участников заседания, а также их предложения по дальнейшему развитию в Академии наук механизмов научной дипломатии, экспертных коммуникаций, созданию условий для полноценного участия российских специалистов в международных проектах.

*Ключевые слова:* Российская академия наук, научная дипломатия, международное сотрудничество.

DOI: 10.7868/S0869587318060026

Президент РАН академик **А.М. Сергеев** во вступительном слове отметил, что научная дипломатия активно развивается во многих зарубежных странах, в некоторых она поставлена на уровень государственной политики. В США, Великобритании, Франции выходят труды, посвящённые этой теме. На развитие такой деятельности государства выделяют значительные финансовые средства. В ряде стран даже создана должность советника министра иностранных дел по науке, которую занимают крупные учёные. Кризис политических отношений России и Запада, а также новые глобальные вызовы, общепланетарные проблемы (изменение климата, снижение биоразнообразия, неизвестные науке болезни, природные катастрофы, продовольственная безопасность) актуализировали вопрос участия российских учёных в международных отношениях. Вот почему, констатировал А.М. Сергеев, так важно сегодня определить стратегию Академии наук в этой сфере.

По словам вице-президента РАН академика **А.В. Адрианова**, концепция научной дипломатии реализуется странами с высокотехнологичной инфраструктурой как один из элементов доктрины “мягкой силы”. И в России развитие механизмов научной дипломатии стало важным элементом государственной научно-технической политики. Значимость этого фактора “мягкой силы” отмече-

на в Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации на 2017–2019 гг., принятой указом Президента РФ в декабре 2016 г.

Как подчеркнул А.В. Адрианов, РАН занимает особое место в реализации государственных интересов методами научной дипломатии. Несмотря на непростое для развития российской науки время, академия сумела сохранить международный авторитет, уровень научной экспертизы и участие в крупных межгосударственных проектах. А научное партнёрство, как правило, имеет долгосрочный характер и, в свою очередь, обеспечивает стабильность международных отношений.

В то же время А.В. Адрианов обратил внимание на недостаточное использование потенциала РАН и её ведущих учёных в продвижении интересов нашего государства на мировой арене. По его мнению, необходимо:

- шире вовлекать в научную дипломатию иностранных членов РАН, равно как и наших членов иностранных академий и международных научных обществ;
- развивать взаимодействие с российскими научными диаспорами в зарубежных странах;

- пропагандировать новые формы участия в создании и использовании международных мегаустановок;
- расширять взаимодействие с зарубежными молодёжными объединениями;
- развивать сеть двусторонних семинаров по актуальным научным направлениям;
- создавать крупные совместные центры/институты, например, для изучения Арктики или других регионов планеты.

А.В. Адрианов предложил включить проблемы международного сотрудничества в государственные задания научных организаций, подведомственных ФАНО России, с выделением для их решения целевого финансирования. Дополнительный материальный ресурс, считает он, требуется и для программ академических обменов, стажировок наших учёных в зарубежных научных центрах.

А.М. Сергеев горячо поддержал этот тезис. Необеспеченность финансами научных обменов приводит к парадоксальным ситуациям. Недавно в Германии руководители российских агентств и министерств обсуждали научно-техническое сотрудничество с немецкими партнёрами и решили, в частности, создать российско-германский Совет молодых учёных. Для продолжения сотрудничества запланирован приезд к нам немецкой делегации. “Но как Академия наук будет встречно организовывать визит? — задался вопросом президент РАН. — Денег на международное сотрудничество нет, просить их у институтов неправильно. Нам нужно действительно поработать над включением программ обмена в статью расходов академии. Многие вопросы упираются в действующий юридический статус Академии наук, который надо повышать”.

Академик РАН А.А. Дынкин начал с ответа на вопрос “Почему в критические для мировой истории времена человечество обращается к учёным?”. Люди научного мировоззрения, считает он, обладают большей устойчивостью к идеологиям, лучше других понимают масштабы вызовов и угроз, суть природы и общества, обладают иммунитетом к PR-технологиям и пропаганде, которая конструирует альтернативную реальность. И в России учёные занимают одно из самых высоких мест среди профессиональных групп, вызывающих доверие. Когда дипломатические отношения напряжены, когда военные, деловые люди, бюрократы теряют доверие друг к другу, научная дипломатия как элемент политики помогает сохранять канал межгосударственных отношений открытым.

А.А. Дынкин выделил три аспекта научной дипломатии: *наука в дипломатии, наука для дипломатии и дипломатия в науке*. Все они предполагают продвижение интересов конкретного государства на мировой арене, однако имеют свои задачи.

Наука в дипломатии подразумевает участие представителей научного сообщества в переговорах по глобальным проблемам, связанным с изучением космоса, приполярной зоны, Мирового океана, изменением климата, продовольственной, энергетической безопасностью, со стратегической стабильностью. Наука для дипломатии включает работу специалистов по международным исследованиям для поиска компромиссов и выхода из кризисных ситуаций. Дипломатия в науке проявляется в поддержке международного сотрудничества, организации совместных исследовательских проектов, в том числе по созданию мегаустановок.

Говоря о науке в дипломатии и дипломатии в науке, А.А. Дынкин вспомнил своего учителя — академика Евгения Максимовича Примакова, которого по праву называют патриархом российской дипломатии. Он заложил основу современной внешней политики страны. Развивая партнёрские отношения в равной степени со странами Запада и Востока, министр иностранных дел Российской Федерации показал всему миру, что после распада СССР с интересами новой России необходимо считаться. Его профессиональный авторитет на Ближнем Востоке до сих пор остаётся непререкаемым. Другой не менее яркий пример проявления науки в дипломатии связан с именем востоковеда-арабиста академика Виталия Вячеславовича Наумкина. В 2015 г. он был модератором проводившихся в Министерстве иностранных дел РФ переговоров делегации сирийского правительства и оппозиционных группировок. С начала 2016 г. по поручению министра иностранных дел РФ С.В. Лаврова участвует в межсирийских переговорах в Женеве в качестве специального посланника Генерального секретаря ООН по Сирии Стаффана де Мистуры. В январе 2017 г. ему удалось организовать на базе Института востоковедения РАН неформальные переговоры руководящих деятелей восьми палестинских фронтов и организаций по восстановлению национального единства. Это был первый реальный шаг, предпринятый Россией для преодоления внутрисредиземноморского раскола.

Классической формой научной дипломатии А.А. Дынкин назвал Пагуошское движение учёных, выступающих за мир, разоружение и международную безопасность, за предотвращение мировой термоядерной войны и научное сотрудничество. Оно зародилось в 1955 г., когда 11 всемирно известных учёных, в том числе А. Эйнштейн, Ф. Жолио-Кюри, Б. Рассел, М. Борн, П.У. Бриджмен, Л. Инфельд, Л. Полинг, Дж. Ротблат, выступили с манифестом, в котором призвали созвать конференцию против использования ядерной энергии в военных целях. В 1995 г. Пагуошскому движению и одному из его основателей Дж. Ротблату была в равных долях присуждена Нобелевская премия мира за многолетние усилия, направленные на снижение роли ядерного оружия в международной

политике. В работе этого движения принимали участие выдающиеся учёные Академии наук: А.В. Топчиев, А.Н. Туполев, М.Д. Миллионщиков, В.И. Гольданский, лауреаты Нобелевской премии П.Л. Капица, А.М. Прохоров, А.Д. Сахаров, Н.Н. Семёнов, И.Е. Тамм и другие. В 2017 г. новый импульс международному антиядерному движению придал Казахстан, принявший в августе 2017 г. в Астане очередную 62-ю конференцию Пагуошского движения. Символично, что форум завершился 29 августа — в день, когда 26 лет назад в соответствии с историческим указом Президента Казахстана Нурсултана Назарбаева закрылся Семипалатинский ядерный полигон.

Именно с помощью научной дипломатии, заметил А.А. Дынкин, удалось найти компромиссные решения по Украине. Ещё в 2014 г. группа американских и российских экспертов (с нашей стороны её представляли сотрудники Института мировой экономики и международных отношений им. Е.М. Примакова РАН) сформулировала предложения по введению на Донбассе режима прекращения огня, отводу войск, привлечению международных наблюдателей из ОБСЕ и т.д. Затем появился мирный план В.В. Путина, а далее были подписаны первые Минские соглашения.

В 2016 г. ИМЭМО РАН и Группа стратегического прогнозирования Атлантического совета опубликовали доклад "Глобальная система на переломе: пути к новой нормальности", вошедший в список лучших мировых работ года. В нём представлены современные тенденции и потенциальные сценарии глобального развития на ближайшие 20 лет. Как утверждают авторы доклада, сейчас беспрецедентная и тревожная ситуация сложилась в сфере контроля над ядерным оружием. И наиболее слабое звено здесь — текущий Договор о мерах по дальнейшему сокращению и ограничению стратегических наступательных вооружений (СНВ), срок действия которого истекает в 2021 г. А.А. Дынкин напомнил, что после 2011 г., когда договор вступил в силу, ни переговоры, ни консультации по поводу его продления не проводились. Между тем развал этого договора может привести в среднесрочной перспективе к увеличению числа членов "ядерного клуба". А значит, риск применения ядерного оружия в региональных конфликтах и попадание его в руки террористов становятся более вероятными. Сегодня благодаря научной дипломатии эту тему удалось вернуть в поле обсуждений с американцами.

К сложившимся формам научной дипломатии обычно относят конференции по текущим и перспективным проблемам мирового порядка. Именно в этом ряду, считает А.А. Дынкин, стоят Примаковские чтения, одним из организаторов которых выступает ИМЭМО РАН. Форум, впервые прошедший в 2015 г., уже стал заметным научным и общественным явлени-

ем не только в российской, но и в мировой повестке дня. На этой площадке дипломаты и политики, ведущие учёные российских и зарубежных научно-исследовательских и экспертно-аналитических центров обсуждают проблемы мировой экономики, политики и международной безопасности.

А.А. Дынкин затронул вопрос о научной дипломатии, которая противодействует современному терроризму. Сегодня уже сформировано девять оперативных театров военных действий, возникает новый — исламский эмират в Нигерии. Террористы уходят в серый и чёрный Интернет. Для противодействия им, по мнению А.А. Дынкина, необходимо использовать когнитивные методы психологии и социологии. Эта проблематика поднимается в рамках сотрудничества РАН с Национальной академией наук США.

В последние годы в политической практике и научной литературе стал широко применяться новый термин: "хрупкость" или "недолговечность" государства. Это понятие используют в случае, когда властные структуры тех или иных стран оказываются неспособными обеспечить своему населению условия безопасности. В таких государствах под давлением нелегальных сетей, гибридных структур и в результате конвергенции терроризма, наркотрафика, криминальных группировок, теневых схем возникают сетевые киберхалифаты без очевидных главарей. Существует так называемый индекс хрупкости государств. К сожалению, констатировал А.А. Дынкин, примерно треть государств находится в зонах с показателем "высокая тревога" или "критический уровень". Задача научной дипломатии состоит в том, чтобы следить за тревожными тенденциями, способными превратить страну в "хрупкое" государство.

А.А. Дынкин предложил инициировать в РАН проект по научной дипломатии России для укрепления связей на постсоветском пространстве, где сохранились советские научные школы, а русский язык продолжает играть важную роль в передаче и приращении знаний. По его мнению, целесообразно начать подготовку специалистов на магистерском уровне по научной дипломатии в нескольких вузах, например, в Московском государственном техническом университете им. Н.Э. Баумана, Московском государственном институте международных отношений, Московском физико-техническом институте (государственном университете).

О космосе как эффективном инструменте международной политики речь шла в выступлении академика РАН **Л.М. Зелёного**. «Космос по своей сути предназначен для мирного сотрудничества, — сказал он. — В космосе нет границ. Недавно мы отметили 60-летие начала космической эры в истории человечества — запуск первого искусственного спутника Земли. Он дал многое не только науке, но и дипломатии: фактически перевёл соревнова-

ние между СССР и США в мирную плоскость, изменил суть холодной войны. И, как когда-то говорил академик М.В. Келдыш, неизвестно, что имеет большее значение для обороны страны – “жёсткая сила” в качестве боевой межконтинентальной ракеты или “мягкая сила” в виде первого спутника».

По словам Л.М. Зелёного, научная дипломатия в космосе будет развиваться по четырём направлениям: сотрудничество с США, Западной Европой, Восточной Европой, в которую входят страны СНГ, и Китаем.

На восточноевропейском направлении начиная с середины 1960-х годов успешно развивалась международная кооперация учёных стран социалистического содружества в рамках программы “Интеркосмос”. В 1966 г. Академия наук СССР создала для исследования и использования космического пространства в мирных целях Совет “Интеркосмоса”, в состав которого входили страны Восточной Европы и Куба. Постепенно к ним присоединились Франция и Швеция, а затем Германия. Эта мощная организация использовала принцип “мягкой силы” для пропаганды достижений нашей страны и её влияния в Восточной Европе и во многих странах Запада.

В рамках программы “Интеркосмос” с 1969 по 1985 г. было запущено 23 спутника, 11 высотных исследовательских ракет типа “Вертикаль” и большое число метеорологических ракет. Для них учёные и инженеры разработали и изготовили более 220 научных приборов и устройств, обеспечили полёты девяти международных экипажей, в состав которых входили космонавты всех стран – участники программы. В ходе экспериментов были получены интересные научные результаты, часть из них представляет собой крупный вклад в науки о космосе и в прикладные направления космонавтики в интересах народного хозяйства. На основании этих данных специалисты подготовили свыше 800 научных публикаций. Результаты совместных космических исследований систематически обсуждались на международных конференциях и симпозиумах и получали высокую оценку научной общественности.

“Интеркосмос” прекратил своё существование в 1991 г. вместе с распадом Советского Союза. Но человеческие связи сохранились. Благодаря им уже после драматических событий удалось создать проект “Интербол”, объединивший 20 стран для реализации идеи многоточечных исследований магнитосферы Земли и солнечно-земных связей, то есть одновременных измерений в разных областях околоземного пространства. Сотрудничество с восточноевропейскими странами развивалось вплоть до 2013 г., но сегодня, констатировал Л.М. Зелёный, практически все связи разорваны. Исключение составляет Белоруссия, с которой у России есть совместные космические проекты.

На российско-американском направлении одним из ярких примеров научной дипломатии Л.М. Зелёный назвал проект “Союз–Аполлон”, реализованный в 1975 г. и вошедший в историю США и СССР как важный этап на пути освоения космоса усилиями двух стран. Впервые на околоземной орбите была создана и функционировала в течение двух суток космическая система из состыкованных кораблей с международным экипажем на борту. Специально для совместного полёта учёные разработали универсальный стыковочный узел – лепестковый. В ходе полёта проводились испытания автоматической системы жизнеобеспечения и отдельных узлов стыковочного агрегата, отработка методики выполнения некоторых совместных научных экспериментов, формирование монтажной орбиты с высотой 225 км.

Сегодня обсуждается возможность создания совместного российско-американского проекта “Венера-Д” по исследованию второй планеты Солнечной системы. Он включает создание российского аппарата, который планируется вывести на орбиту Венеры в 2026–2027 гг. Кроме того, в миссии предлагают задействовать спускаемый аппарат. Рассматривается также вероятность размещения на поверхности планеты нескольких станций наблюдения, которые будут передавать информацию на Землю, а также запуск в атмосферу беспилотника, работающего от солнечных батарей.

В сентябре 2017 г., сообщил Л.М. Зелёный, главы космических агентств России и США договорились о создании новой космической станции “Deep Space Gateway” на орбите Луны. Её первые модули, возможно, появятся в космосе в 2024–2026 гг. В проекте могут принять участие Китай, Индия, Бразилия и ЮАР.

Расширяется сотрудничество с Европейским космическим агентством (ЕКА). Один из успешных международных проектов последних лет связан с поиском воды и следов жизни на Марсе. В 2015 г. Роскосмос договорился с ЕКА об участии в миссии ExoMars. Она предполагает отправку орбитального зонда для исследования Красной планеты и высадку на её поверхность посадочного модуля.

Недавно стало известно о завершении подготовки международной космической автоматической миссии “VeriColombo” по изучению Меркурия – ближайшей к Солнцу планеты. Это прекрасный пример преимущества интернационального освоения космоса. Проект, реализуемый под эгидой Японского и Европейского космических агентств, возник в 2008 г. В 2012 г. к нему подключились НАСА и Итальянское космическое агентство. В рамках “VeriColombo” планируется создать и запустить к Меркурию два межпланетных зонда. Один из них на протяжении 3,5 лет будет исследовать недра планеты и её поверхность. В этом помо-

гут научные инструменты и приборы, разработанные в разных странах мира. Например, в России в лаборатории Института космических исследований РАН создан гамма-спектрометр MGNS, который позволит изучать залежи льда в кратерах на полюсах планеты. И это не единичный случай использования российских приборов на международных космических аппаратах. Прошедшие тщательный технический отбор, жёсткую конкуренцию с зарубежными аналогами, они уже стоят на американских и европейских спутниках, исследующих Луну, Марс и Венеру, как свидетельство высокого авторитета учёных, работающих в РАН.

Как правило, совместные космические программы поддерживаются Роскосмосом, Российским фондом фундаментальных исследований и Российским научным фондом. А подпитки из РАН почти нет. И понятно, почему. В 2013 г., разъяснил Л.М. Зелёный, когда институты отделили от академии, система финансовой поддержки РАН рухнула. Казалось бы, не так давно, в 2010 г., РАН и Международный институт космических исследований (ISSI, г. Берн, Швейцария) подписали Соглашение о сотрудничестве в области фундаментальных космических исследований. Академия наук внесла 75 тыс. франков, чтобы наши учёные приезжали туда, получали доступ к спутниковой информации и возможность работать с самыми современными данными. Они многому учились и, конечно же, делились своим опытом. Это поддерживало авторитет РАН. Но после 2013 г. финансовая поддержка прекратилась, и канал связи с ISSI закрылся. “Мы теряем наших партнёров, — заявил Л.М. Зелёный. — Пока необратимого разрыва нет, но скоро он может произойти, если не поддерживать долговременные плодотворные научные связи, накопленные несколькими поколениями учёных”.

В качестве поучительного примера он привёл Китайскую академию наук, которая в своё время была создана по образцу АН СССР. Китай сотрудничает с Англией, США, Евросоюзом. В ближайшие годы Национальный центр космических исследований Китайской академии наук планирует запустить к Солнцу 5 новых аппаратов, предназначенных для изучения солнечной активности и её воздействия на Землю. Исследования проводятся в рамках совместной европейско-китайской программы SMILE, на реализацию которой каждая из сторон выделила по 80–90 млн евро. Первый из серии спутников отправится в космос в 2021 г. для изучения магнитосферы Земли в спектре рентгеновского и УФ-излучения. “Когда-то китайцы учились у нас, теперь давайте учиться у них, используя финансирование целевых программ на основе долевого участия, — сказал Л.М. Зелёный. — У нас действует рабочая группа по космосу с Китайской академией наук, которая составила список из более чем 20 интереснейших предложений. Но мы буксу-

ем, потому что нет финансирования. Здесь нужно проявить политическую волю. Китайцы и европейцы её проявили, и теперь имеют большие перспективы сотрудничества”.

Сейчас оживилась работа на восточноевропейском направлении, сообщил Л.М. Зелёный. Государства — участники СНГ подготовили проект Соглашения о создании международной межправительственной научно-исследовательской организации “Объединённый институт космических исследований” по типу Объединённого института ядерных исследований в подмосковной Дубне. По сути, речь идёт о том, чтобы восстановить утраченное — высочайший уровень развития советской космонавтики, разветвлённые научно-производственные связи, сложившиеся тогда между республиками СССР. Ведущим партнёром, разумеется, будет Россия. Проблема в том, что ни источник, ни объём финансирования этой организации пока неизвестны. Л.М. Зелёный как один из инициаторов проекта попросил президиум РАН поддержать эту деятельность.

Академик РАН **П.В. Логачёв** обозначил наиболее важные направления, по которым Сибирское отделение РАН взаимодействует с зарубежными партнёрами. Рассказывая о международном сотрудничестве институтов СО РАН со странами Северо-Восточной Азии, он выдвинул ряд тезисов:

- Китай, Япония, Тайвань, Южная Корея заинтересованы в развитии научного сотрудничества и рассматривают его как возможность привлечения нашего интеллектуального потенциала для решения задач инновационного развития экономики своих государств;

- СО РАН может выступить в качестве структуры, организующей сотрудничество в интересах региональных производительных сил Сибири и Дальнего Востока;

- одним из инструментов в налаживании кооперации могут быть интеграционные проекты, обеспечивающие равное участие сторон и равное распределение интеллектуальной собственностью;

- в связи с реализацией Китаем стратегии “Новый шёлковый путь” возрастает роль СО РАН как экспертной и организующей структуры, защищающей наши национальные интересы;

- СО РАН способна взять на себя координирующую роль в международном сотрудничестве с Китаем, Японией и Южной Кореей — со странами, которые проявляют особый интерес к модели высокотехнологического развития Арктики;

- СО РАН готово к эффективному взаимодействию со странами — участницами Шанхайской организации сотрудничества (ШОС), при этом необходима финансовая, организационная и правовая

поддержка руководства РАН, ФАНО, центральных и региональных органов власти.

Сибирское отделение РАН всегда было надёжным и желанным партнёром в международных проектах, действующих на уровне всего Евросоюза и отдельных его стран, подчеркнул П.В. Логачёв. Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН давно и плодотворно сотрудничает с Европейской организацией по ядерным исследованиям (ЦЕРН), где построен Большой адронный коллайдер (БАК). Сибирские учёные участвовали в разработке, изготовлении и запуске многих элементов этого ускорителя. Как известно, основная задача БАК – проведение экспериментов по физике элементарных частиц, для чего, кроме самого ускорителя, необходимы сложнейшие установки – детекторы частиц. ИЯФ внёс значительный вклад в разработку и строительство детектора ATLAS – самой большой исследовательской установки БАК. Его специалисты предложили новый подход к созданию калориметра на жидком аргоне, и он был принят коллаборацией ATLAS. За долгие годы сотрудничества институт разработал и изготовил принципиально новое высокотехнологичное ускорительное и детекторное оборудование на сотни миллионов долларов. При этом, отметил П.В. Логачёв, удалось наладить кооперативные связи с другими научными организациями и промышленностью РФ. В настоящее время ИЯФ успешно осваивает новые технологии, в частности, создаёт систему электронного охлаждения тяжёлых ионов на установке для разгона частиц LEIR, – это ключевой элемент для реализации тяжелоионной программы на Большом адронном коллайдере.

В Восточной Азии СО РАН сотрудничает с Исследовательским центром физики высоких энергий КЕК в японской Цукубе, где работает ускоритель частиц SuperKEKB. Новосибирские физики разработали и собрали один из основных элементов детектора – 40-тонный электромагнитный калориметр (прибор для детектирования частиц и измерения их энергии), а также поставили для него электронику и программное обеспечение.

Продолжается сотрудничество с Корейским институтом исследований по атомной энергии (KAERI) в области создания и применения лазеров на свободных электронах – мощных источников когерентного излучения. В Южной Корее уже действует компактная установка терагерцового диапазона с исследовательскими станциями различной направленности, построенная много лет назад в кооперации с ИЯФ СО РАН. В 2010–2016 гг. сотрудники института участвовали в работе по созданию в KAERI установки с фемтосекундными электронными пучками для ультрабыстрой электрон-

ной дифракции и других экспериментов с высоким временным разрешением.

Институт ядерной физики постоянно получает заказы из Китая, Южной Кореи, Индии на изготовление разработанных им ускорителей электронов серии ЭЛВ. Их используют для радиационной модификации различных полимерных материалов, в том числе изоляции проводов и кабелей. Помимо улучшенных параметров, ускорители из Сибири имеют ещё одно преимущество перед зарубежными аналогами: они компактнее.

“Всё это, – заключил П.В. Логачёв, – свидетельство востребованности российской науки за рубежом. Но мы должны не только помогать нашим партнёрам, но и развивать собственные проекты мирового уровня. Наши разработки должны быть востребованы внутри страны. Сибирские учёные производят уникальные установки для китайской промышленности, но при этом российская промышленность их практически не использует. Если наши результаты не будут оценены и востребованы на родине, мы не сможем твёрдо и последовательно отстаивать свои национальные интересы”.

Наука часто идёт впереди официальной дипломатии, заявил на заседании академик **В.И. Сергиенко**, рассказывая о взаимодействии институтов ДВО РАН с государствами Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР). “Мы восстановили научные связи с учёными Республики Корея ещё во времена, когда между нашими странами не было дипломатических отношений, – сказал он, – и начали работать по совместным проектам с учёными Тайваня, когда на Дальнем Востоке не было торгового представительства этой страны”.

Сегодня академические институты региона ежегодно принимают около 600 иностранных учёных, бизнесменов и представителей зарубежных органов власти. К сожалению, поездки дальневосточных учёных за границу ограничены по причине необеспеченности финансовыми ресурсами. После 2013 г. ситуация усугубилась: ДВО РАН потеряла возможность напрямую поддерживать международную деятельность, связанную с проведением совместных морских и сухопутных экспедиций, созданием лабораторий и научно-исследовательских центров. Остался единственный канал, через который можно финансировать международные проекты, – Комплексная программа фундаментальных исследований ДВО РАН “Дальний Восток”. Большую помощь оказывают иностранные партнёры. Так, в своё время Шведская академия наук, Фонд Валленберга выделяли на проведение экспедиций в восточном секторе Арктики до 700 тыс. евро в год. Это большие средства, которые ДВО РАН получало на развитие своей науки. В планах дальне-

восточников – создание Центра исследований международных отношений в зоне Азиатско-Тихоокеанского региона.

На заседании неоднократно упоминался Российский фонд фундаментальных исследований как самый массовый институт конкурсной поддержки российской науки. Фонд занимает активную позицию в международном научном сообществе, проводя совместные программы исследований с 48 ведущими организациями в 34 странах мира. “Мы стараемся, – сказал на заседании председатель Совета РФФИ академик РАН **В.Я. Панченко**, – взаимодействовать с партнёрами на паритетной основе, обеспечивая российским участникам комфортные условия работы”. РФФИ поддерживает контакты с Немецким научно-исследовательским сообществом (Германия), Национальным центром научных исследований (Франция), Государственным фондом естественных наук (КНР), Швейцарским и Австрийским научными фондами, Национальным исследовательским фондом Республики Корея, Национальными институтами здоровья (США), Европейской лабораторией молекулярной биологии, Департаментом науки и технологии правительства Индии. Именно РФФИ выступил одним из учредителей Евразийской ассоциации поддержки научных исследований. В эту ассоциацию, кроме России, вошли Армения, Белоруссия, Вьетнам, Киргизия и Монголия. “Постоянные контакты с представителями Европы, стран Азии, Америки, – добавил В.Я. Панченко, – привели к тому, что не без нашей инициативы в 2012 г. был создан Глобальный исследовательский совет (ГИС) – объединение ведущих национальных организаций, финансирующих научные исследования”. В.Я. Панченко входит в состав Управляющего совета ГИС и является его вице-председателем. В мае 2018 г. в Москве состоится очередное общее собрание Глобального исследовательского совета, организаторами которого выступят РФФИ и Научный исследовательский фонд Республики Корея. Две темы будут в фокусе внимания совета: “Научная дипломатия” и “Научная экспертиза”.

Российский фонд фундаментальных исследований, по оценке А.М. Сергеева, находится в прекрасной форме. Согласно проекту федерального бюджета, в 2018–2020 гг. ежегодное финансирование фонда составит около 21 млрд руб. – почти в два раза больше, чем в 2017 г. Академии наук, считает президент РАН, надо сформулировать предложения, чтобы часть добавленных РФФИ средств была направлена через академические институты на развитие научной дипломатии и укрепление международного сотрудничества на разных уровнях.

Разумеется, заметил академик РАН **А.О. Чубарьян**, выстраивание и укрепление международных связей и сотрудничество российских учёных с зарубежными коллегами улучшают международный климат,

повышают авторитет и роль России в мире. Но, к сожалению, мы не рассматриваем научную дипломатию как систему – целостный комплекс взаимосвязанных элементов. Важная задача, подчеркнул он, состоит в определении общих параметров, выработке методологических основ, концепций, повышении значимости научной экспертизы, выстраивании более тесного сотрудничества учёных с дипломатией.

В чём наука может помочь дипломатии? А.О. Чубарьян выделил несколько актуальных направлений науки, отражающих современные задачи и сферы деятельности дипломатии:

- глобальные вызовы, новые тенденции в международных отношениях, построение новой системы мирового порядка;
- историческое наследие, роль и влияние исторических традиций на современные международные отношения и дипломатическую сферу;
- культурологические особенности мира в целом и отдельных регионов и стран (так называемое регионоведение);
- проблемы безопасности в общемировом и региональных контекстах;
- религиозный аспект современных международных отношений;
- соотношение насилия и миротворчества в истории;
- анализ роли компромиссов в истории;
- анализ социальных изменений в современном мире;
- проблемы климата, роль окружающей среды и здоровья в современном развитии, их включение в сферу деятельности дипломатии.

Для укрепления взаимодействия науки и дипломатии А.О. Чубарьян предложил:

- создать межинститутскую группу при президиуме РАН для выработки методологии, концепции и практических рекомендаций по тематике “Научная дипломатия”;
- включить в план работы некоторых институтов (на междисциплинарной основе) темы по научной дипломатии;
- установить контакты с международными организациями (прежде всего с Европейским союзом) для кооперации и координации работ по новым проектам, связанным с научной дипломатией;
- провести конференции и “круглые столы” по проблемам научной дипломатии;
- установить связь РАН с МИД РФ для координации работы в сфере научной дипломатии и определения критериев научных экспертиз для дипломатической деятельности.

Научная дипломатия, с точки зрения директора Департамента внешнеполитического планирования МИД РФ **О.В. Степанова**, – понятие многомерное. По сути, это приближенная к классической дипломатической работе международная деятельность в интересах нашего государства, осуществляемая силами науки. Сюда он отнёс и так называемую дипломатию второго трека – неправительственный уровень международных контактов. Понятно, что их ценность возрастает в периоды неопределённости, усиления конфликтности, возникновения проблемных вопросов в двусторонних отношениях. Сегодня такого рода научная дипломатия особенно востребована во взаимодействии с западными странами. Примером здесь служат форматы, наработанные ещё в период холодной войны: советско-американский Дартмутский диалог, Пагуошское движение. В подобную деятельность, заметил он, вовлечены не только профильные специалисты и институты, хотя, конечно, в первую очередь именно они. **О.В. Степанов** согласился с **А.А. Дынкиным**, что в этом контексте показательна работа научного руководителя Института востоковедения РАН **В.В. Наумкина** по урегулированию конфликта в Сирии.

Кстати, расширение участия представителей научного и экспертного сообщества России в диалоге с иностранными специалистами по вопросам мировой политики и международной безопасности, напомнил **О.В. Степанов**, указано в Концепции внешней политики Российской Федерации как одно из направлений развития общественной дипломатии. Важно, чтобы внешняя политика активно проявлялась и в реализации крупных международных проектов, и в пропаганде наших достижений.

Хороший пример – международный форум учёных в честь юбилея запуска первого искусственного спутника Земли. Такие мероприятия целесообразно проводить регулярно для обсуждения полученных результатов и оценки перспектив космических исследований, закрепляя тем самым статус нашей страны как первооткрывателя дороги в космос. Свою ценность имеют и “малые шаги”. К примеру, обсуждаемая возможность организации в США – на площадке ООН, а затем, может быть, и в посольстве России в Вашингтоне – выставки, демонстрирующей вклад нашей страны в освоение космического пространства и международное сотрудничество в этой сфере на основе материалов Роскосмоса и Института космических исследований РАН.

Говоря о сотрудничестве в сфере науки и технологий, **О.В. Степанов** прежде всего имел в виду взаимодействие на двусторонней и многосторонней основе с нашими основными зарубежными партнёрами в рамках уже созданных форматов: СНГ, ЕАЭС, ШОС, АТЭС, БРИКС. К этому же направлению научной дипломатии он отнёс и экспертные коммуникации учёных, в том числе на уровне ООН – Комис-

сии по науке и технике в целях развития, Всемирной метеорологической организации, Международного института прикладного системного анализа, Форума по науке, технике и инновациям.

Чтобы повысить координацию работы российских экспертов, придать ей системный и регулярный характер, надо, утверждал **О.В. Степанов**, расширять взаимодействие научных кругов с профильными департаментами МИД и российскими дипломатическими представительствами за рубежом. При наших посольствах, напомнил он, действуют 35 атташе по науке. Межгосударственное взаимодействие в научно-технической сфере идёт также по линии Российских центров науки и культуры, функционирующих под эгидой Россотрудничества. При этом крайне важно совершенствовать работу наших диппредставительств по сбору информации о научно-технических новациях, прежде всего в индустриально развитых странах. Существует потребность в создании единой централизованной системы налаживания международных научно-технических связей, а также подготовки российских специалистов за рубежом и закупки технологий для развития отечественной научно-технической базы.

В дискуссии о роли РАН в развитии научной дипломатии и международного научно-технического сотрудничества также участвовали заместитель директора департамента Минобрнауки России **А.В. Аникеев**, академики РАН **В.Е. Фортвов**, **Ю.М. Михайлов**, заместитель председателя Профсоюза работников РАН доктор физико-математических наук **В.Ф. Вдовин**.

“Российской академии наук в соответствии с Планом мероприятий по реализации Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации на 2017–2019 гг. поручена координация деятельности по совершенствованию механизмов научной дипломатии, созданию условий для полноценного участия российских учёных в международных проектах, – подвёл черту под обсуждением **А.М. Сергеев**. – И это хороший повод, чтобы рекомендовать ФАНО России внести тематику международного сотрудничества в государственные задания научных организаций с выделением целевого финансирования для их решения”. **А.М. Сергеев** также счёл целесообразным рассмотреть вопрос участия РАН в научных обменах в рамках проектов “мегасайнс” и способы их финансирования за счёт средств академии, выделенных на выполнение государственного задания РАН.

Президент РАН предложил обсудить с Министерством иностранных дел РФ возможность учреждения при этом министерстве должности советника по научно-техническому развитию и организовать совещание на уровне МИД, где была бы определена роль Российской академии наук в научной дипломатии.

## ИЗУЧЕНИЕ ЭВОЛЮЦИИ ОСАДОЧНОГО ПОРОДООБРАЗОВАНИЯ – КЛЮЧ К РЕШЕНИЮ РЯДА ОБЩЕГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ

© 2018 г. В.Г. Кузнецов

*Российский государственный университет нефти и газа  
(национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина, Москва, Россия  
E-mail: vgkuz@yandex.ru*

Поступила в редакцию 10.11.2017 г.

Изучение распределения обломочных пород, рифов, соотношений песчаных и глинистых пород показывает, что в геологической истории последовательно происходила последовательная дифференциация субаквального и субаэрального рельефов. Увеличение высоты гор было возможно при погружении астеносферного слоя и увеличении мощности континентальной коры в целом и особенно в горно-складчатых областях. Это вело к последовательному усилению контрастности рельефа и росту глубины желобов в зонах субдукции. Изменение в геологической истории состава карбонатных пород, смена известняков и сидеритов архея и нижнего протерозоя доломитами и магнетитами в среднем и верхнем протерозое, а затем последовательное замещение последних известняками в фанерозое говорят об изменении кислотно-щелочного режима водоёмов и переходе от кислых водоёмов архея к щелочным в протерозое и частично раннем палеозое, а далее к нейтральным и слабо щелочным в остальной части фанерозоя.

*Ключевые слова:* субаквальный и субаэральный рельеф, земная кора, карбонатные породы, геохимическая обстановка.

DOI: 10.7868/S0869587318060038

Геология по своей сути – историческая наука, которая сформировалась в начале XIX в. на базе палеонтологии и первоначально опиралась на изучение эволюции организмов, картина палеогеографических изменений восстанавливалась главным образом исходя из изменений сообществ организмов. При этом все реконструкции строились по принципу, который восходил, по крайней мере, к Ж. Бюффону и сводился к афористической формуле: “Настоящее – ключ к прошлому”. Лишь во второй половине XIX в. получили развитие иссле-

дования эволюции геологических процессов, прежде всего осадочного породообразования. Последнее вполне естественно, поскольку именно в осадочных породах запечатлены характерные черты обстановок эпох накопления соответствующих комплексов. Показательно в этом отношении название заключительной главы книги И. Вальтера “Введение в геологию как историческую науку”: “История Земли – история ископаемых и пород” [1]. Та же идея была высказана одним из основателей отечественной геологии А.А. Иностранцевым: “Под именем геологии понимают историю Земли в самом обширном смысле этого слова, обнимающую собой как минеральную, так и органическую сторону её жизни” [2, с. 1].

Кроме реконструкции обстановок самого осадкообразования выявление эволюции осадочного процесса даёт крайне важный вещественно-объективный материал и для установления эволюции других геологических процессов и объектов. Благодаря этому становится возможным решать целый ряд теоретических проблем в области палеогеоморфологии, палеоокеанологии, глобальной тектоники и геофизики, изменения общих геохимических



КУЗНЕЦОВ Виталий Германович – доктор геолого-минералогических наук, профессор РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина.

обстановок на Земле, изучения полезных ископаемых и т.д., что, разумеется, не исключает необходимости использовать данные других наук геологического цикла – палеонтологии, тектоники, геохимии, в частности изотопной геохимии, и др.

В настоящей статье мы рассмотрим несколько примеров геологических реконструкций, основанных на изучении эволюции осадочного процесса, и две группы связанных с ними вопросов: во-первых, палеогеоморфологические и обусловленные ими общегеологические проблемы, во-вторых, проблему изменения геохимических обстановок внешних геосфер Земли.

### ПАЛЕОГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ

После открытия в Южной Африке золоторудного месторождения Витватерсранд в конгломератах мезоархея и особенно обнаружения в них промышленно значимых концентраций урана по всему земному шару началось интенсивное изучение разновозрастных конгломератов. Промышленные месторождения были найдены в единичных случаях и только в докембрийских образованиях (Блайнд-Ривер в Канаде, Жакобина в Бразилии и ряд существенно более мелких месторождений в древних конгломератах Ганы, Габона, северо-востока Австралии). Но отрицательный результат – тоже результат. Был получен огромный фактический материал. Выяснилось, что средний размер галек в конгломератах увеличивается в более молодых комплексах по сравнению с более древними. Это открытие привело к очень важным выводам. Размер переносимых водой обломков зависит от энергии транспортирующего потока, а последняя – от перепада высот его истока и окончания, то есть от расчленённости рельефа. Чем больше размер обломков, тем более контрастным был рельеф области осадконакопления. Как показали расчёты, высота гор после байкальской орогении не превышала 1,5–2,0 км, после герцинской составляла 3–4 км, после киммерийской возросла до 5–6 км и, наконец, достигла 7–9 км после альпийской орогении, когда в целом и сформировались современные горы [3].

Было установлено ещё одно важное обстоятельство, ставшее дополнительным свидетельством формирования всё более и более расчленённого рельефа. Если в докембрии и нижнем палеозое конгломераты образовывали относительно маломощные, но выдержанные по простиранию базальные пачки, то позднее они образовывали мощные толщи, протяжённые вдоль горных цепей, – молассы (рис. 1). Со временем возрастал и объём континентальных образований.

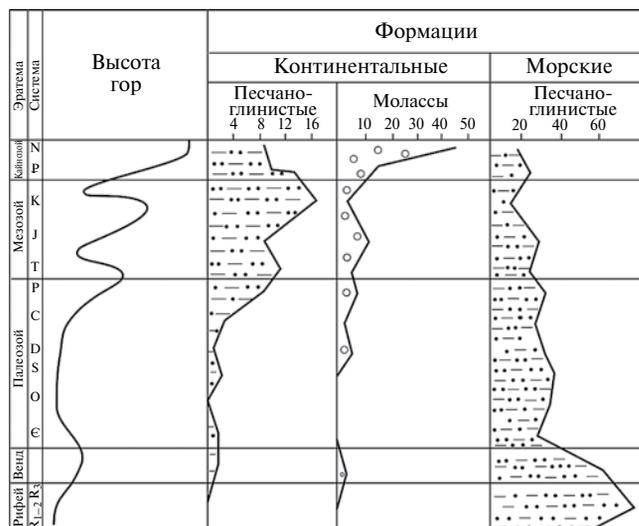


Рис. 1. Схема изменения в геологической истории Земли высоты гор, континентальных и морских терригенных формаций

Примечание: формации по [4].

Параллельно с увеличением контрастности наземного рельефа аналогичные трансформации происходили с дном акваторий, хотя нельзя не отметить, что субаквальный рельеф, особенно рельеф дна океанов, реконструируется существенно сложнее и менее однозначно.

Об общем углублении океанов, формирующихся с поздней юры – после распада Пангеи (точнее, Пангеи II), свидетельствует вертикальный ряд формаций. В основании их осадочного комплекса во многих случаях залегают мелководные, в том числе лимнические терригенно-глинистые отложения и известняки, которые последовательно сменяются пелагическими известняками, а затем и ещё более мелководными пелагическими кремнистыми и глинистыми отложениями. Установить нечто подобное в домезозойских океанических разрезах довольно проблематично.

Косвенным показателем общего углубления морских бассейнов может служить изменение соотношения морских песчаных и глинистых формаций, установленное на большом фактическом материале А.Б. Роновым, который указал на последовательное, по крайней мере, в фанерозое, сокращение общего объёма песчаных формаций при параллельном возрастании глинистых [4]. Поскольку на суше рельеф становился более высоким, это обстоятельство нельзя объяснить сокращением поставки обломочного материала. Увеличение доли глин, скорее, говорит о наличии более спокойных, тиховодных условий, что определяется большей глубиной водоёмов.

Ещё одно, правда, тоже довольно косвенное свидетельство больших глубин мезо-кайнозой-

ских океанов по сравнению с палеозойскими – пелагические карбонатные отложения. В палеозое это ордовикские “петельчатые” известняки Урала, силурийские ортоцеровые известняки Карнийских Альп и Южного Урала, ниже-среднедевонские тентакулитовые известняки Урала, верхнедевонские и нижнекаменноугольные нодулярные (Kalkknollengestaine) известняки Европы, Северной Африки, Казахстана и других районов. Ассоциация пелагических карбонатных отложений с иными типами отложений, наличие и характер связанных с ними турбидитов, соотношение мощностей разнофациальных отложений и другие факторы позволяют полагать, что глубины их образования со временем возрастали. Так, глубины накопления комковатых и “петельчатых” известняков ордовика-девона оцениваются в первые сотни метров, гальштадских известняков триаса и известняков типа Аммонитико росо – около 1000–1100 м, в то время как глубины современных планктоногенных карбонатных осадков достигают 4000–5000 м [5, 6]. Свидетельством прогрессирующей дифференциации рельефа Земли выступает также очень широкое распространение мелководных “шельфовых” бассейнов в палеозое (Северо-Американская, Восточно-Европейская, Сибирская платформы) и их резкое сокращение в мезозое и кайнозое за счёт развития собственно океанических бассейнов.

Изменение глубины карбонатакопления может быть обусловлено и более высоким положением уровня карбонатной компенсации и, соответственно, критической глубины карбонатакопления, например, в связи с большим содержанием в воде углекислоты. Однако последнее вызывает серьёзные сомнения. Вместе с тем имеются (по крайней мере, для фанерозоя) и более прямые свидетельства общего углубления морских бассейнов, связанные с эволюцией рифов. Риф – геологическое тело, представляющее собой карбонатный массив, который возник в результате жизнедеятельности организмов. Поскольку скорость роста рифа за счёт биологической активности образующих его организмов превышает скорость накопления окружающих его осадков, в процессе формирования он возвышается над дном окружающего бассейна, а в ископаемом состоянии его мощность выше мощности синхронных ему отложений. В образовании практически всех рифов очень важная роль принадлежит водорослям и бактериям, то есть фотосинтезирующим организмам, которым необходим солнечный свет. Поэтому поверхность формирующегося рифа всегда находится практически на уровне моря, а разность мощностей рифа и разновозрастных ему более глубоководных отложений в целом соответствует глубине водоёма к концу рифообразования.

Анализ соотношений мощностей рифов и вмещающих отложений для рифов разного возраста показывает, что протерозойские образования возвышались над дном водоёма не более чем на несколько метров, а значит, глубины протерозойских бассейнов, во всяком случае в областях рифообразования, не превышали десятка метров. В кембрийский период глубины достигали уже нескольких десятков метров. Мощности рифов ордовика – периода взрывного появления и становления разнообразия скелетной, в том числе рифостроящей, биоты – составляли уже сотни метров, а высоты, что равнозначно глубине окружающего моря, – около 150 м, а может быть, и несколько больше. В девоне мощности рифов превышали 1 тыс. м и возвышались над дном окружающего моря на несколько сот метров. Глубины пермских и триасовых водоёмов, определённые подобным образом, насчитывают тысячи и более метров. Мощности кайнозойских, точнее юрско-четвертичных рифов в океанах (например, рифы Багамской банки) оцениваются в 5 тыс. м при мощности синхронных нерифовых отложений в несколько сот метров, глубины окружающих океанов, соответственно, – более чем в тысячи метров.

Значения глубин палеобассейнов, установленные по соотношению мощностей рифов и разновозрастных отложений, характеризуют области рифообразования и, строго говоря, не могут быть распространены на все моря и океаны. Но увеличение со временем мощностей самих рифов свидетельствует об интенсификации прогибания в геологической истории, что, вероятно, стало основной причиной прогрессирующего углубления Мирового океана. Подчеркнём, что в данном случае важны не сами абсолютные значения, а основная тенденция.

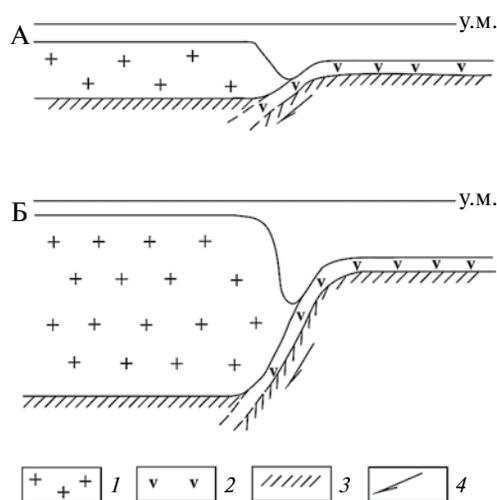
В плане палеогеоморфологических реконструкций интересно рассмотреть также области, пограничные между континентом и океаном, где в зоне литорали формируются приливно-отливные отложения – тайдалиты. Достаточно давно Р. Гинзбург обратил внимание на широкое как в прямом – пространственном, так и в относительном – временном значении распространение тайдалитов в палеозое [7]. В качестве конкретных примеров можно указать комплекс глинисто-карбонатных отложений верхнего докембрия на востоке Китая в районе Пекина с абсолютным возрастом 1977–884 млн лет и мощностью порядка 4500 м [8]. Глинисто-карбонатные литоральные образования установлены в силурийско-нижнедевонских отложениях на острове Долгом в Печорском море [9]. В мезозойских и кайнозойских разрезах литоральные отложения подобных мощностей, равно как и их пространственное распространение, не установлены. Это обстоятельство обычно связывают с более

близким положением Луны относительно Земли и, следовательно, более высокой приливной волной. Соглашаясь с данным объяснением, следует отметить, что не только большая высота приливной волны, но и большая площадь распространения предполагает наличие обширных выровненных поверхностей, а значительная мощность отложений – длительность существования подобных поверхностей, то есть значительную стабильность условий.

Перечисленные факты приводят к заключению, что в геологической истории происходило, во-первых, последовательное и, по всей видимости, прогрессирующее углубление водоёмов, а также, возможно, появление океанов, и во-вторых, ускорение самого прогибания и возрастание контрастности субаквального рельефа.

Установление факта возрастания в геологической истории Земли высоты гор и общей дифференциации рельефа переводит проблему из чисто палеогеоморфологической в область глобальной и теоретической тектоники и глубинной геофизики. Как отмечал академик А.Л. Яншин, отсутствие высоких гор в архее-протерозое свидетельствует о том, “что астеносферный слой тогда располагался гораздо ближе к поверхности Земли, чем сейчас, а возможно, был ярче выражен, более разогрет и более пластичен. Если это предположение правильно, то высокие горы просто не могли возникать ни при каких столкновениях протоматериковых глыб в силу изостазии. Должен был пройти долгий срок разрастания и увеличения мощности кратонизированных областей, прежде чем они смогли удерживать, не погружаясь, такие горные сооружения, как Гималаи” [10, с. 25, 26].

Увеличение высоты гор и одновременное углубление океанов указывают на последовательное погружение кровли астеносферы, по крайней мере, под континентами, и одновременную дифференциацию глубины её залегания, фиксируемую всеми современными методами. Можно полагать, что в пределах континентального блока, как и считал А.Л. Яншин, происходили кратонизация и наращивание мощности коры, в то время как под океаническими пространствами этого не наблюдалось. Следствием является ещё одно важное обстоятельство. Если мощность литосферы в пределах континентального блока последовательно возрастала, а под океанами базальтовый слой либо оставался постоянным, либо увеличивался незначительно, то нижняя граница консолидированной коры континентов со временем всё более погружалась, возрастал перепад глубин залегания астеносферного слоя под континентами и океанами. В таком случае при субдукции океаническая кора погружается под всё более мощную континентальную, нижняя граница которой располагается всё глубже, и в этой зоне воз-



**Рис. 2.** Схема увеличения глубины жёлоба в результате субдукции при малой (А) и большой (Б) мощности консолидированной коры континентального типа  
1 – континентальная кора, 2 – океаническая кора, 3 – астеносфера, 4 – направление поддвига

никает глубоководный жёлоб, а его глубина в геологической истории должна возрастать (рис. 2). Напомним, что современная глубина Марианского жёлоба составляет 11 022 м, а высота самой высокой горы Джомолунгмы – 8848 м. Средняя глубина Мирового океана при этом оценивается в 3800, а средняя высота континентов – в 875 м. Таким образом, разница средних значений высот и глубин равна 4675 м (максимальная – 19870 м). В более древние времена геологической истории значения были меньшими, что сказалось на изменении гранулометрии древних отложений (во всяком случае, континентальных и мелководно-морских образований), которая в целом была более тонкозернистой по сравнению с современной.

### РЕКОНСТРУКЦИИ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ОБСТАНОВОК

Появление фотосинтезирующих организмов, генерировавших кислород, создало окислительную обстановку, которая охватила практически всю область осадконакопления. Само становление окислительной обстановки нашло отражение в возникновении минералов, содержащих элементы высшей формы окисления, и пород, сложенных такими минералами (рис. 3), в первую очередь сульфатами и окислами железа. При реконструкции этих процессов огромную роль играет изучение изотопов.

Вернёмся к конгломератам Витватерсранда. Время их образования датируется началом позднего архея (2,84–2,9 млрд лет), тогда как время образования самих зёрен уранинита – 3,03 млрд лет [12]. Другими словами, минерал образовался раньше и был принесён сюда в виде обломков. Среди дру-

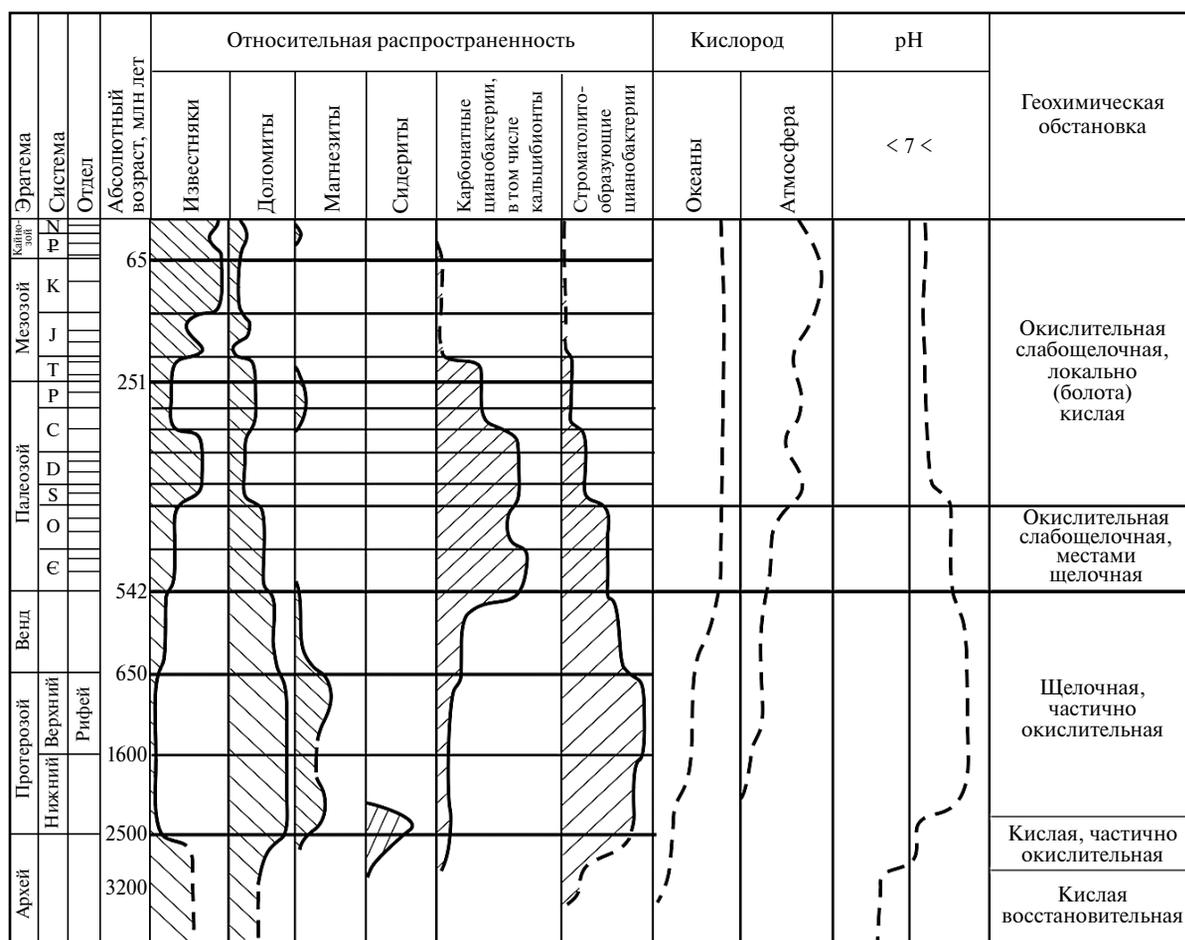


Рис. 3. Схема стратиграфического распределения карбонатных пород разного состава, цианобактерий и изменения геохимических обстановок на Земле

Колебания содержания кислорода по [11]. Докембрийская часть вне масштаба

гих, тоже обломочных, минералов найден пирит. Но эти минералы содержат поливалентные элементы и легко подвергаются окислению: четырёхвалентный уран в уранините ( $U^{+4}O_2$ ) окисляется до 6-валентного, образуя легко растворимый уранил-комплекс ( $U^{+6}O_2$ )<sup>+2</sup>, сульфидная сера в пирите окисляется до 6-валентной. Таким образом, наличие пирита и уранинита — ещё одно свидетельство отсутствия кислорода и существования восстановительной обстановки.

Не менее значимо, но куда менее известно, что изучение осадочных пород даёт крайне ценные сведения для выяснения изменений не только окислительно-восстановительных условий древних эпох, но и второго важнейшего геохимического показателя — кислотно-щелочных обстановок. Наиболее чутко на изменение рН среды реагируют карбонаты — соли угольной кислоты. Поэтому большой интерес представляет изучение эволюции карбонатонакопления в истории Земли и сопоставление распределения в стратиграфической колонке кар-

бонатных пород разного состава с развитием определённых групп организмов.

Достаточно сложно установить состав карбонатных пород архея и частично нижнего протерозоя, поскольку сейчас это мраморы, кальцифиры и другие глубоко метаморфизованные породы. Тем не менее имеющиеся материалы позволяют говорить о широком распространении и даже преобладании кальциевых карбонатов [6]. Принципиально важно, что здесь присутствуют карбонаты железа, пусть и в разительно меньших количествах. Речь идёт о факультативных членах широко развитой на рубеже архея—протерозоя своеобразной формации полосчатых железных руд — железистых кварцитов или джеспилитов, представляющих собой переослаивание кварцевых слоёв с магнетит-гематитовыми. При этом практически во всех месторождениях наряду с этими основными рудами встречаются и сидериты.

Сидериты, в частности, обнаруживаются наряду с окисными формами железа в железистых кварци-

тах криворожской серии нижнего протерозоя Украинского кристаллического щита. Эти образования демонстрируют важный факт – антагонизм сидерита и доломита [13]. Сидерит установлен в нижнем протерозое Курской магнитной аномалии (КМА), месторождениях оз. Верхнее в Канаде и других районах [14, 15]. Для решения вопроса о происхождении этих пород большое значение имеют результаты исследований соотношения лития и магния в джеспилитах. В осадочных окисных железных рудах отмечается повышенное содержание лития и высокие значения Li/Mg-отношения, в то время как в карбонатных (сидеритовых) рудах концентрации лития понижены. Это обстоятельство позволяет считать величину Li/Mg-отношения показателем первичного минерального состава железных руд. На ряде объектов (верхнеархейская гимольская серия Костомукшского месторождения в Карелии, упоминавшаяся криворожская серия, железо-кремнистая формация КМА и др.) установлены низкие значения литий-магниевого отношения, что предполагает первичный карбонатный состав руд. Нынешний же магнетит-гематитовый состав может рассматриваться как результат метаморфизма [16, 17]. Подобная гипотеза, безусловно, требует проверки, в том числе путём расчёта балансов, однако сам факт низких концентраций лития и малых значений литий-магниевого отношения носит принципиальный характер, поскольку указывает на в целом кислую, вероятнее всего, слабокислую обстановку осадконакопления.

Не исключено, что само образование сидерита определённым образом связано с влиянием бактерий. Экспериментально показано, что термофильные железоредуцирующие бактерии при высоком парциальном давлении углекислоты и недостатке гидроокиси железа образуют сидерит [18]. Тем самым само образование сидерита в железистых кварцитах может быть не чисто хемогенным, а биохемогенным процессом. Как бы то ни было, факт обнаружения бактериоморфных остатков в джеспилитах крайне важен.

Что касается объяснения современного магнетит-гематитового состава руд, то переход первичных карбонатов железа в окисные, возможно, связан не с метаморфизмом или не только с ним. Преобразование закисных форм железа в сидеритах в окисную в гематитах-магнетитах могло происходить уже в раннем диагенезе, поскольку в водах бассейнов в конце архея – начале протерозоя присутствовал кислород, генерированный первичными автотрофами. Кислород в морской воде появился раньше, чем в атмосфере, но он тут же утилизировался, в частности, на окисление железа [19]. Только после полного окисления поливалентных элементов железа и серы он начал выделяться в атмосферу, и общая обстановка на Земле стала окис-

лительной. В более глубоких участках бассейна не было автотрофов, а следовательно, и кислорода, и здесь сохранился первичный карбонатный состав руд. В пользу более глубоководных условий образования сидерита по сравнению с гематит-магнетитовыми высказывается, например, Д. Самнер [15].

Нельзя исключать, наконец, и определённое влияние бактерий: автотрофные железобактерии в кислой среде окисляют закисные формы в окисные, и это вторичное преобразование может быть также связано с жизнедеятельностью бактерий. Как отмечал В.И. Вернадский, микробиолог С.Н. Виноградский в 1888 г. показал, что железобактерии являются автотрофами, поскольку “берут нужную для жизни энергию химическим путём, окисляя закись железа в окись, и развиваются, строят свои тела вне зависимости от других организмов” [20, с. 232]. Крайне интересно следующее замечание В.И. Вернадского: “Этот вывод должен быть распространён не только на организмы, богатые железом, но ещё более на организмы, богатые марганцем, который всегда заключается и в железобактериях и который даёт в условиях биосферы бóльшую гамму кислородных соединений, чем железо” [20, с. 232].

Хемогенный или биохемогенный способ осаждения железа так или иначе говорит о том, что обстановка водоёма была кислая и восстановительная. Последнее, если не полностью объясняет, то предоставляет дополнительный материал, углубляющий понимание уникального по масштабам в геологической истории факта накопления аутигенного кремнезёма не биогенного происхождения – кварцитов джеспилитов. В щелочных и даже слабо щелочных условиях кремнезём легко растворяется [21]. В данном же случае он не просто не растворялся, но и осаждался в огромных количествах. Добавим также, что первые в истории Земли строматолиты в архее были кремнистого состава [22, 23], аналогичным был состав минерализованных бактерий и биоплёнок этого возраста [24–26]. Другими словами, наряду с химическим шло и биохимическое осаждение кремнекислоты, причём последнее началось даже раньше хемогенного осаждения в джеспилитах.

Весомая аргументация в пользу невозможности вулканогенного и гидротермального поступления железа и кремнезёма [27] ставит вопрос о формах поставки этих компонентов с суши в водоём. В фанерозое, особенно со второй половины мезозоя, в наземных субаэральных обстановках гумидной зоны развивалось определяемое органическими кислотами кислое выветривание, которое вело к разложению алюмосиликатов и появлению растворённой кремнекислоты. Кремнекислота в растворённом виде вносилась в океан и, в частности,

провоцировала развитие кремнийусваивающих диатомей. Не исключено, что в глубоком докембрии в обстановке кислых сред в континентальных условиях происходило аналогичное, но уже абиогенное выветривание [28]. Его результатом стало образование мономинеральных кварцевых песчаников, таких как песчаники лопийского комплекса начала неорехея с возрастом 2,65 млрд лет, Фенноскандии [29] или аналогичных зрелых кварцевых песчаников архея бассейна Понгола Южной Африки [30]. Если данное предположение верно, возможно, что кремнезём, образовавшийся в результате такого абиогенного выветривания, поступал в бассейны формирования железистых кварцитов в виде растворов и осаждался в менее кислой среде водоёмов.

В протерозое, особенно среднем и верхнем, ситуация кардинально изменилась. Резко увеличивается доля доломитов, количество которых практически выше содержания известняков. Принципиально важно иметь в виду достаточно широкое развитие в это время магнезитов [31], а также учитывать, что протерозой — время широкого развития, в какой-то степени господства цианобактерий. Их жизнедеятельность обусловила мощную генерацию кислорода и одновременно щелочную геохимическую среду в водоёмах. Не рассматривая подробно химизма процессов, подчеркнём, что в щелочных условиях преимущественно осаждаются именно магнезиальные карбонаты. Одновременно подобная геохимическая обстановка сделала невозможным образование минеральной ассоциации джеспилитов, но обусловила формирование магнезиальных карбонатов.

Позднее в палеозое происходит постепенное и в то же время циклическое снижение количества магнезиальных карбонатов и замещение их кальциевыми карбонатами — известняками. Параллельный процесс — снижение количества цианобактерий. Палеозой характеризуется развитием параллельно с более высокоорганизованной биотой своеобразных сообществ организмов, выделенных, точнее, обособленных, В.А. Лучининой [32] в группу кальцибионтов. Кальцибионты, видимо, соответствуют широко распространённому сейчас термину кальцимикробы. Отметим, что строгая таксономическая принадлежность этой группы не установлена. Так, эпифитоны и ренальцисы — важные представители кальцибионтов — классифицированы В.А. Лучининой не как бактерии, а как водоросли [33]. В контексте рассматриваемых нами проблем важно, что кальцибионты — фотосинтезирующие организмы, извлекавшие из воды растворённый в ней углекислый газ, что обусловило формирование щелочной среды протерозойских водоёмов.

За счёт генерации кислорода фототрофами, прежде всего цианеями, появились кислородсодержащие атмосфера и гидросфера. Это обусловило возникновение и становление значительно более высокоорганизованной по сравнению с цианобактериями биоты, в итоге вытеснившей их в экологически значительно менее благоприятные условия, в том числе в аномально солёные водоёмы, куда со второй половины палеозоя, а реально с мезозоя сместилось доломитообразование. На планете сложилась слабощелочная окислительная обстановка, благоприятная для накопления карбонатов кальция с явным преобладанием чисто биогенного способа его осаждения.

\* \* \*

Таким образом, анализ эволюции осадочного породообразования в геологической истории Земли, смены во времени типов пород и их характеристик свидетельствует о последовательной дифференциации субаквального и субаэрального рельефа, увеличении мощности континентальной коры, изменении геохимических обстановок от кислых восстановительных к щелочным частично окислительным и, наконец, к слабощелочным окислительным.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Walther I.* Einleitung in die Geologie als historische Wissenschaft. Iena: Gustav Fischer, 1893/1894.
2. *Иностранцев А.А.* Геология. Общий курс. Изд. 2-е. Т. 1. СПб.: Типография М.М. Стасюкевича, 1889.
3. *Наливкин Д.В.* Геология Азии // Природа. 1964. № 12. С. 2–13.
4. *Ронов А.Б.* Стратисфера, или осадочная оболочка Земли (количественное исследование). М.: Наука, 1993.
5. *Кузнецов В.Г.* Нектоно-планктоногенные карбонатные формации и их эволюция в истории Земли // Литология и полезные ископаемые. 2002. № 6. С. 589–611.
6. *Кузнецов В.Г.* Эволюция карбонатонакопления в истории Земли. М.: ГЕОС, 2003.
7. *Ginsburg R.* The dilemma of epicontinental peri-tidal carbonates // 27 Международный геологический конгресс. Тезисы докладов. Т. 9. Additionnal. М.: Наука, 1984. С. 88–89.
8. *Song Tianrui, Gao Jian.* Tidal sedimentary structures from Upper Precambrian Rocks of the Ming Tombs district, Beijing (Peking), China // Precambrian Research. 1985. V. 29. P. 93–107.
9. *Патрунов Д.К.* Седиментационные типы пород, обстановки осадконакопления и цикличность ли-

- торального комплекса карбонатных и карбонатно-глинистых отложений силура и нижнего девона // Силурийские и нижнедевонские отложения острова Долгого. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1980. С. 27–53.
10. Яншин А.Л. Эволюция геологических процессов в истории Земли. Л.: Наука, 1988.
  11. Будыко М.И., Ронов А.Б., Яншин А.Л. История атмосферы. Л.: Гидрометеиздат, 1985.
  12. Frimmel H.E. Archean atmospheric evolution: evidence from the Witwatersrand gold fields, South Africa // *Earth-Science Reviews*. 2005. № 1–2. P. 1–46.
  13. Юрк Ю.Ю. Об осадочных карбонатах верхнего отдела криворожской серии // Доклады АН СССР. 1956. № 3. С. 459–462.
  14. Розен О.М., Аббясов А.А., Злобин В.Л., Сафронов В.Т. Карбонатные породы в метаморфических комплексах: парагенезис, минеральный состав исходных отложений, условия осадконакопления // Геология и разведка. 2003. № 1. С. 38–47.
  15. Sumner D.Y. Carbonate precipitation and oxygen stratification in Late Archean seawater as deduced from facies and Stratigraphy of the Gamohaан and Frisco formations, Transvaal supergroup, South Africa // *American Journal of Science*. 1997. V. 297. P. 455–487.
  16. Бергман И.А., Щербаков В.И., Гаврилова Л.К. Li/Mg отношение как критерий карбонатной природы рудного вещества докембрийских железистых формаций // *Геохимия*. 1980. № 1. С. 53–70.
  17. Бергман И.А. Литий-магниевое отношение как критерий карбонатной природы рудного вещества железисто-кремнистых формаций // Доклады АН. 2005. № 6. С. 782–784.
  18. Заварзина Д.Г. Образование магнетита и сидерита термофильными железоредуцирующими бактериями // *Палеонтологический журнал*. 2004. № 6. С. 3–8.
  19. Хаттори К., Кемпбелл Ф.А., Кроуз Х.Р. Распространённость изотопов серы в осадочных породах в связи с эволюцией докембрийской атмосферы // *Геохимия*. 1985. № 6. С. 834–849.
  20. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и её окружения. М.: Наука, 1965.
  21. Laschet Ch. On the Origin of Cherts // *Facies*. 1984. № 4. P. 459–474.
  22. Hofmann H.J., Grey K., Thorpe R.I. Origin of 3.45 Ga coniform stromatolites in the Warrawoona Group, Western Australia // *Geol. Soc. Amer. Bull.* 1999. V. 3. P. 1256–1262.
  23. Nijman W., Bruijine de K.Y., Valkering M.E. Growth fault control of Earth Archean cherts, barite mounds and chert-barite veins, North Pole Dome, Eastern Pilbara, Western Australia // *Precambrian Research*. 1999. № 3–4. P. 247–274.
  24. Walsh M. Microfossils and possible microfossils from the Early Archean Onverwacht Group, Barberton Mountain Land, South Africa // *Precambrian Research*. 1992. V. 54. P. 271–292.
  25. Westall F., Boni L., Guerzoni E. The experimental silicification of Microorganisms // *Paleontology*. 1995. № 3. P. 495–528.
  26. Westall F. The geochemical environment and earliest life on Earth // 32<sup>nd</sup> International Geological Congress, Florence, 2004. Abstracts. Part 2. P. 978.
  27. Бергман И.А. Участвовал ли вулканизм в образовании железисто-кремнистой формации раннего докембрия // Типы седиментогенеза и литогенеза и их эволюция в истории Земли. Т. 1. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2008. С. 61–63.
  28. Кузнецов В.Г. Эволюция осадочного породообразования в истории Земли. М.: Научный мир, 2016.
  29. Горьковец В.Я., Раевская М.Б. Эволюция осадочного процесса в неoarхейской истории Фенноскандинавского щита // Концептуальные проблемы литологических исследований в России. Т. 1. Казань: Казанский ун-т, 2011. С. 249–252.
  30. Розен О.М. Наблюдаемые признаки первичных осадков и условия раннего литогенеза в истории Земли // Концептуальные проблемы литологических исследований в России. Т. 2. Казань: Казанский ун-т, 2011. С. 173–176.
  31. Кузнецов В.Г. Связь эволюции цианофитов и стратиграфического размещения магнетитов // Геология и разведка. 2004. № 4. С. 30–36.
  32. Лучинина В.А. Кальцибионты – известковые водоросли венда-фанерозоя. Автореф. дис. ... доктора геолого-минералогических наук. Новосибирск, 1990.
  33. Лучинина В.А. Renalcis и Epiphyton – разные формы единого жизненного цикла известковых водорослей // *Палеонтологический журнал*. 2009. № 4. С. 101–105.

---

---

ИЗ РАБОЧЕЙ ТЕТРАДИ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЯ

---

---

**МОДЕЛИРОВАНИЕ СОЦИАЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ  
НА СУПЕРКОМПЬЮТЕРАХ: НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

© 2018 г. В.Л. Макаров\*, А.Р. Бахтизин\*\*, Е.Д. Сушко\*\*\*, Г.Б. Сушко\*\*\*\*

*Центральный экономико-математический институт РАН, Москва, Россия*

\*E-mail: makarov@cemi.rssi.ru; \*\*E-mail: albert.bakhtizin@gmail.com

\*\*\*E-mail: sushko\_e@mail.ru; \*\*\*\*E-mail: gennady.sushko@gmail.com

Поступила в редакцию 21.09.2017 г.

Статья продолжает работу, результаты которой публиковались в “Вестнике РАН” ранее (2016, № 3, 5). В предыдущих статьях были проанализированы международный опыт подготовки и использования агент-ориентированных моделей и технические наработки по их реализации на суперкомпьютерах, подробно описаны этапы и методы эффективного отображения счётного ядра мультиагентной системы на архитектуру современного суперкомпьютера с использованием разработанной авторами технологии поддержки агент-ориентированного моделирования для суперкомпьютеров – STARS (Supercomputer Technology for Agent-oriented Simulation). STARS была апробирована на двух построенных в Центральном экономико-математическом институте РАН мультиагентных демографических моделях, различающихся уровнем детализации при имитации репродуктивного поведения людей. В настоящей публикации рассматриваются технология построения многоагентных симуляций, дающая возможность эффективно масштабировать модели этого класса до  $10^9$  агентов, и её применение при создании крупномасштабной агентной модели стран Евразии. Задача модели – имитировать основные миграционные процессы и динамику экономик этих стран, а также последствия реализации крупных инфраструктурных проектов как результата действий множества самостоятельных агентов. Тестирование модели проводилось на различных суперкомпьютерах, что позволило сделать вывод об их технических характеристиках.

*Ключевые слова:* цифровое имитирование и моделирование систем, агент-ориентированное моделирование, суперкомпьютерные технологии, параллельные вычисления.

DOI: 10.7868/S086958731806004X

Беспрецедентный рост возможностей вычислительной техники и развитие информационных технологий, наблюдаемые в последние десятилетия, создали условия для разработки новых инструментов моделирования социальных явлений. Один из таких инструментов – агент-ориентированное моделирование. Благодаря агент-ориентированному моделированию становится возможным мак-

симально точно воспроизводить в искусственной среде все особенности реально существующих социально-экономических систем с учётом дифференциации их отдельных элементов (как акторов, так и объектов) и имитировать сложные взаимодействия этих элементов. Агент-ориентированный подход позволяет создавать большие популяции индивидуализированных агентов, используя любую информацию о моделируемой социально-экономической системе, в том числе социологическую. При таком подходе социально-экономическая динамика моделируемой системы оказывается следствием поведения отдельных акторов (агентов системы), которое зависит от их индивидуальных особенностей.

Повышающийся интерес к агентному моделированию среди ведущих игроков в ИТ-индустрии

---

МАКАРОВ Валерий Леонидович – академик РАН, научный руководитель ЦЭМИ РАН. БАХТИЗИН Альберт Рауфович – член-корреспондент РАН, директор ЦЭМИ РАН. СУШКО Елена Давидовна – кандидат экономических наук, ведущий научный сотрудник ЦЭМИ РАН. СУШКО Геннадий Борисович – кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник ЦЭМИ РАН.

(Microsoft, Wolfram, ESRI и др.) свидетельствует об актуальности и перспективности этого инструмента. Одновременно экспоненциальный рост общих объёмов данных, связанных с функционированием человека, и потребность в аналитических системах для получения данных, необходимых для прогнозирования социальных процессов, обуславливают всё более активное использование суперкомпьютерных технологий. Реальные большие системы (то есть системы с активными акторами [1]) могут содержать миллиарды взаимодействующих людей, а также акторов другого рода (предприятия, регионы и т.д.). Поэтому, с вычислительной точки зрения, для проведения детальных многоагентных симуляций в масштабе больших регионов модель должна эффективно масштабироваться до  $10^9$  агентов. Чтобы проводить симуляцию работы такой системы, нужно адаптировать программу к запуску на современных суперкомпьютерах с применением технологий высокопроизводительных параллельных вычислений, тогда подобные системы воспроизводятся в искусственной среде в полном масштабе.

Если разработчики ставят перед собой цель создать инструмент для постановки компьютерных экспериментов, в ходе которых можно будет прогнозировать динамику системы при различных сценариях изменения её параметров, создание крупномасштабной модели такой системы превращается в сложную междисциплинарную задачу. Подробный обзор различных проблем, возникающих в связи с разработкой крупномасштабных агент-ориентированных систем, и подходов к их решению представлен в работе [2]. Отдельная сложная задача — является обеспечение реализации агент-ориентированных моделей (АОМ) с большим числом агентов (мультиагентных систем) на основе оптимальных технологий моделирования, адаптированных к использованию на суперкомпьютерах. Без её решения невозможно создать эффективный инструмент прогнозирования динамики социально-экономических систем.

#### ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ АГЕНТ-ОРИЕНТИРОВАННЫХ МОДЕЛЕЙ НА СУПЕРКОМПЬЮТЕРАХ

В настоящее время существует несколько средств реализации агент-ориентированного подхода, адаптированных к использованию на суперкомпьютерах.

*Microsoft Axum* — параллельный язык программирования, основанный на модели акторов, которая активно разрабатывалась Microsoft в период с 2009 по 2011 г. Это объектно-ориентированный язык, основанный на .NET Common Language Runtime с использованием C-подобного синтаксиса, который предназначен для разработки хорошо распараллеливаемых частей программных приложений. Он, кроме того,

включает достаточно универсальных средств, позволяющих не переключаться на язык программирования общего назначения (например, C#) для разработки последовательных частей программы.

Основной идиомой программирования в Axum является агент (или актор) — изолированная сущность, выполняемая параллельно с другими агентами. На языке Axum это называется агентами, выполняющимися в отдельных доменах изоляции. Объекты, созданные в пределах одного домена, недоступны напрямую из других доменов. Агенты слабо связаны (то есть число зависимостей между агентами минимально), вместо совместно используемых ресурсов, таких как память (в отличие от модели общей памяти C# и подобных языков), здесь реализуется модель передачи сообщений: чтобы координировать агентов или запросить у агента ресурсы, должно быть отправлено сообщение. В языке Axum для этих целей реализован механизм каналов.

Проект Axum был доведён до состояния прототипа с интеграцией Microsoft Visual Studio. Microsoft сделала превью-версию Axum доступной для общественности, но с тех пор проект был закрыт, версия удалена. Тем не менее некоторые идеи, нашедшие воплощение в Axum, используются в TPL Dataflow в .Net 4.5 (подробнее об этом см. [https://en.wikipedia.org/wiki/Axum\\_\(programming\\_language\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Axum_(programming_language))).

*Repast* для высокопроизводительных вычислений (Repast HPC) 2.2.0, выпущенный 30 сентября 2016 г., представляет собой инструментарий нового поколения для моделирования на основе агентов (Agent Based Model Simulation) с использованием высокопроизводительных распределённых вычислительных платформ. Repast HPC основан на принципах и концепциях, разработанных в инструментальном пакете Repast Symphony, написан на C++ с применением библиотеки MPI (Message Passing Interface) для параллельного исполнения кода программы, а также библиотеки boost (<http://boost.org>).

Repast HPC пригоден для работы на разных платформах и операционных системах — рабочих станциях, кластерах и суперкомпьютерах под управлением Apple Mac OS X, Linux или Unix. Модели могут быть написаны либо в стандартном, либо в упрощённом синтаксисе C++ (в стиле языка Logo) [3]. Repast HPC предназначен для пользователей, имеющих базовый опыт работы с C++ или обладающих доступом к высокопроизводительным компьютерам, а также занимающихся моделированием, которое поддаётся параллельному вычислению (как правило, хорошим вариантом является моделирование, состоящее из многих локальных взаимодействий).

*CyberGIS Toolkit* — набор свободно распространяемых программных компонентов с открытым

исходным кодом для пространственного анализа и моделирования. Среда CyberGIS состоит из связанных компонентов CyberGIS Toolkit, CyberGIS Gateway и GISolve Middleware (подробнее см. <http://cybergis.cigi.uiuc.edu>).

Интеграционный подход к построению CyberGIS Toolkit предполагает разработку и использование целого ряда инновационных решений, обеспечивающих эффективность геопространственных вычислений и обработки данных. При этом востребованы высокопроизводительные ресурсы, такие как суперкомпьютеры, предоставляемые Extreme Science and Engineering Discovery Environment и Open Science Grid.

Для интеграции новых программных компонентов в инструментарий, включая сборку, тестирование и анализ производительности и масштабируемости, а также развёртывания программного обеспечения применяется строго регламентированный процесс разработки программного обеспечения и алгоритмического анализа. Он включает в себя три основных этапа:

- локальная сборка и тестирование разработчиками алгоритмов и программного обеспечения с использованием средств для непрерывной интеграции и других вспомогательных средств;
- непрерывное интеграционное тестирование, тестирование переносимости, маломасштабное тестирование масштабируемости на базе National Middleware Initiative;
- оценка и тестирование производительности программного обеспечения, масштабируемости и переносимости на основе XSEDE и команды NSF CyberGIS.

*Pandora*, новая библиотека с открытым исходным кодом, созданная исследовательской группой социального моделирования в Суперкомпьютерном центре Барселоны, предназначена для реализации агентных моделей и их выполнения в высокопроизводительных вычислительных средах. Этот инструмент ориентирован на выполнение крупномасштабных симуляций на основе агентов и способен обрабатывать тысячи агентов, осуществляющих сложные действия.

Для симуляций, в которых пространственные координаты актуальны как с точки зрения взаимодействий агентов, так и с точки зрения их связи с окружающей средой, Pandora тесно интегрирована с геоинформационными системами (ГИС). Результаты каждого моделирования хранятся в часто используемом иерархическом формате данных (HDF), который может быть загружен большинством ГИС. Эта функция особенно полезна с точки зрения целей нашего исследования, поскольку для анализа результатов моделирования мульти-

агентных систем мы также будем использовать ГИС.

Библиотека Pandora дополняется программой Cassandra, разработанной для анализа результатов, генерируемых симуляцией. Cassandra позволяет пользователю визуализировать весь ход выполнения симуляций посредством комбинации 2D и 3D графики и визуализировать статистические данные (подробнее см. <https://www.bsc.es/computer-applications/pandora-hpc-agent-based-modelling-framework>).

*SWAGES* представляет собой распределённую среду моделирования и экспериментов на основе агентов, в которой минимизация времени счёта достигается путём автоматического динамического распараллеливания и распределения в гетерогенных вычислительных средах. Общая модульная архитектура SWAGES позволяет создавать агентов с использованием разных языков программирования, кроме того, модули дают возможность подключать разные графические среды и механизмы моделирования и интегрировать их в общую среду SimWorld. Библиотека содержит множество средств анализа, статистической обработки и визуализации результатов. SWAGES также включает в себя средства для проведения численных экспериментов, удобный web-интерфейс, средства обнаружения сбоев и проведения крупномасштабных симуляций [4].

*НРАВМ* – это иерархическая среда параллельного моделирования, её назначение – разработка сложных агентных моделей для исследования крупномасштабных задач, связанных с ГИС. В НРАВМ модель на основе агентов декомпозируется на набор подмоделей, функционирующих как вычислительные единицы для параллельных вычислений. Каждая подмодель состоит из подмножества агентов и их отдельных сред. Субмодели агрегируются в группу супермоделей, которые представляют вычислительные задачи. Основанная на дизайне супер- и подмоделей НРАВМ приводит к ослаблению связи между агентами и базовыми архитектурами параллельных вычислений.

Полезность НРАВМ для создания параллельных агентных моделей была изучена в ходе вычислительных экспериментов. Они показали, что НРАВМ масштабируется для разработки больших агент-ориентированных моделей и, таким образом, обеспечивает расширение возможностей агентного моделирования для крупномасштабного геопространственного моделирования [5].

В марте 2011 г. на суперкомпьютере Ломоносов была запущена агентная модель, которая смоделировала развитие социально-экономической системы России на ближайшие 50 лет [6]. Реализованная модель основана на взаимодействии 100 млн

агентов, условно представлявших социально-экономическую среду России. Поведение каждого агента определялось набором алгоритмов, которые описывали его действия и взаимодействие с другими агентами в реальном мире. В том же году в параллельной демографической модели России была протестирована библиотека ADEVS для мультиагентного моделирования. Библиотека показала себя неплохо. Кроме того, последние версии ADEVS в определённой степени поддерживают Java, что также является достоинством этого программного инструмента. Тем не менее разработчики ADEVS ещё не внедрили параллельность на суперкомпьютерах, за исключением технологии OpenMP для многоядерных процессоров. Поэтому реализация представленной в [6] модели потребовала значительного числа доработок для поддержки MPI. При распараллеливании довольно простую модель полностью переписали на C++, что было излишним: препроцессинг и постпроцессинг данных, а также создание начального состояния многоагентной среды не являются критичными по времени операциями. Обычно для суперкомпьютеров вполне достаточно распараллеливания только вычислительного ядра алгоритма, то есть этапа расчёта изменения состояния популяции в этом случае.

Этапы и методы эффективного переноса вычислительного ядра мультиагентной системы на архитектуру современного суперкомпьютера с использованием разработанной авторами суперкомпьютерной технологии для моделирования агентов STARS (Supercomputer Technology for Agent-oriented Simulation) изложены в статье [7]. Анализ новейших технологий программного обеспечения показал, что в последнее время активно внедряются встраиваемые средства для выполнения Java-программ, которые используют так называемую компиляцию Ahead-Of-Time (AOT). В данном случае результат AOT-компилятора является обычным автономным исполняемым модулем, содержащим машинный код для целевой платформы. Интересно, что такой подход используется в новых версиях операционной системы Android. На наш взгляд, это неслучайно: эффективность выполнения кода – основной фактор как для встраиваемых систем, так и для суперкомпьютеров. Эксперименты с аналогичным продуктом – компилятором Avian AOT Compiler – позволили сделать следующие выводы. Во-первых, такой компилятор помогает получить автономный исполняемый модуль в виде приложения MPI для суперкомпьютеров, кроме того, дополнительный код, включающий инициализацию и привязку к библиотеке связи MPI, легко реализуется на C++. Во-вторых, скорость действия полученного программного модуля близка к скорости работы ADEVS, благодаря чему большую часть работы удалось перенести на компилятор AOT и оста-

вить только самое необходимое в C++, реализовав функцию связи агентов с использованием ADEVS.

В настоящей работе описывается альтернативная реализация системы для проведения многоагентных симуляций, изначально построенная для запуска на суперкомпьютерах и использования большого числа процессорных ядер. Она совмещает применение языка программирования высокого уровня C# для написания кода логики модели и низкоуровневого языка C++ для привязки к системной среде обмена сообщениями MPI. Такой подход позволяет минимизировать трудозатраты на разработку АОМ для суперкомпьютеров без заметной потери эффективности работы программы. Благодаря использованию технологии MPI программу можно запускать как на многоядерных рабочих станциях, так и на кластерных суперкомпьютерах, что нереализуемо при использовании технологии многопоточности и OpenMP. Важное отличие от технологии STARS – необходимость явного описания всех взаимодействий в системе через посылку сообщений. Оно требует дополнительных усилий при разработке, но позволяет лучше структурировать программу и делает её более эффективной.

#### АВТОРСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОСТРОЕНИЯ МНОГОАГЕНТНЫХ СИМУЛЯЦИЙ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ЗАПУСКА НА СУПЕРКОМПЬЮТЕРАХ

С целью упрощения разработки и последующей модификации кода модели для запуска на суперкомпьютере нами использовались язык высокого уровня C# и среда выполнения Microsoft.Net, которая недавно получила поддержку запуска в среде Linux, обычно применяемой на суперкомпьютерах.

Стандартная конфигурация современного суперкомпьютера – кластер, состоящий из многоядерных серверов (узлов), связанных высокоскоростной сетью с низкими задержками при передаче данных. Для того чтобы эффективно работать на таком суперкомпьютере, программа должна быть разбита на несколько процессов, обменивающихся сообщениями, каждый из которых содержит часть данных решаемой задачи и будет работать на отдельном ядре кластера. Стандартный способ написания таких программ – использование языков программирования C++ или Fortran и библиотеки MPI, доступной на всех суперкомпьютерах.

В качестве платформы для проведения расчётов мы выбрали комбинацию базового уровня, написанного с использованием низкоуровневого языка программирования C++ и предоставляемой системой библиотеки MPI, и платформы Microsoft.NET в качестве среды исполнения основного кода мо-



**Рис. 1.** Схема взаимодействия модельных агентов

Код агентов модели реализован с использованием языка программирования C# и исполняется в виртуальной машине. Связь между экземплярами виртуальной машины на разных узлах кластера реализована через низкоуровневую библиотеку и вызовы системной библиотеки MPI

дели, написанного на высокоуровневом языке программирования C#. Большая часть современных суперкомпьютеров работает под управлением операционной системы Linux, поэтому в качестве реализации платформы .NET были использованы Microsoft.Net Core и MONO (подробнее см. <http://www.mono-project.com>), доступные для этой операционной системы.

Выбор названных технологий определялся несколькими критериями. Во-первых, система должна быть масштабируемой на множество узлов вычислительного кластера, то есть использовать ресурсы нескольких узлов для ускорения расчёта (поэтому многопоточная модель расчёта оказалась неподходящей, так как она ограничена одним узлом кластера). Во-вторых, модель должна быть лёгкой в разработке и при дальнейшем развитии (поэтому использовался язык программирования высокого уровня C#). В-третьих, система должна быть эффективной и использовать системную библиотеку MPI вместо стандартного механизма сетевого взаимодействия TCP/IP или библиотек .Net, таких как Windows Communication Foundation, поскольку подобные технологии не оптимальны для суперкомпьютеров и приложений HPC. Библиотеки MPI, установленные на каждом кластере, обычно настраиваются на конкретную сетевую систему кластера, например Infiniband, и обеспечивают максимальную пропускную способность и минимальные задержки передачи данных. Кроме того, библиотека MPI доступна и для использования на обычных персональных компьютерах, что позволяет применять одну технологию и при разработке, и при проведении расчётов с использованием суперкомпьютеров.

На уровне отдельных агентов поддерживаются моделирование эволюции внутреннего состояния агента, формирование постоянных и временных связей между агентами, обмен сообщениями, а также появление и исчезновение агентов в системе. Чтобы эффективно проводить моделирование, системе необходимо реализовать динамический

механизм балансировки нагрузки между вычислительными процессами, то есть переносить агентов с более загруженных процессов на другие с сохранением их состояния и связей. Правильное описание и учёт связей агентов в процессе декомпозиции задачи имеют решающее значение для уменьшения сетевого обмена, необходимого для линейного масштабирования модели до сотен и тысяч процессоров.

Для балансировки нагрузки между процессами были выбраны алгоритмы METIS/ParMETIS [8], которые обычно используются для декомпозиции больших графов (до  $10^9$ ), расчётных сеток и матриц. Эти алгоритмы позволяют разделить граф агентов и связи между агентами на части сходного размера с наименьшим возможным числом связей между ними. Алгоритм можно применять рекурсивно для эффективного расчёта иерархического распределения графа. Благодаря алгоритму возможно как строить начальную декомпозицию (распределение) системы, так и проводить уточнение декомпозиции в процессе расчёта, что необходимо для поддержания балансировки нагрузки по мере добавления новых и удаления части старых агентов из системы. Динамическая декомпозиция и перераспределение агентов должны позволять эффективно использовать до 1000 процессорных ядер современных суперкомпьютеров.

Реализация платформы для агентного моделирования требует правильного определения классов для агентов, сообщений, модели, шагов по времени и служебных классов для входных файлов и вычисления характеристик. В нашем случае эффективный механизм обмена сообщениями между агентами был реализован посредством очереди сообщений и коллективных операций на основе MPI. Очередь сообщений накапливает буфер сообщений для разных процессов, а затем использует операцию обмена MPI-сообщениями AllToAll (каждый с каждым) для доставки содержимого сообщений на другие узлы кластера. Эта операция доставляет буферы произвольного размера из каждого процесса MPI ко всем другим процессам наиболее эффективным способом, разбивая буфер на блоки оптимального размера для передачи по сети и скрывая латентность сетевых операций (при этом одновременно выполняется несколько операций отправки и получения).

Для того чтобы использовать платформозависимые MPI-операции из изолированной среды исполнения .Net, были написаны операции бинарной сериализации (упаковки данных в массив байт) и десериализации (распаковки) объектов и C# функции-обёртки. Реализация native-обёртки для C++ библиотеки выполнялась с использованием библиотеки InteropServices и аннотаций

“DllImport” в управляемом C#-коде. На рисунке 1 показана схема взаимодействия модельных агентов через native-библиотеку и операцию обмена сообщениями MPI.

### ТЕСТОВАЯ МОДЕЛЬ И ЧИСЛЕННЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ

Для проверки разработанного механизма доставки сообщений была реализована тестовая модель, состоящая из одинаковых агентов, обменивающихся сообщениями на каждом шаге по времени. Масштабируемость спроектированной модели оценивалась в ходе ряда тестовых симуляций.

Модель характеризуется следующими параметрами:

- общее число агентов  $N$ ;
- доля агентов, участвующих в обмене сообщениями  $S$ ;
- интенсивность обмена сообщениями  $I$ ;
- общее время моделирования  $T$ ;
- количество процессов MPI  $U$ .

Традиционно программа, использующая MPI, запускается как набор отдельных процессов, которые выполняют одну и ту же программу с разными значениями входных параметров. На начальном этапе модели создаётся исходный набор из  $N$  агентов. Каждый агент имеет единственный числовой параметр – количество сообщений, которое он должен отправить на каждом шаге моделирования ( $A$ ). Множество агентов распределяется по всем процессам MPI, то есть каждый процесс MPI создаёт только  $N/M$  агентов согласно своему номеру процесса. Процесс с индексом 0 создаёт агентов 0, ...,  $N/M$ , процесс с индексом 1 создаёт агентов  $N/M + 1$ , ...,  $2 \times N/M$  и т.д.

На каждом шаге моделирования для каждого агента системы генерируется случайное число, определяющее, будет ли агент участвовать в процессе отправки сообщения (вероятность события равна  $S/N$ ). Если агент отправляет сообщения на этом этапе моделирования, то случайное число сообщений  $A$  генерируется с равномерным распределением вероятности между 1 и  $I$ . После этого агент отправляет  $A$  сообщений агентам со случайными номерами, а затем получает ответы от них.

Каждый шаг моделирования состоит из пяти этапов. Первый – цикл по всем агентам в текущем процессе и вызов метода `performStep` для каждого агента, в котором генерируется случайное число сообщений в соответствии с вероятностями отправки сообщений. Все сообщения помещаются в очередь исходящих сообщений. На следующем этапе после создания всех исходящих сообщений вызывается

метод `sendReceiveMessages`, который инициирует обмен частями очереди сообщений между всеми MPI-процессами, прибегая к коллективной операции `AllToAll`. Каждый процесс отправляет буферы данных всем остальным процессам и сам получает соответствующие буферы от всех других процессов. На этом этапе сообщения в очереди сериализуются в двоичные массивы, эти массивы передаются в C++ библиотеку, которая использует библиотеку MPI для выполнения обмена, после чего новые буферы передаются в C#-часть программы, и сообщения десериализуются (переводятся в формат C#-объектов).

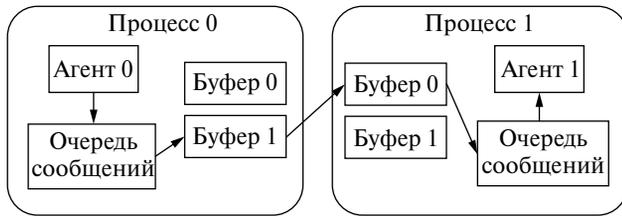
После обмена блоками данных и десериализации всех сообщений выполняется доставка сообщений соответствующим агентам в каждом MPI-процессе, что составляет содержание третьего этапа и приводит к генерации нового набора ответных сообщений. Четвёртый этап предполагает обмен частями очереди сообщений между всеми MPI-процессами с использованием коллективной операции `AllToAll`. Каждый процесс отправляет блоки данных всем остальным процессам и получает соответствующие блоки от всех других процессов. На последнем этапе осуществляются доставка сообщений заданным агентам в каждом MPI-процессе и вызов соответствующих методов агентов.

После обработки всех агентов популяции вычисляются и записываются в текстовый файл следующие выходные характеристики модели:

- номер шага;
- среднее число получателей сообщений для агентов, участвующих в обмене сообщениями;
- общее время расчёта.

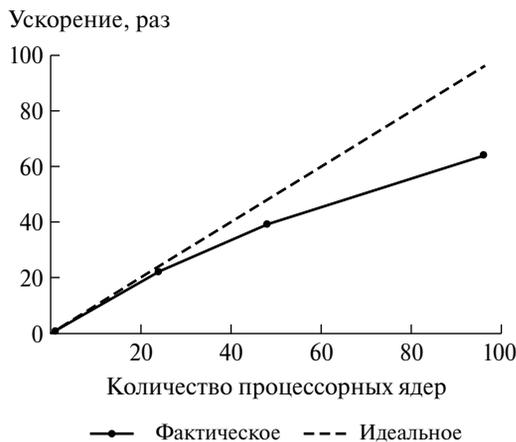
Отложенная доставка сообщений через очередь позволяет оптимизировать обмен сообщениями, который в этом случае ограничен не задержками сети, а её пропускной способностью. Очередь сообщений, реализованная в программе, представляет собой объект C#, получающий объекты абстрактного класса `Message` от агентов. Каждый процесс MPI содержит один экземпляр объекта очереди сообщений. Имитационная модель состоит из агентов разных типов, и сообщения могут также иметь разные типы, наследованные от класса `Message`. Для каждого типа сообщения выполняются операции чтения и записи в бинарный поток (сериализация и десериализация), которые используют классы `BinaryReader` и `BinaryWriter` стандартной библиотеки C#. Эти операции кодируют и декодируют тип объекта сообщения, номера объектов отправителя и получателя и все дополнительные поля данных сообщения в двоичном формате.

Каждая очередь сообщений содержит набор объектов `BinaryWriter`, которые выступают в ка-

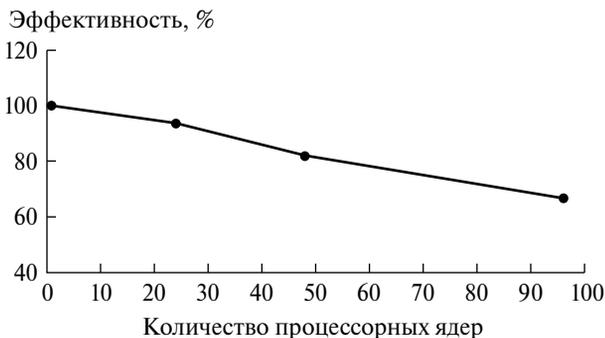


**Рис. 2.** Процедура отправки сообщения

Сообщение от агента № 0 передаётся в очередь сообщений процесса № 0, затем сообщение сериализуется и помещается в исходящий буфер для отправки на процессор № 1; после обмена сообщениями этот буфер становится входящим на процессоре № 1, затем сообщение десериализуется и направляется агенту № 1 через очередь сообщений



**Рис. 3.** Зависимость параллельного ускорения тестовой модели от числа используемых процессорных ядер



**Рис. 4.** Зависимость параллельной эффективности программы от числа MPI-процессов

честве буферов для исходящих сообщений. Для каждого исходящего сообщения, помещённого в очередь, определяется номер процесса адресата, и сообщение записывается в соответствующий буфер. Очередь сообщений реализует метод `sendReceiveMessages`, выполняющий доставку всех сообщений их адресатам. Для этого объекты очереди сообщений всех процессов MPI обмениваются соответствующими буферами сообщений: все объекты `BinaryWriter` записываются в объект

`MemoryStream`, который генерирует исходящий массив байтов. Доставка исходящего массива байтов осуществляется за счёт использования сначала функции `MPI_AllToAll`, необходимой для обмена размерами всех буферов сообщений между всеми процессами, а затем функции `MPI_Alltoallv`, обеспечивающей доставку частей исходящего массива байтов в соответствующие процессы.

После обмена буферами сообщений каждая очередь сообщений имеет отдельные буферы с сообщениями от всех других процессов, то есть процесс 0 имеет  $K_1$  байт от процесса 1,  $K_2$  байт от процесса 2 и т.д. Для всех этих буферов создаются объекты `BinaryReader`, происходит десериализация. Программа считывает сообщения из всех входящих буферов и генерирует массив объектов типа `Message`. Для каждого из этих сообщений определяется индекс агента получателя, для которого вызывается метод уведомления с соответствующим объектом сообщения, переданным в качестве аргумента. Процесс доставки сообщения проиллюстрирован на рисунке 2.

Влияние параметров модели на параллельную масштабируемость и эффективность оценивалось в ряде численных экспериментов: для каждого набора значений параметров модели проводилось несколько расчётов, а затем результаты усреднялись. Тестовые расчёты и исследования скорости работы и масштабируемости модели проводились с использованием тестового кластера, состоящего из четырёх двухпроцессорных серверов на основе процессоров AMD Opteron 6172 (12 ядер). Полное число ядер в каждом сервере составляло 24, суммарно в кластере было доступно 96 ядер, это же число MPI-процессов использовалось при запуске модели. Серверы в кластере соединялись с использованием высокоскоростной сети QDR Infiniband. Кроме того, тестирование проводилось также на суперкомпьютере Тяньхэ-2 (Tianhe-2, или “Млечный путь-2”), спроектированном Оборонным научно-техническим университетом Народно-освободительной армии КНР и компанией Inspur.

Тяньхэ-2 размещается в Национальном суперкомпьютерном центре г. Гуанчжоу, его производительность составляет 34 Пфлопс, теоретическая пиковая – около 55 Пфлопс. Тяньхэ-2 был самым производительным суперкомпьютером в мире до ноября 2016 г., когда уступил первое место другому китайскому суперкомпьютеру Sunway TaihuLight (производительность ~ 93 Пфлопс, пиковая ~ 125 Пфлопс), а существующие планы развития предусматривают доведение его производительности до эксафлопсного уровня и возвращения позиции лидера. На данный момент Тяньхэ-2 также состоит из двухпроцессорных узлов, но оборудо-

ван 12-ядерными процессорами Intel Xeon E5-2692 (всего 16 тыс. узлов, то есть 384 тыс. ядер).

Тестирование модели на Тяньхэ-2 показало схожие параметры масштабируемости, но выявило несовместимость платформы Microsoft .Net Core со старыми версиями ОС Linux. Вместо этого использовалась менее производительная свободная реализация .Net mono (<http://www.mono-project.com>).

Для изучения *параллельной эффективности* программы использовался следующий набор параметров:  $N = 10\,000\,000$  (число агентов);  $S = 200\,000$  (число агентов, отправляющих сообщения на каждом шаге моделирования);  $I = 10$  (максимальное количество сообщений для одного агента на каждом шаге);  $T = 3000$  (количество шагов моделирования).

Моделирование проводилось для числа MPI-процессов  $M = 1, 24, 48, 96$ . Запуски с разным числом MPI-процессоров сравнивались в терминах параллельного ускорения (отношение общего времени вычисления для параллельных и последовательных случаев) и параллельной эффективности (ускорение, делённое на количество использованных ядер процессора).

На рисунке 3 показана зависимость ускорения от числа ядер процессора. Увеличение числа ядер приводит к почти линейному ускорению вычислений: использование 96 ядер – к ускорению вычислений в 60 раз, что означает 65%-ную эффективность использования кластера. На рисунке 4 показана зависимость параллельной эффективности от числа ядер процессора.

*Влияние параметров модели на масштабируемость* оценивалось в ходе тестовых симуляций со значениями параметров:  $N = 10\,000\,000$ ,  $S = 200\,000$ ,  $T = 3000$ ,  $M = 9.6$  при значениях интенсивности обмена сообщениями  $I = 30, 50, 100, 200, 1000$ .

Повышение интенсивности обмена сообщениями приводит к линейному увеличению сетевого трафика на каждом шаге моделирования, а также к росту количества вычислений (генерации случайных чисел). На рисунке 5 зависимость ускорения от интенсивности обмена сообщениями показывает, что эти факторы сбалансированы, а повышение интенсивности не приводит к ухудшению параллельной эффективности.

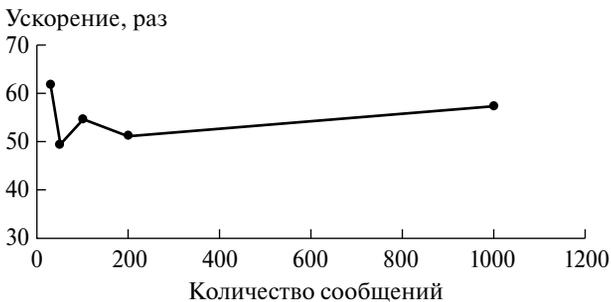
Для исследования *влияния числа агентов, отправляющих сообщения на каждом шаге моделирования*, были взяты значения  $S = 300, 500, 1\,000\,000, 10\,000\,000$ , а параметр  $I$  был зафиксирован ( $I = 10$ ). Как выяснилось, увеличение параметра  $S$  также приводит к линейному увеличению сетевого трафика и количества вычислений случайных чисел, что суммарно не должно сильно влиять на масштабируемость из-за сбалансированного роста этих параметров. В случае малых значений пара-

метра  $S$  размер данных довольно незначительный, а ускорение в большей мере определяется латентностью сети. Это приводит к снижению эффективности при низких значениях  $S$  и заметно более высокой эффективности при больших значениях параметра.

Следующая серия экспериментов проводилась с целью выявить *влияние межпроцессорного обмена данными*. Во втором варианте тестовой модели агенты делились на группы размера  $G$ , и обмен сообщениями осуществлялся только между агентами внутри группы. Для этого каждый агент получил дополнительный параметр – номер группы  $N_G$ . Номер определялся в начале моделирования для установления равномерного распределения агентов между группами. Использование таких групп соответствует случаю идеальной декомпозиции графа агентов, в котором исчезает большинство связей агентов на разных процессорах. Для изучения данного эффекта был выполнен набор тестовых расчётов и построена зависимость ускорения от количества участвующих агентов  $S$ . Как видно на рисунке 6, влияние наличия блоков растёт с увеличением доли агентов, участвующих в обмене сообщениями.

Разработанная технология агентного моделирования для запуска на суперкомпьютерах была применена при создании крупномасштабной АОМ стран Евразии, имитирующей основные процессы движения населения этих стран и динамики их экономики, а также последствия реализации крупных инфраструктурных проектов как результата действий множества самостоятельных агентов.

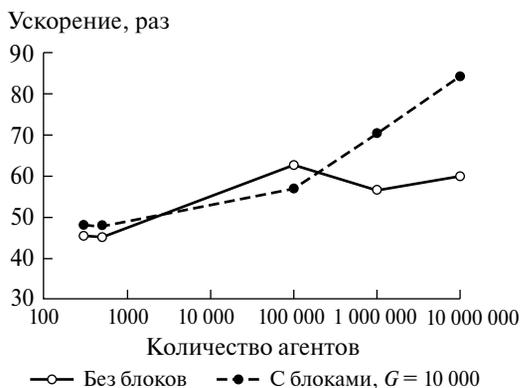
В модели присутствуют агенты двух типов, образующие иерархию. Первый тип – страны, заинтересованные в расширении экономических связей с другими странами и экономическом росте, чему способствует участие в больших инфраструктурных проектах (например, “Новый шёлковый путь”). Поэтому страны в модели оценивают выгоду от возможной реализации того или иного инфраструктурного проекта и лоббируют или блокируют его запуск в соответствии со своими интересами. Адекватность имитации этого процесса была подтверждена в ходе экспериментов, когда агентами-странами осуществлялся выбор между двумя маршрутами “Нового шёлкового пути”. При этом предполагалось, что страны входят в различные международные объединения (ЕАЭС, Европейский союз, НАТО) и согласовывают свои позиции (то есть интенсивно обмениваются сообщениями внутри соответствующих групп стран). Мнение разных стран при выработке общего решения внутри союзов учитывается в модели в соответствии с их экономическим весом, показателем которого выступает ВВП.



**Рис. 5.** Влияние интенсивности обмена сообщениями ( $I$ ) на масштабируемость программы

Второй тип агентов — люди-жители этих агентств-стран. В модели они могут объединяться в семьи и рожать детей (создавать новых агентов), работать в какой-то отрасли, менять вид деятельности и/или место жительства — также в соответствии со своими экономическими интересами. При имитации процесса воспроизводства населения агенты обмениваются сообщениями при поиске партнёра для создания семьи, а при имитации процесса миграции обмен сообщениями используется для сбора информации о вакансиях в разных регионах и/или странах Евразии для определения направления миграции. Названные процессы трактуются как взаимосвязанные, в них играют роль разные типы связей агента, такие как семейные отношения и пространственное соседство. Данный подход позволяет максимально точно имитировать воспроизводство населения стран Евразии с учётом не только начальной структуры их населения, но и поведенческих особенностей жителей (например, различные представления о желаемом числе детей в семье).

Адекватность имитации миграционных процессов оценивалась на примере трудовой миграции из Китая в Россию. К региональным особенностям, которые учитывались в модели, относятся: высокая безработица среди сельского населения Китая, образовательная структура населения Китая и существенно завися-



**Рис. 6.** Зависимость параллельного ускорения от числа агентов, участвующих в обмене сообщениями ( $S$ )  
Количество MPI-процессов  $M = 96$

щая от уровня образования тактика сбора информации для принятия миграционного решения. Так, основным источником информации для людей с низким образовательным уровнем — близкие родственники и знакомые (в модели соответствующие агенты обмениваются сообщениями). С использованием модели были поставлены эксперименты по оценке мощности и структуры миграционного потока из китайской провинции Хэйлунцзян в регионы Дальневосточного федерального округа при изменении курса юаня по отношению к рублю и при повышении информированности населения Китая об условиях рынка труда в России. Исходные условия экспериментов представлены в таблице 1. В ходе эксперимента по варьированию курса валют наблюдалось ожидаемое снижение общего миграционного потока, которое не коснулось группы китайских специалистов, работающих в России. Так, при курсе 9,740 происходило снижение общей численности агентов-мигрантов не менее чем на 10,9% относительно базового варианта, а при курсе 10,466 — уже более чем на 25%. В последнем случае мигрантами становились в основном безработные [9]. Эксперимент по повышению информированности агентов (когда параметры рынка труда сообщались всем агентам) также продемонстрировал адекватную реакцию модели: при огромной разнице в численности населения рассмотренных регионов происходило активное вовлечение в процессы трудовой миграции из Китая в Россию сельских жителей, заполнявших вакансии работников низкой квалификации.

Взаимодействие агентов двух уровней реализуется в модели следующим образом: страна создаёт условия для жизни и работы агентов (ВВП на душу населения, рабочие места, уровень заработной платы в различных отраслях, уровень безопасности и т.д.) и сообщает агентам-людям эти параметры среды. Для оценки уровня безопасности в модели используются данные глобального индекса терроризма [10].

С началом реализации выбранного варианта инфраструктурного проекта (в нашем случае маршрута) изменяются условия для деятельности людей: появляются новые рабочие места на территориях стран, через которые пролегает данный маршрут, а появление новых рабочих мест и изменение уровня зарплат вызывает миграцию агентов-людей. В свою очередь, деятельность людей влияет на экономические показатели отраслей и стран в целом.

Очевидно, что предложенная иерархия агентов создаёт дополнительные сложности при распараллеливании работы модели, поскольку вместо одинаковых по величине условных «кварталов» и соответствующих групп агентов, им принадлежащих, появляются страны с очень большой разницей в численности населяющих их агентов-людей. Нельзя забывать и о том, что между жителями одной страны обмен сообщениями явно интенсивнее.

**Таблица 1.** Распределение китайских мигрантов по видам деятельности, а также соотношение их среднемесячной заработной платы в ДФО и в провинции Хэйлунцзян

Отрасль	Доля занятых, %	Соотношение заработной платы при разных значениях курса юаня		
		6,264	9,740	10,466
Строительство	8,5	1,86	1,20	1,11
Промышленность	8,5	1,28	0,82	0,76
Сельское хозяйство	8,5	1,60	1,03	0,96
Торговля	59,5	1,84	1,18	1,10
Услуги соотечественникам	10,0	1,50	1,20	1,20
Научные исследования	5,0	3,75	3,75	3,75

Ещё одна серия расчётов была предпринята с целью сравнения скорости работы агентной модели на двух суперкомпьютерах – Тяньхэ-2 и МВС-100К (суперкомпьютер Межведомственного суперкомпьютерного центра РАН). В качестве значений параметров были выбраны: полное число агентов – 1 млн; число агентов, посылающих на каждом шаге сообщения, – 200 тыс.; число рассылаемых агентом сообщений – 10. Сравнение проводилось как между кластерами, так и между C++- и C#-версиями программы. В качестве среды исполнения C#-версии использовалась среда mono, которая отличается большей кроссплатформенностью и доступностью для старых версий ОС Linux, установленных на кластерах.

Результаты расчётов (табл. 2) показывают: суперкомпьютер Тяньхэ-2 работает несколько быстрее за счёт использования более новых процессоров. Также можно сказать, что C#-версия программы работает примерно в 2 раза медленнее, чем C++-версия, но этот разрыв может сокращаться при большом количестве процессоров. Возможно, скорость работы C#-версии удастся повысить при использовании более быстрой среды исполнения .Net, но это вряд ли будет применимо ко всем доступным кластерам.

\* \* \*

Разработанная и опробованная библиотека для параллельного выполнения агентного моделирования объединяет достоинства высокоуровневого языка программирования C# и высокопроизводительной платформы для обмена сообщениями, написанной с использованием C++-библиотеки и установленной на суперкомпьютере системной библиотеки MPI. Результаты тестового моделирования демонстрируют хорошую масштабируемость программы на множестве вычислительных узлов, а эксперименты с крупномасштабной АОМ Евразийского континента подтверждают, на наш взгляд, применимость предложенного подхода к моделированию больших социально-экономических систем, отличающихся сложными взаимодействиями агентов.

Изложенные в настоящей статье результаты были представлены в рамках пленарного доклада “Development of a system for projecting an agent-based model with running on supercomputers” на первой встрече рабочей группы стран БРИКС, посвящённой инновационному сотрудничеству в сфере информационно-коммуникационных технологий и высокопроизводительных вычислений (The First BRICS Working Group Meeting and Innovation Collaboration

**Таблица 2.** Время расчёта итерации двух версий агентной модели для различных кластеров, секунды

Число использованных процессорных ядер	МВС-100К (mono)	Тяньхэ-2 (mono)	Тяньхэ-2 (C++)
1	1,328	–	–
8	0,352	–	0,113
16	0,180	–	0,064
24	0,146	0,078	0,044
48	0,086	0,038	0,035
96	0,076	0,026	–

Forum on Information Technology and Communication and High-Performance Computing). Встреча проходила 23–26 апреля 2017 г. в университете Гуанчжоу (Китай), а также на базе Aloft Guangzhou University Park. Её основная цель — достигнуть существенных результатов в развитии искусственного интеллекта, больших данных, высокопроизводительных вычислений, кибербезопасности, моделирования социально-экономических систем стран БРИКС с использованием агент-ориентированного подхода и суперкомпьютерных технологий в рамках принятого ранее рабочего плана стран БРИКС в сфере науки, технологий и инноваций на следующие пять лет. На встрече также обсуждались вопросы реструктуризации и модернизации промышленного производства и сельского хозяйства, экологические проблемы, различные аспекты развития “умных” городов и другие темы глобального значения. Каждая из стран представила информацию о текущем и перспективном состоянии национальных информационно-коммуникационных технологий и высокопроизводительных вычислений.

В ходе дискуссии были определены критерии для выбора приоритетных проектов БРИКС, которые будут финансироваться Новым банком развития, а также правительством КНР. После знакомства с несколькими презентациями из 16 первоначально предложенных были оставлены девять тем, из которых по результатам открытого голосования (для того чтобы проект вошёл в итоговый список была необходима поддержка не менее трёх стран-участниц) пять тем были отобраны для поддержки.

1. Применение облачных технологий для повышения эффективности производства (Smart Manufacturing Cloud).

2. Улучшение и оптимизация оказания медицинских услуг с использованием технологий анализа больших данных, машинного обучения и высокопроизводительных вычислений (Improving and Optimizing the Delivery of Health Services using big data, machine learning and HPC, including but not limited to precision public health).

3. Повышение эффективности сельского хозяйства (Integrated Precision Farming).

4. Крупномасштабное многоагентное моделирование виртуального общества (Large Scale Multi-agent based Simulation of Virtual Society).

5. Контроль и снижение загрязнений с использованием технологий анализа больших данных, машинного обучения и высокопроизводительных вычислений (Pollution Control and Prevention using big data, machine learning and HPC).

Таким образом, разработка крупномасштабной агент-ориентированной модели с использованием

суперкомпьютерных технологий становится одним из важнейших приоритетов, который будет реализовываться в ближайшие годы.

Работа была поддержана Российским научным фондом (грант № 14-18-01968) и выполнена с использованием вычислительных ресурсов Межведомственного суперкомпьютерного центра Российской академии наук (МСЦ РАН), суперкомпьютера “Ломоносов” Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, а также суперкомпьютера “Тяньхэ-2” Национального суперкомпьютерного центра Китайской Народной Республики в г. Гуанчжоу.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бурков В.Н., Новиков Д.А. Теория активных систем: состояние и перспективы. М.: Синтег, 1999.
2. Interdisciplinary Applications of Agent-Based Social Simulation and Modeling / Ed. by D.F. Adamatti et al. Hershey, PA: IGI Global, 2014.
3. Collier N. Repast HPC Manual. <http://repast.sourceforge.net/docs.php> (дата обращения 20.07.2017).
4. Scheutz M., Connaughton R., Dingler A., Schermerhorn P. SWAGES – An Extendable Distributed Experimentation System for Large-Scale Agent-Based Alife Simulations // Proceedings of Artificial Life X. 2006. P. 412–419. <https://hrilab.tufts.edu/publications/scheutzetal06alifeswages.pdf> (дата обращения 20.07.2017).
5. Tang W., Wang S. HPABM: A Hierarchical Parallel Simulation Framework for Spatially-explicit Agent-based Models // Transactions in GIS. 2009. № 13(3). P. 315–333.
6. Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Васенин В.А. и др. Средства суперкомпьютерных систем для работы с агент-ориентированными моделями // Программная инженерия. 2011. № 3. С. 2–14.
7. Makarov V.L., Bakhtizin A.R., Sushko E.D. et al. Supercomputer Technologies in Social Sciences: Agent-Oriented Demographic Models // Herald of the Russian Academy of Sciences. 2016. V. 86. № 3. P. 248–257; Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Сушко Е.Д. и др. Суперкомпьютерные технологии в общественных науках: агент-ориентированные демографические модели // Вестник РАН. 2016. № 5. С. 412–421.
8. Karypis G., Kumar V. METIS-unstructured graph partitioning and sparse matrix ordering system, version 2.0. <http://dm.kaist.ac.kr/kse625/resources/metis.pdf> (дата обращения 20.09.2017).
9. Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Сушко Е.Д., Агеева А.Ф. Агент-ориентированный подход при моделировании трудовой миграции из Китая в Россию // Экономика региона. 2017. Т. 13. Вып. 5. С. 331–341.
10. The Global Terrorism Index 2016. Institute for Economics and Peace. <http://economicsandpeace.org/wp-content/uploads/2016/11/Global-Terrorism-Index-2016.2.pdf> (дата обращения 20.07.2017).

## ИНВЕСТИЦИОННЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ УСКОРЕНИЯ ДИНАМИКИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА

© 2018 г. Б.Л. Лавровский

*Институт экономики и организации промышленного производства  
СО РАН, Новосибирск, Россия  
Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск, Россия  
E-mail: boris.lavrovski@gmail.com*

Поступила в редакцию 17.11.2017 г.

Послевоенный период экономического развития в странах Большой семёрки характеризуется разнообразием динамики производительности труда. Одна из важных закономерностей состоит в том, что производительность труда в большинстве этих стран, существенно отставая в 1950-е годы от уровня США, к середине 1990-х годов заметно к нему приблизилась. В последующие годы США лидирующие позиции не сдали: отрыв от других стран G-7 увеличивается либо сохраняется практически неизменным. Каковы условия, прежде всего инвестиционные, породившие этот феномен? Где истоки таинственного закона неравномерного развития? В статье предпринята попытка приблизиться к ответу на эти вопросы. Уделяется внимание факторам роста производительности труда в Китае, подчёркивается особая роль нормы накопления в экономическом росте в этой стране. Выявлено, что в последние примерно 15 лет экономическая ситуация приобретает здесь новое качество. Предельные инвестиционные издержки увеличения производительности труда становятся всё более обременительными, что не может не отразиться на перспективе её роста. Опыт стран G-7 и Китая важен для России в связи с дискуссией о норме накопления и политике инвестиций.

*Ключевые слова:* производительность труда, инвестиции, норма накопления, инновации, Россия, Китай, страны G-7.

DOI: 10.7868/S0869587318060051

**История вопроса.** Дискуссия, связанная с факторами экономического роста, политикой инвестиций, ведётся фактически с первых дней существования постсоветской России. Она несколько утихла в “тучные” 2000-е годы, но возобновилась с резким сокращением нефтегазовой ренты.

Один из наиболее авторитетных экономистов страны академик А.Г. Аганбегян первоочередным



ЛАВРОВСКИЙ Борис Леонидович – доктор экономических наук, ведущий научный сотрудник ИЭОПП СО РАН, профессор НГТУ.

шагом новой стратегии называет переход к политике форсированных инвестиций: “Если мы сегодня начнём новую экономическую политику форсированных инвестиций (по 10% их роста в год), тогда, может быть, в 2017–2018 гг. мы преодолеем рецессию и добьёмся стабилизации, а к 2020 г. – обеспечим экономический рост в размере 2–4% за год” [1]. Наиболее последовательно в течение многих лет идеология наращивания инвестиций экстраординарными темпами с её теоретическим обоснованием и широкими эмпирическими иллюстрациями разрабатывалась и защищалась К.К. Вальгухом. Основной постулат его концепции – опередить ту или иную страну по уровню душевого ВВП Россия сможет тогда и только тогда, когда превзойдёт её по уровню душевых инвестиций и будет “затем поддерживать (лучше – наращивать) такой отрыв” [2, 3]. Распространена и идея “на порядок увеличить объёмы финансирования инвестиционных проектов и программ” [4]. Советник Президента РФ академик С.Ю. Глазьев пишет о необходимости роста

нормы накопления до 35–45% [5]. В докладе Института народно-хозяйственного прогнозирования РАН утверждается, что приемлемый рост экономики (4–5%) “может быть достигнут при планомерном повышении нормы накопления основного капитала к 2025 г. до 25–28% от ВВП” [6].

Необходимость роста нормы накопления в ВВП в настоящее время не является позицией исключительно представителей научного сообщества, она уже становится элементом государственной политики. В 2012 г. Президентом РФ была поставлена задача увеличить объём инвестиций не менее чем до 25% внутреннего валового продукта к 2015 г. и до 27% – к 2018 г. [7]. В Стратегии экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 г. одной из основных задач названо “увеличение нормы накопления” [8].

О чрезвычайной важности придания новых импульсов развитию инвестиционного комплекса много писали и во второй половине 80-х годов прошлого века в связи с доктриной перестройки. Эти пожелания не были реализованы по вполне объективным причинам. На протяжении последних десятилетий существования СССР в стране доминировал эволюционный путь технического прогресса. Приростные показатели новой техники и технологий оказывались недостаточными, чтобы компенсировать объективную тенденцию к росту издержек. Эффективность капиталовложений падала, источник накопления неизбежно начинал таять. Потребность в инвестициях для целей развития и реконструкции всё более стареющего и деградирующего производственного аппарата увеличивалась, возможность её удовлетворения сокращалась. Нарастали предпосылки кризиса.

О необходимости получения дополнительной продукции в стратегически значимых масштабах за счёт массового роста производственных мощностей, крупных инвестиций мы писали с начала 1990-х годов, но с одной исключительно важной оговоркой: «При известных производственных отношениях (институтах, выражаясь современным языком) можно “угробить” сколь угодно большие инвестиции» [9]. По итогам, скажем, Продовольственной программы в 1982 г. масштабы инвестиций в аграрно-промышленный комплекс страны существенно возросли в абсолютном и относительном выражении. Результатом, тем не менее, стал тотальный дефицит продовольствия к концу 1980-х годов.

В институциональной среде, не принуждающей товаропроизводителей к технологическому прогрессу, не создающей для этого необходимых условий, правильные в принципе идеи расширения инвестиционной деятельности повисают в воздухе. Для их реализации отсутствуют условия. Точ-

нее, “эти условия могли бы появиться, если бы рассматриваемая система обладала качественно иной инновационной сферой. Но, по-видимому, именно в этом и состоит ахиллесова пята...” [10].

Можно с уверенностью предположить, что и сегодня разочарование, связанное с отсутствием сколько-нибудь заметного технологического прогресса, результатов инновационной деятельности в России в сложившейся институциональной среде, как раз и порождает идеологему количественного наращивания инвестиционных усилий. Налицо удивительное сходство постановок задач с разницей в четверть века.

Понимание необходимости интенсификации инновационной деятельности как предварительного, базисного условия расширения инвестиционной активности зреет в современной литературе: “Размеры инвестиций могут и должны быть увеличены, но при этом непременно должна быть интенсифицирована работа на всех направлениях, связанных с научно-технологическим прогрессом в стране и особенно в сфере инвестиционного машиностроения” [11].

Имея в виду своего рода “борьбу” программ социально-экономического развития РФ [12–16], необходимость оценки факторов экономического роста, а также роста нормы накопления, определённый интерес может представлять практика других стран. По-видимому, это тот редкий случай, когда мировой опыт действительно может от чего-то предостеречь или чему-то научить.

Судя по некоторым публикациям, существует жёсткая зависимость между характеристиками роста и инвестиционной активностью: в рамках международных сопоставлений показано, что “чем выше норма накопления, тем более значительными являются темпы экономического роста, и наоборот” [17]. Обоснованность и достоверность этого важного тезиса стоит обсудить.

**Экономический рост и норма накопления: эмпирические свидетельства.** Настоящее исследование осуществляется по статистическим данным восьми ведущих экономик мира (G-7<sup>1</sup> плюс Китай) с середины 1950-х годов. Эти страны концентрировали в 2014 г. чуть менее половины мирового ВВП, в том числе Китай – 16,6% [18]. Включение в анализ КНР связано с необходимостью обозначить и попытаться объяснить водораздел между странами с развитым и развивающимся рынком относительно политики инвестиций. В рамках одной статьи не представляется возможным сколько-нибудь существенно расширить выборку стран.

<sup>1</sup>Германия, Италия, Канада, Соединённое Королевство, Соединённые Штаты Америки, Франция, Япония.

**Таблица 1.** Характеристики ВВП и нормы накопления в странах G-7, 1955–2014 гг.

Страна	Динамика ВВП в постоянных ценах 2011 г.		Норма накопления с учётом прироста запасов в долях единицы	
	индекс роста (1955–2014)	ранг*	среднегодовая оценка (1956–2014)	ранг*
США	5,9	6	0,249	6
Соединённое Королевство	4,5	7	0,222	7
Франция	6,9	5	0,268	3
Канада	7,8	3	0,253	5
Германия	7,2	4	0,295	2
Италия	8,1	2	0,265	4
Япония	14,8	1	0,303	1

\*Ранг 1 соответствует наибольшему значению индикатора.  
Источник: [19].

В контексте связи экономического роста и значения нормы накопления в ВВП представляют интерес два вопроса: обеспечивает ли большее значение нормы накопления в одной стране по отношению к другой преимущество в темпах роста и влияет ли изменение нормы накопления в той или иной стране на показатели её экономического роста?

Данные, касающиеся динамики ВВП и нормы накопления в странах G-7 за период 1955–2014 гг., приведены в таблице 1. На первый взгляд, большее значение нормы накопления в одной стране по отношению к другой, судя по этим данным, обеспечивает преимущество в темпах роста: на краях ранги идентичны; у стран с минимальной динамикой ВВП (США, Соединённое Королевство) среднегодовая норма накопления не превышает 25%, в то время как у других стран с более высокой динамикой ВВП (Франция, Германия, Италия, Япония) – свыше 26%.

Однако с уверенностью говорить о норме накопления как условии межстранового превосходства в темпах, как решающей детерминанте роста отнюдь не приходится. В самом деле, примерно при одной и той же норме накопления страны демонстрируют существенно разную динамику. Например, ВВП Франции за рассматриваемый период вырос в 6,9 раза, Италии – в 8,1 раза при одинаковой норме накопления – около 26,5%. То же самое относится к Германии и Японии, а также США и Канаде.

Зависимость показателей (меры вариации) макроэкономической динамики и нормы накопления в каждой отдельной стране могут быть получены

с использованием стандартных математико-статистических показателей. Достоверность результата, по нашему мнению, лучше достигается в этом случае с использованием сравнительно устойчивых кумулятивных характеристик динамики, более свободных, чем годовые показатели роста (прироста) ВВП, от случайных конъюнктурных обстоятельств.

Соотношение рассматриваемых показателей на примере США представлено на рисунке 1. Визуально связь между кривыми не просматривается. Коэффициент корреляции между среднегодовыми показателями прироста ВВП и среднегодовой оценкой нормы накопления (нарастающим итогом) составил 0,04 и статистически не значим. Примерно тот же результат получен для Соединённого Ко-



**Рис. 1.** Динамика ВВП и нормы накопления (нарастающим итогом) в США [19]

ролевства. Применительно к другим странам G-7, судя по коэффициенту детерминации и иным характеристикам, связь в той или иной степени присутствует.

Величина нормы накопления (с учётом изменений в запасах) до предкризисного 2007 г. колебалась в США без сколько-нибудь выраженной тенденции на уровне примерно 25%. При этом важно отметить, что не только в США, но и в ряде других стран G-7 (Соединённое Королевство, Канада, Италия) этот показатель оставался достаточно стабильным. Это означает, что норма накопления сама по себе в течение очень большого промежутка времени не оказывала практически никакого влияния на весьма заметные перепады динамики ВВП и производительности труда (о чём подробнее ниже). Приведённых примеров достаточно, чтобы развеять миф об универсальной зависимости между накапливаемой частью ВВП и его динамикой<sup>2</sup>.

**Хронология экономического соревнования.** Известно, что рост производительности в современном индустриальном обществе в значительной степени определяется динамикой капиталовооружённости, объективно и неизбежно предполагает смену технологий на всё более совершенные. При этом инвестиционные издержки технологической трансформации в разных странах могут заметно различаться: соотношение инвестиционных затрат на обустройство рабочего места и результатов, касающихся показателей производительности труда, привязанных к этому рабочему месту, не является константой, в разных странах может оказаться далеко не одной и той же величиной. Скажем, во всех странах G-7 за период с середины 1950-х годов до 2014 г. включительно динамика фондовооружённости превосходила динамику производительности, причём именно в разной степени. Оказалось, что, например, в США и Германии 1% роста производительности требовал примерно 1,2% роста фондовооружённости, в Италии и Японии – 1,45% и 1,4% соответственно. Другая сторона этого явления состоит в том, что один и тот же уровень производительности труда может сопровождаться разной стоимостью рабочих мест, различными затратами на их оснащение индустриальной технологией.

Сколько-нибудь корректные суждения, касающиеся политики инвестиций в разных странах, предполагают, конечно, сопоставимость условий. И прежде всего это касается отраслевой структуры экономики, а также технологического уровня национальной экономики, измеряемого показателем производительности труда. Здесь ограничимся

только одними и теми же характеристиками производительности.

Все страны G-7 в послевоенный период сумели за разные промежутки времени удвоить уровень производительности труда приблизительно с 40 тыс. долл./занят. до 80 тыс. долл./занят. В этих относительно сопоставимых условиях появляется возможность оценить межстрановые особенности политики инвестиций. Основные характеристики факторов роста показателя производительности труда за соответствующие промежутки времени приведены в таблице 2.

Италии удалось удвоить производительность с 40 до 80 тыс. долл./занят. за рекордные 24 года. Инвестиционная цена этого результата – тоже рекордная, самый высокий среднегодовой темп прироста фондовооружённости (4,1%). Германия удвоила уровень производительности практически за тот же срок (26 лет), но с несравненно меньшими инвестиционными усилиями: среднегодовой темп прироста фондовооружённости 2,4%. Причина кроется в разной динамике фондоотдачи: в Италии показатель фондоотдачи заметно снизился, в Германии (единственной из стран G-7) – вырос. США удвоили производительность за 40 лет с минимальным темпом роста фондовооружённости, но практически стабильной фондоотдачей.

Японское “экономическое чудо”, продолжавшееся примерно с середины 1970-х до середины 1990-х годов, базировалось на экстремально высокой среднегодовой динамике фондовооружённости (6,0%). В результате, несмотря на резкое снижение фондоотдачи, удвоения производительности приблизительно с 30 до 60 тыс. долл./занят. удалось достичь за 18 лет.

США, являясь бесспорным лидером среди стран G-7 по показателю производительности, первыми достигают соответствующих всё более высоких его значений (порогов). Остальные страны достигают этого порога через тот или иной промежуток времени. Уровень 40 тыс. долл./занят. США достигли в 1954 г., Италия в 1974 г., Соединённое Королевство в 1977 г. Можно сказать, таким образом, что отставание Соединённого Королевства от США применительно к этому порогу составило 23 года, Италии – 20 лет.

За исключением Канады мера отставания от США по странам менялась до определённого момента незначительно. Ситуация качественно изменилась, разрыв резко сократился после достижения странами уровня производительности 60 тыс. долл./занят. Уровень 80 тыс. долл./занят. достигнут США в 1994 г., Соединённым Королевством – в 2006 г., отставание от США сократилось до 12 лет.

<sup>2</sup> Справедливости ради стоит заметить, что приведённая выше цитата Я.М. Миркина сопровождается многозначительным “при прочих равных”.

**Таблица 2.** Характеристики факторов роста показателя производительности труда за период его удвоения приблизительно с 40 до 80 тыс. долл./занят. в странах G-7 (постоянные цены 2011 г.)

Показатель	США	Соединённое Королевство	Франция	Канада	Германия	Италия	Япония*
Среднегодовые темпы прироста фондовооружённости за период, %	1,8 (1955–1994)	3,1 (1978–2006)	2,9 (1972–2006)	2,3 (1963–2005)	2,4 (1981–2006)	4,1 (1975–1998)	6,0 (1977–1994)
Индекс фондоотдачи, базовый год – 1	0,97 (1954)	0,81 (1977)	0,72 (1971)	0,75 (1962)	1,07 (1980)	0,78 (1974)	0,69 (1976)
Время удвоения производительности труда, лет	40	29	35	43	26	24	18**
Отставание от США (в годах) при достижении уровня производительности:							
– 40 тыс. долл./занят.	–	23	17	8	26	20	32
– 50 тыс. долл./занят.	–	24	14	8	27	16	26
– 60 тыс. долл./занят.	–	24	19	16	23	18	23
– 70 тыс. долл./занят.	–	14	12	11	17	9	–
– 80 тыс. долл./занят.	–	12	12	11	12	4	–

\*До настоящего времени уровень производительности труда 80 долл./занят. в Японии не достигнут. Начиная с середины 1990-х годов устойчивый рост производительности труда прекратился.

\*\*Приблизительно с 30 до 60 тыс. долл./занят.

Источник [19].

Для полноты картины стоит сопоставить современные данные о производительности труда в 2014 г. в странах G-7 с аналогичным значением в США, достигнутым ранее. Оказалось, что степень отставания в годах от США в большинстве случаев вновь резко возросла. Причины этих исторических подвижек глубоки и многогранны. Здесь остановимся только на инвестиционных аспектах проблемы.

**Фондовооружённость и производительность труда.** Экономический рост непосредственно детерминруется, как известно, динамикой производительности и численности занятых. Фактор занятости в структуре роста не столь малозначим, как иногда кажется (в США, например, при росте ВВП за период 1956–2014 гг. в 5,9 раза численность занятых увеличилась в 2,2 раза). Вместе с тем его влиянием не удаётся объяснить многие фундаментальные характеристики макроэкономической динамики. Обратим внимание на динамику производительности

труда как решающий фактор и условие роста и развития национальной экономики.

Соотношения, связывающие ключевые макроэкономические параметры на модельном уровне, исследуются в моделях экономического роста и, в частности, в классических работах Р. Солоу [20–22]. В мировой и отечественной литературе подробно проанализированы факторы динамики производительности в странах с развитым рынком, а также в России на основе методики growth accounting и других подходов [23–40]. В частности, рассматривается роль капиталовооружённости труда, включая капитал, связанный с информационно-коммуникационными технологиями, и прочий капитал; качество рабочей силы; многофакторную производительность. В работе [40] даётся ответ на вопрос, за счёт каких отраслей был обеспечен рост производительности труда в тех или иных странах.

Может создаться впечатление, что поскольку в упомянутых выше работах анализ производитель-

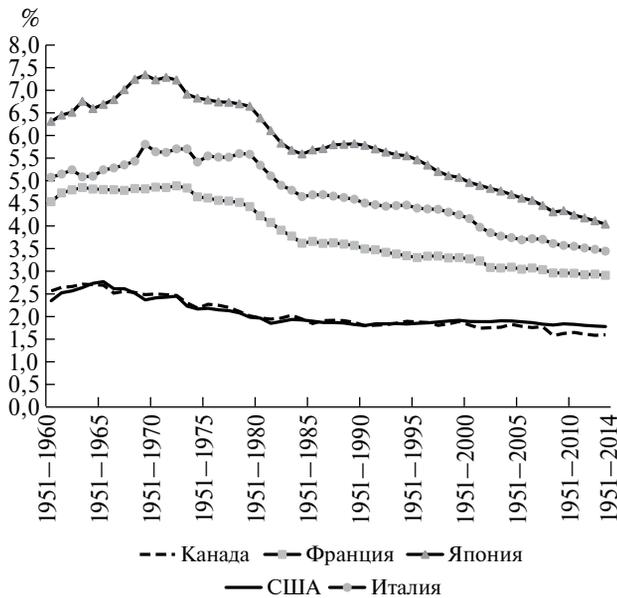


Рис. 2. Среднегодовые темпы прироста производительности труда нарастающим итогом (G-7) [19]

ности осуществляется более детально, чем предполагается сделать в настоящей статье, потребность в исследованиях общего характера отпадает. Наш исходный посыл, однако, состоит в необходимости следовать принципу восхождения от абстрактного к конкретному. Иной подход несёт серьезные риски “за деревьями не увидеть леса”. Во всяком случае сколько-нибудь ясного и внятного ответа на вопрос о природе возникновения и исчезновения преимущественного роста производительности в одних странах относительно других на базе детальных расчётов пока, на наш взгляд, не получено.

За последние несколько десятилетий в странах G-7 можно было наблюдать разнообразную динамику производительности, включающую как повышающиеся, так и понижающиеся тренды. Зада-

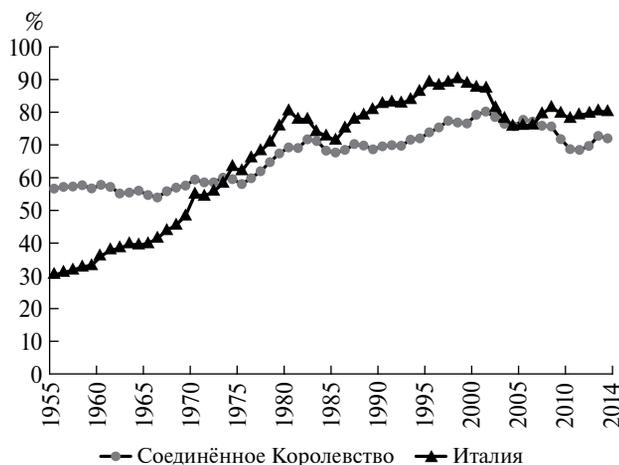


Рис. 3. Производительность труда в странах по отношению к уровню США (постоянные цены 2011 г.)

чу сформулируем следующим образом: можно ли, не погружаясь глубоко в структурные соотношения (межотраслевые, межпродуктовые, технологические), используя в качестве полигона сравнительно небольшую выборку стран и оставаясь на разумном макроэкономическом уровне абстракции,

- выявить наиболее важные и интересные закономерности, касающиеся динамики показателя производительности труда, изменения его тренда в разных странах;

- попытаться объяснить или хотя бы связать выявленные закономерности, главным образом феномен преимущественного роста производительности в одних странах относительно других, с политикой инвестиций;

- идентифицировать систему ключевых факторов и соответствующих индикаторов, так или иначе связанных с инвестициями, основным капиталом, формирующих макроэкономические тренды производительности, имея в виду в дальнейшем объяснить эти тренды уже на базе современного экономико-математического инструментария и возможно более детально.

Вопрос о рациональности или нерациональности политики инвестиций сводится фактически к следующей его постановке: обеспечивают ли преимущественные темпы инвестирования в рабочие места в одной стране по отношению к другой и преимущественный рост производительности труда? Предварительно считаем необходимым обратить внимание на следующее важное наблюдение. Середина 1960-х – начало 1970-х годов в большинстве стран G-7 характеризовались наиболее высоким кумулятивным среднегодовым темпом прироста производительности труда. Это было время исторического (глобального) экстремума, именно тогда сформировался характерный “горб” кумулятивной динамики (рис. 2). Две страны чуть выпадают из общей картины: в Германии замедление темпов началось раньше, в Соединённом Королевстве оно не носило ярко выраженного характера.

Особого внимания заслуживает то обстоятельство, что на отрезке длительного падающего тренда характер снижения темпов роста производительности труда во всех случаях не отличается однообразием, монотонностью. В частности, крутой спуск в 1970-е годы сменился впоследствии в большинстве случаев относительно плавной траекторией снижения, известной стабилизацией. Эти факты не могут быть случайными, по всей вероятности, они обусловлены некими общими фундаментальными причинами.

В послевоенный период сократить отставание от лидера производительности (США) к середине 1990-х годов удалось всем странам G-7. Одна-

**Таблица 3.** Некоторые характеристики фондовооружённости и производительности в странах G-7 (постоянные цены 2011 г.)

Страна	Среднегодовые темпы прироста производительности труда, %		Среднегодовые темпы прироста фондовооружённости, %		Соотношение среднегодовых темпов прироста фондовооружённости, США – 1,0		Уровень производительности труда, США – 100		
	1956–1995	1996–2014	1956–1995	1996–2014	1956–1995	1996–2014	1955	1995	2014
США	1,7	1,6	1,9	2,3	1,0	1,0	100	100	100
Соединенное Королевство	2,4	1,5	2,8	4,1	1,5	1,8	56,7	73,9	72,0
Франция	3,2	1,9	3,8	4,1	2,0	1,8	43,9	79,9	83,7
Канада	1,8	0,9	2,9	1,7	1,6	0,7	81,3	84,3	73,3
Германия	3,7	1,8	4,3	2,6	2,3	1,1	35,5	76,3	79,0
Италия	4,5	1,1	5,6	3,3	3,0	1,5	30,3	89,2	80,1
Япония	5,6	0,5	6,8	2,8	3,6	1,2	16,6	76,3	62,1

ко в последующие примерно 15 лет США сохраняет примерный паритет и даже укрепляет свои лидерские позиции. Приведём в качестве графической иллюстрации данные по Италии и Соединённому Королевству (рис. 3). Нетрудно заметить, что итоги экономического соревнования во многом связаны с политикой инвестиций (табл. 3).

Серьёзные инвестиционные усилия, преимущественные темпы фондовооружённости во всех странах G-7 по отношению к США в 1956–1995 гг. привели в конце периода в большинстве случаев к заметному сближению уровня технологического развития. Впоследствии ситуация качественно изменилась. Экономика не только США, но и ряда других стран (Соединённое Королевство, Франция) обрела второе дыхание, темпы капиталообразования заметно возросли. Но – и это главное – преимущество в темпах фондовооружённости по отношению к США, которое отмечалось в 1956–1995 гг., было утрачено всеми странами, кроме Соединённого Королевства.

Опираясь только на эти данные, вполне можно было предположить, что все страны, за исключением Соединённого Королевства, с середины 1990-х годов и до настоящего времени будут не в состоянии приблизиться к уровню производительности США, отставание от лидера увеличится. Однако это предположение оказалось верным лишь отчасти, точнее, по отношению только к Канаде, Италии и Японии. Франция и Германия, хотя и незна-

чительно, но сократили разрыв с США, а Соединённое Королевство, наоборот, его увеличило.

Эти примеры наглядно демонстрируют важность и одновременно недостаточность привлечения только фактора динамики фондовооружённости для оценки и объяснения характеристик роста производительности труда.

**Соотношение фондовооружённости и удельных инвестиций.** Что стоит за различием темпов фондовооружённости и производительности труда, какова природа фактора, не позволившего индексу производительности слишком приблизиться или, тем более, превзойти на длительном промежутке времени (в рассматриваемых выше случаях) индекс фондовооружённости? Всегда ли темпы производительности отстают от динамики фондовооружённости? Это важные вопросы политики инвестиций, а вслед за ней и экономического роста.

Как известно, индекс производительности труда можно представить как произведение индексов фондовооружённости и фондоотдачи:

$$I_{np.} = I_{фв} \cdot I_{фо}, \quad (1)$$

где  $I_{np.}$  – индекс производительности труда,  $I_{фв}$  – индекс фондовооружённости,  $I_{фо}$  – индекс фондоотдачи. Логарифмируя уравнение (1) для случая непрерывного времени, получаем:

$$\ln I_{np.} = \ln I_{фв} + \ln I_{фо} \quad (2)$$

Таким образом, индекс производительности представляется в логарифмах как сумма индексов фондовооружённости и фондоотдачи.

На основе соотношения (2) можно выделить часть темпа прироста производительности, связанную с изменением фондовооружённости, и интерпретировать её как предопределённую масштабами инвестиций, их количественными характеристиками. Другую часть прироста за счёт изменения фондоотдачи вполне можно считать обусловленной (качественными) параметрами инвестиций; соотношением затрат на создание технологий и их продуктивностью.

Эти простые соотношения дают возможность исчерпывающим образом ответить на поставленные в начале параграфа два вопроса.

1. Отрицательные темпы прироста фондоотдачи ( $\ln I_{\phi_0} < 0$ ) не позволяют индексу производительности превзойти индекс фондовооружённости. Чем ниже темпы прироста фондоотдачи, тем в большей степени индекс производительности отстаёт от индекса фондовооружённости. Фактор фондоотдачи выступает в этом случае как тормоз роста производительности.

2. Положительные темпы прироста фондоотдачи и фондовооружённости дают возможность индексу производительности превзойти индекс фондовооружённости. Чем выше темпы прироста фондоотдачи, тем в большей степени индекс производительности превосходит индекс фондовооружённо-

сти. Фактор фондоотдачи выступает в этом случае как акселератор роста производительности.

Более наглядно, чем показатель фондоотдачи (фондоёмкости), роль качественных характеристик инвестиций при исследовании закономерностей роста производительности труда можно продемонстрировать, по нашему мнению, с использованием близких по смыслу приростных показателей капиталоемкости  $E^{1,T}$ :

$$E^{1,T} = \frac{I^{1,T}}{\sum_{\tau=1}^T L^{\tau} / T} : (Pr^T - Pr^0),$$

где  $E^{1,T}$  – удельные (на одного занятого) затраты чистых инвестиций в расчёте на единицу прироста производительности труда за период  $[1, T]$ ;  $I^{1,T}$  – чистые инвестиции за период  $[1, T]$  (основной капитал в году  $T$  минус основной капитал в базовом году в постоянных ценах);  $Pr^T$  – производительность труда в году  $T$ ;  $Pr^0$  – производительность труда в базовом году;  $L^{\tau}$  – численность занятых в году  $\tau$ .

Параметр  $E^{1,T}$  характеризует инвестиционный потенциал роста, потребность в инвестициях для роста производительности единичной интенсивности, отвечает на вопрос, сколько долларов чистых инвестиций требуется в определённый период на обустройство одного рабочего места, точнее, в расчёте на одного среднегодового работника, чтобы увеличить его производительность труда

**Таблица 4.** Показатели удельных инвестиций и фондовооружённости (постоянные цены 2011 г.)

Страна	Удельные инвестиции (на 1 долл. прироста производительности труда) $E^{1,T}$ , долл.		Соотношение $E^{1,T}$ , США – 1,0		Соотношение среднегодовых темпов прироста фондовооружённости, США – 1,0		Уровень производительности труда, тыс. долл./занят.		
	1956–1995	1996–2014	1956–1995	1996–2014	1956–1995	1996–2014	1955	1995	2014
США	5,8	5,5	1,0	1,0	1,0	1,0	42,0	82,0	111,8
Соединённое Королевство	3,5	12,7	0,61	2,30	1,5	1,8	23,8	60,6	80,53
Франция	3,9	9,8	0,66	1,77	2,0	1,8	18,4	65,6	93,58
Канада	8,1	13,9	1,39	2,52	1,6	0,7	34,1	69,2	81,97
Германия	3,8	6,7	0,66	1,20	2,3	1,1	14,9	62,6	88,3
Италия	4,5	16,9	0,78	3,06	3,0	1,5	12,7	73,1	89,5
Япония	3,4	16,3	0,58	2,94	3,6	1,2	7,0	62,6	69,4

на 1 долл. Если в сопоставимых условиях значение  $E_i^{1,T}$  в стране  $i$  меньше значения  $E_j^{1,T}$  в стране  $j$ , это значит, что один и тот же объём инвестиций в стране  $i$  способен обеспечить больший прирост производительности, чем в стране  $j$ , за счёт более высокого качества натурально вещественного состава инвестиций, внедрения технологий более высокого уклада (“лучше меньше, да лучше”).

Возвращаясь к экономическому соревнованию, напомним, что его итоги, относящиеся к периоду после середины 1990-х годов, далеко не во всех случаях могут быть объяснены только количественными характеристиками затрат инвестиций. В самом деле, Соединённое Королевство, обладая серьёзным преимуществом в темпах прироста фондовооружённости в 1996–2014 гг. относительно США, увеличило отставание от лидера по производительности труда в 2014 г. почти на 2 п.п. В то же время Франция, обладая точно таким же преимуществом, сократила разрыв с США. Германия сократила отставание от США по производительности в 2014 г., Япония заметно его увеличила, хотя обе эти страны имеют примерно один и тот же сравнительно небольшой перевес относительно США, касающийся темпов прироста фондовооружённости.

Привлечение к анализу показателей  $E^{1,T}$  даёт возможность лучше объяснить феномен межстранового сближения или отдаления показателей производительности (табл. 4). Преимущественный темп роста фондовооружённости в странах G-7 относительно США в 1956–1995 гг. и одновременно более низкие показатели удельных инвестиций в большинстве случаев закономерно привели к заметному сближению показателей производительности к концу этого периода. В последующие годы ситуация усложнилась.

Превышение среднегодовых темпов прироста фондовооружённости в 1996–2014 гг. в Италии и Японии относительно США составило не более

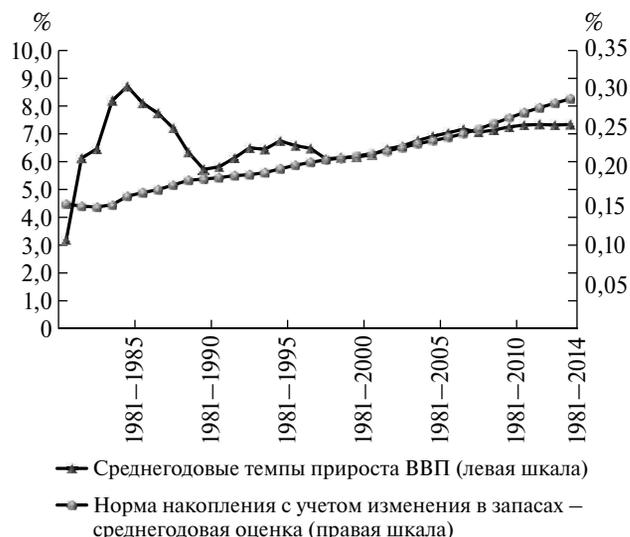


Рис. 4. Динамика ВВП и нормы накопления (нарастающим итогом) в Китае

1,5 раз, в то время как значений удельных инвестиций – примерно в 3 раза. Перевес показателей, характеризующих удельную потребность в инвестициях для роста производительности относительно динамики фондовооружённости, может служить объяснением существенного отрыва в уровне производительности от США (9–14 п.п.). В этой же логике можно истолковать значительное отставание Канады от США в течение рассматриваемого периода (11 п.п.) и небольшое – Соединённого Королевства (около 2 п.п.). Наконец, некоторое приближение производительности труда во Франции и Германии по отношению к США в 1996–2014 гг. не находится в противоречии с примерным балансом “объясняющих” параметров.

**Страны G-7 и Китай.** В Китае признаки ускорения обозначились с начала 1980-х годов. Начали сказываться исторические решения ЦК КПК 1978 г.: “от окостенелости и полуюкостенелости

Таблица 5. Факторы роста производительности труда

Страна	Среднегодовые темпы прироста производительности труда, %		Удельные инвестиции (на 1 долл. прироста производительности труда) $E^{1,T}$ , долл.		Соотношение $E^{1,T}$ , США – 1,0		Среднегодовые темпы прироста фондовооружённости, %		Соотношение среднегодовых темпов прироста фондовооружённости, США – 1,0		Мера приближения производительности труда к уровню лидера в среднем за год, п.п.	
	1981–1995	1996–2014	1981–1995	1996–2014	1981–1995	1996–2014	1981–1995	1996–2014	1981–1995	1996–2014	1981–1995	1996–2014
США	1,5	1,6	4,4	5,5	1,0	1,0	0,84	2,3	1,0	1,0	–	–
Китай	4,3	6,9	2,75	5,42	0,63	0,98	5,53	11,99	6,6	5,2	0,19	0,81

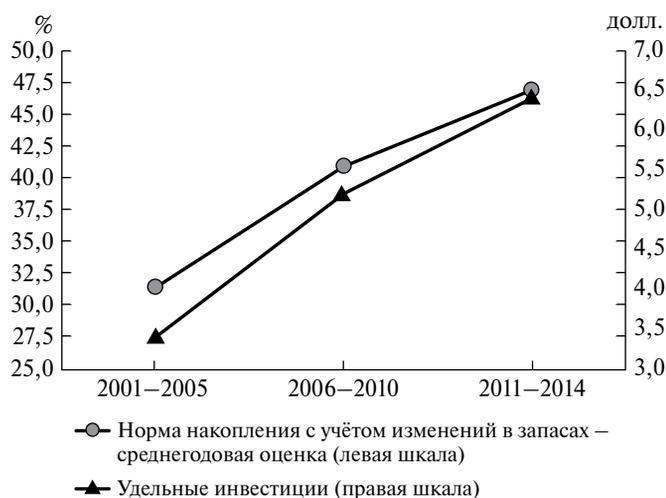


Рис. 5. Факторы роста в Китае [19]

к полноценной реформе, от замкнутости и полузамкнутости к открытости внешнему миру” [41]. Хотя разрыв ещё чрезвычайно велик, Китай систематически приближается к уровню производительности США: от 4,9% в 1980 г. до 7,4% в 1995 г. и 19,2% в 2014 г.

Прежде чем рассматривать факторы, обеспечившие столь высокие результаты, обратим внимание на связь динамики ВВП и нормы накопления (рис. 4). С начала 1990-х годов даже визуально просматривается очевидная связь между динамикой среднегодовых темпов прироста ВВП и нормы накопления (нарастающим итогом с базой в 1980 г.). Это наблюдение подтверждается соответствующим уравнением регрессии с коэффициентом детерминации 0,78. Характеристики факторов роста производительности труда в США и Китае представлены в таблице 5.

Несмотря на мировой финансово-экономический кризис 2008–2009 гг. и последующий затянувшийся период депрессии, наблюдается ускорение производительности в 1996–2014 гг. по отношению к предыдущему отрезку времени и в США (правда, скорее, символическое), и в Китае (весьма заметное)<sup>3</sup>. Преимущество Китая в сопоставлении с США в темпах роста производительности в 1981–1995 гг. ещё более упрочилось в последующий период. В результате мера приближения производительности труда в Китае к уровню лидера с 0,19 п.п. в среднем за год в течение 1981–1995 гг. возросла до 0,81 п.п. в 1996–2014 гг. Этому способствовало пятикратное превышение темпов прироста фондовооружённости.

<sup>3</sup> Для США период 1981–1995 гг. уникален, характеризуется преимущественным ростом производительности относительно фондовооружённости.

Вместе с тем инвестиционная цена каждого дополнительного процента роста производительности становится и в Китае всё более обременительной. Если в 1981–1995 гг. 1% прироста производительности требовал 1,3% прироста фондовооружённости, то в 1996–2014 гг. – 1,7%.

В последние 15 лет экономическая ситуация в Китае приобретает новое качество. Это, во-первых, резко возросшая потребность в удельных инвестициях и, во-вторых, критическая масса масштабов инвестирования (рис. 5). Удельные инвестиции с 2001–2005 до 2011–2014 гг. возросли почти в 2 раза. Одновременно уже к 2010 г. доля инвестиций в основной капитал (с учётом изменений в запасах) достигла величины 47% и с тех пор не меняется [19]. По данным Всемирного банка [18], норма накопления приблизительно с 33–35% в начале нулевых годов увеличилась в 2014–2015 гг. до 43–45%.

Итак, норма накопления в Китае достигла беспрецедентной величины: с 2009 по 2014 г. – на уровне около 45%. Дальнейший её рост трудно себе представить, более того, в самое последнее время наметилась, хотя и чрезвычайно слабая, но тенденция к её сокращению: 45,5% в 2013 г., 45,0% в 2014 г., 43,8% в 2015 г. Следствием стало сужение манёвра при разработке стратегии роста, ограниченное спектра инструментов развития.

В этой связи просматривается два возможных сценария развития событий в Китае.

1. Приростная капиталоемкость в самое ближайшее время начнёт снижаться, и тогда темпы роста производительности, скорее всего, стабилизируются, возможно, даже слегка возрастут.

2. Потребность в удельных инвестициях останется прежней, тогда темпы роста производительности в лучшем случае стабилизируются, а с большей долей вероятности заметно сократятся, причём не в отдалённой и даже не в среднесрочной перспективе.

Мы полагаем второй сценарий более вероятным, и вот почему. США, Канаде, ряду западноевропейских стран требовались очень серьёзные усилия, чтобы в отдельные периоды времени сократить удельные инвестиционные издержки. А ведь уровень этих издержек в Китае уже достиг американского уровня. Есть другое мнение, исходящее из очень авторитетных источников [42].

\* \* \*

Подведём итоги. Представление о фатальной неизбежности увеличения масштабов инвестиционной деятельности с целью стабилизации или ускорения динамики ВВП, производительности тру-

да не вполне обоснованно. Опыт экономик мира с развитым рынком свидетельствует о том, что эта цель может быть достигнута примерно при той же самой норме накопления, но сокращающейся потребности в удельных инвестициях, усилении инновационной деятельности. На примере Китая показано, что для стран с развивающимся рынком с их низкой стартовой позицией, недостаточной инновационной активностью рост нормы накопления – необходимый дополнительный ресурс развития.

Что касается России, то мировой и её собственный опыт подсказывает: расширение масштабов инвестиционной деятельности на существующей технологической платформе, вне проблематики инноваций (и институтов), создания и использования принципиально новых прорывных технологий несёт громадные риски. Игнорирование этой связи, накачивание инвестициями, базирующимися на третьем или четвёртом технологических укладах, могут породить, по нашему мнению, эффекты, подобные послеперестроечным.

Результаты исследований получены в рамках выполнения государственного задания Министерства образования и науки РФ, проект 26.2024.2017/4.6.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Аганбегян А.Г.* Форсированные инвестиции: как вернуть Россию к экономическому росту. <http://www.forbes.ru/mneniya-column/gosplan/283097-forsirovannye-investitsii-kak-vernute-rossiyu-k-ekonomicheskomu-rostu>
2. *Вальтух К.К.* Технологическое обновление экономики и капиталовложения // Вестник РАН. 2007. № 1. С. 33–42.
3. *Вальтух К.К.* Экономическая теория и долгосрочное экономическое прогнозирование // Инновации. 2009. № 8(130). С. 14–19.
4. *Бодрунов С.Д.* Реиндустриализация Российской экономики – возможности и ограничения. Научный доклад. Абалкинские чтения в Вольном экономическом обществе России. 2013 г. <http://metaforum.ru/upload/iblock/7f2/7f20e54be59378f61763879de49948b0.pdf>
5. *Глазьев С.Ю.* О неотложных мерах по укреплению экономической безопасности России и выводу российской экономики на траекторию опережающего развития. М.: Институт экономических стратегий, Русский биографический институт, 2015.
6. Структурно-инвестиционная политика в целях устойчивого роста и модернизации экономики. Научный доклад ИНП РАН. М.: Институт народно-хозяйственного прогнозирования РАН, 2017.
7. Указ Президента Российской Федерации 7 мая 2012 г. № 596 “О долгосрочной государственной экономической политике”. <https://rg.ru/2012/05/09/gospolitika-dok.html>
8. Указ Президента Российской Федерации от 13 мая 2017 г. № 208 “О Стратегии экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 г.” <http://kremlin.ru/acts/bank/41921/page/1>
9. *Лавровский Б.Л.* Паралич советской индустрии: технологические истоки // Вопросы экономики. 1991. № 8. С. 11–19.
10. *Лавровский Б.Л., Рыбакова Т.А.* О пределах спада в российской экономике (хроника инвестиционного процесса) // Вопросы экономики. 1994. № 7. С. 31–44.
11. *Кушлин В.И.* Инновационное наполнение инвестиционной политики. М.: Проспект, 2016. <https://books.google.ru/books?id=3fTNCwAAQBAJ&pg=PT157&lpg=PT157&dq=%D0%B2%D1%88%D1%8D+%D0%B8%D0%BD%D0%B2%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%86%D0%B8%D0%B8+%D0%B8=false>
12. *Минакир П.А.* О стратегиях роста российской экономики // Пространственная экономика. 2016. № 2. С. 158–167.
13. *Кудрин А.Л., Горюнов Е.Л., Трунин П.В.* Стимулирующая денежно-кредитная политика: мифы и реальность // Вопросы экономики. 2017. № 5. С. 5–28.
14. *Ивантер В.В.* Стратегия перехода к экономическому росту // Проблемы прогнозирования. 2016. № 1. С. 3–7.
15. *Титов Б.Ю. и др.* Среднесрочная программа социально-экономического развития страны до 2025 г. “Стратегия роста”. М.: Институт экономики роста им. П.А. Столыпина, 2017.
16. *Эскиндаров М.А., Абрамова М.А., Масленников В.В. и др.* Устойчивое развитие российской экономики: совершенствование денежно-кредитной, валютной и бюджетно-налоговой политики // Вестник Финансового университета. 2016. № 6. С. 6–18.
17. *Миркин Я.М.* Норма накопления. <http://www.mirkin.ru/fin-future/part1/8/rate-of-accumulation.html>
18. Всемирный банк. <http://data.worldbank.org>
19. University of Groningen. <http://www.rug.nl/ggdc/productivity/pwt>
20. *Solow R.M.* A Contribution to the Theory of Economic Growth // The Quarterly Journal of Economics. 1956. V. 70. № 1. P. 65–94.
21. *Solow R.M.* Technical Change and the Aggregate Production Function // The Review of Economics and Statistics. 1957. V. 39. № 3. P. 312–320.

22. *Solow R.M.* Technical Progress, Capital Formation, and Economic Growth // *American Economic Review*. 1962. V. 52. № 2. P. 76–86.
23. *Гоффе Н.В., Монусова Г.А.* Производительность труда: социально-экономические предпосылки роста // *Мировая экономика и международные отношения*. 2017. № 4. С. 37–49.
24. *Зайцев А.А.* Межстрановые различия в производительности труда: роль капитала, уровня технологий и природной ренты // *Вопросы экономики*. 2016. № 9. С. 67–93.
25. *Воскобойников И.Б., Гимпельсон В.Е.* Рост производительности труда, структурные сдвиги и неформальная занятость в российской экономике / Препринт WP3/2015/04. Серия WP3 Проблемы рынка труда. [https://www.hse.ru/data/2015/07/17/1085497876/WP3\\_2015\\_04\\_FFF.pdf](https://www.hse.ru/data/2015/07/17/1085497876/WP3_2015_04_FFF.pdf)
26. *Battisti M., Del Gatto M., Parmeter C.F.* Labor productivity growth: disentangling technology and capital accumulation. [http://www.bus.miami.edu/\\_assets/files/repec/WP2014-02.pdf](http://www.bus.miami.edu/_assets/files/repec/WP2014-02.pdf)
27. *Jorgenson D.W., Nishimizu M.* U.S. and Japanese Economic Growth, 1952–1974: An International Comparison // *The Economic Journal*. 1978. V. 88(352). P. 707–726.
28. *Bernard A.B., Jones C.I.* Comparing Apples to Oranges: Productivity Convergence and Measurement Across Industries and Countries // *American Economic Review*. 1996. № 86(5). P. 1216–1238.
29. *Hall R.E., Jones C.I.* Why do some countries produce so much more output per worker than others? // *The Quarterly Journal of Economics*. 1999. V. 114(1). P. 83–116.
30. *Kumar S., Russell R.R.* Technological Change, Technological Catch-up, and Capital Deepening: Relative Contributions to Growth and Convergence // *American Economic Review*. 2002. V. 92(3). P. 527–548.
31. *Caselli F.* Accounting for Cross-Country Income Differences. *Handbook of Economic Growth*. 2005. 1(SUPPL. PART A). P. 679–741.
32. *Los B., Timmer M.P.* The appropriate technology explanation of productivity growth differentials: An empirical approach // *Journal of Development Economics*. 2005. V. 77. P. 517–531.
33. *Jerzmanowski M.* Total factor productivity differences: Appropriate technology vs. efficiency // *European Economic Review*. 2007. V. 51. P. 2080–2110.
34. *Maasoumi E., Racine J., Stengos T.* Growth and convergence: A profile of distribution dynamics and mobility // *Journal of Econometrics*. 2007. V. 136(2). P. 483–508.
35. *Filippetti A., Peyrache A.* Labour Productivity and Technology Gap in European Regions: A Conditional Frontier Approach, *Regional Studies*, Forthcoming, 2013.
36. *Timmer M.P., Voskoboynikov I.B.* Is Mining Fuelling Long-Run Growth in Russia? Industry Productivity Growth Trends Since 1995 // *Review of Income and Wealth*. 2014. V. 60. P. 398–422. <http://doi.org/10.1111/roiw.12132>
37. *Denison E.F.* Accounting for Slower Growth. Brookings, 1980.
38. *Kendrick J.W., Grossman E.* Trends and Cycles in Productivity in the United States. John Hopkins University Press, 1980.
39. *Jorgenson D.W., Gollop F.M.* U.S. Productivity Growth by Industry, 1947–1973 // J. Kendrick and B. Vaccara, eds. *New Developments in Productivity Measurement*. National Bureau of Economic Research, 1980.
40. *Timmer M.P., Inklaar R., O'Mahony M., Ark B. van.* Economic Growth in Europe: A Comparative Industry Perspective. N.Y.: Cambridge University Press, 2010.
41. 3-й пленум ЦК КПК 11-го созыва, 1978 г. // Жэньминь жибао онлайн. <http://russian.people.com.cn/31857/95587/6524794.html>
42. *Садовничий В.А. и др.* Анализ и моделирование мировой и страновой динамики. М.: Ленанд, 2017.

---

---

ДИСКУССИОННАЯ  
ТРИБУНА

---

---

## БЕРЕГИСЬ! ВЫСОКИЙ ИМПАКТ-ФАКТОР

© 2018 г. Е.Д. Свердлов

*Институт биоорганической химии им. М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН, Москва, Россия  
Институт молекулярной генетики РАН, Москва, Россия*

*E-mail: edsverd@gmail.com*

Поступила в редакцию 12.01.2018 г.

Сегодня оценка достижений учёных всё в большей степени определяется престижностью их публикаций. По мнению автора статьи, выдвижение этого критерия на первый план пагубно для науки. Библиометрические данные и тем более импакт-фактор журналов не могут служить критерием эффективности исследований или ценности публикаций. При несомненной важности библиометрических данных как вспомогательного средства оценки они не могут заменить экспертных заключений, основанных на анализе содержания статьи, её вкладе в развитие конкретной области знания. Давление, вынуждающее учёных публиковаться всё больше, приводит к ухудшению качества статей, а зависимость их карьеры от импакт-факторов нередко толкает на обнародование фальсифицированных данных. Невоспроизводимость результатов, представленных в статьях, стала обычным явлением, в области онкологии, например, она достигает 75%. Стремление журналов повысить свой импакт-фактор приводит к тому, что статьи оцениваются не по их научному потенциалу и новизне, а по перспективе их цитируемости, в результате чего пионерские работы зачастую отвергаются. Растёт количество статей, отзывааемых из журналов ввиду допущенных ошибок или фальсификаций. С целью оздоровления сложившейся ситуации в США более 9000 учёных и 360 научных организаций ещё в 2012 г. подписали декларацию, в которой не только критикуется зависимость от библиометрических показателей, но и содержится обязательство оценивать исследования исходя из их реальных научных достоинств.

*Ключевые слова:* импакт-фактор, библиометрические данные, качество исследований, невоспроизводимость результатов, критерии оценки, фальсификации, отзывы статей, декларация об оценке исследований.

**DOI:** 10.7868/S0869587318060063

Сразу оговорюсь, почему считаю себя вправе выступать на заявленную в названии статьи тему. Приведу мои библиометрические данные: статистика цитирования: общая – 10 368, начиная с 2012 г. – 2 250, индекс Хирша (h-индекс) – 41 (по данным Google Scholar). Я достаточно хорошо изучил проблему библиометрии и неоднократно



СВЕРДЛОВ Евгений Давидович – академик РАН, советник РАН, заведующий лабораторией структуры и функций генов человека ИБХ им. М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН, главный научный сотрудник ИМГ РАН.

публично её обсуждал. В частности, ещё в 2006 г. опубликовал статью [1], в которой высказывал мнение, что библиометрические данные (в том числе цитируемость отдельных статей) как независимая мера оценки научной значимости работ учёного не могут служить критерием эффективности исследований или ценности публикаций. Один из основателей библиометрии Ю. Гарфилд, прочтя эту статью, прислал мне письмо с выражением согласия с основными её положениями и поместил её на своём сайте. Тогда же, в 2006 г., я разослал статью членам отделения биологических наук РАН и получил многочисленные одобрительные отзывы.

Схожую точку зрения на библиометрию высказывают большинство крупных учёных мира. Они либо выражают обоснованные сомнения в правильности её использования в качестве независимого критерия, либо отвергают вообще. При несомненной ценности библиометрических данных

как вспомогательного средства оценки они не могут заменить экспертных заключений, основанных на анализе содержания статьи, её вклада в развитие конкретной области знания и вклада оцениваемого автора в результаты, представленные в публикации.

Сегодня, как никогда раньше, оценка учёных всё в большей степени определяется уровнем престижности их публикаций, и я считаю необходимым выступить с предостережением: эта политика пагубна для науки.

**Самоубийство Й. Сасаи.** Эта трагедия произошла 5 августа 2014 г. Спустя неделю, 13 августа 2014 г., в “Nature” о ней рассказал Д. Кираноски [2]. Й. Сасаи, 52-летний всемирно известный учёный, работавший со стволовыми клетками в Центре биологии развития в Кобе (центр входит в состав РИКЕН<sup>1</sup>), был вовлечён в исследование, сопровождавшееся скандалом. Две статьи по работам, выполненным под эгидой центра, в январе 2014 г. были опубликованы в “Nature” (импакт-фактор выше 40) и вызвали широчайший резонанс у специалистов, занятых в очень модной области – изучении стволовых клеток человека и их применении в медицине. В статьях описывался способ преобразования зрелых клеток мыши в эмбриональноподобные (плюрипотентные) под действием различных стрессовых воздействий, например, путём их погружения в кислую среду. Метод приобрёл известность под названием STAP – stimulus-triggered acquisition of pluripotency (получение плюрипотентности, вызванной стимулом). Это чрезвычайно важно как с теоретической, так и с медицинской точек зрения открытие, поскольку оно позволяет достаточно просто получать стволовые клетки для трансплантации.

Однако уже вскоре появились сообщения о подделках в опубликованных данных, и в июле 2014 г. статьи были отозваны. За три месяца до этого внутренняя комиссия по расследованию фальсификации, созданная в РИКЕН, обнаружила, что виновна в этом Х. Обоката, молодая исследовательница, первый автор статей (этому был посвящён специальный выпуск “Nature” – “Рост и падение STAP” [3]). Внутреннее расследование пришло также к выводу, что Й. Сасаи, хотя и несёт серьёзную ответственность за невнимательное курирование работы, невиновен в отношении прямого участия в получении подложных данных. Последовала целая серия отставок и широкое обсуждение причин случившегося. Сасаи не выдержал позора.

<sup>1</sup> РИКЕН – один из основных научных центров Японии, проводит исследования во многих областях науки, почти полностью финансируется японским правительством, его годовой бюджет составляет около 800 млн долл.

Учёным во всём мире эта драма напомнила о другом скандале. В феврале 2004 г. южнокорейский исследователь В.С. Хван объявил, что ему удалось получить линии стволовых клеток из клонированных человеческих эмбрионов, на практике это означает создание потенциального источника универсальных терапевтических клеток, которые генетически соответствовали бы любому пациенту. Статья Хвана вызвала всеобщее внимание, но затем последовало разочарование: выяснилось, что результаты сфабрикованы. Две основные статьи были отозваны, карьера нескольких десятков учёных разрушена [4].

Невоспроизводимость результатов, представленных в статьях, стала частым явлением, и в 2015 г. “Nature” посвятил этой проблеме специальный выпуск. Во введении к нему констатируется: “Наука развивается быстрее, когда люди тратят меньше времени на то, чтобы стремиться к ложным целям. Ни одна исследовательская статья никогда не может считаться последним словом, но появляется слишком много таких, повышенное внимание к которым того не заслуживает. Растёт тревога по поводу результатов, которые невозможно воспроизвести. Попытки объяснения сложившейся ситуации включают повышенный уровень общественного внимания к той или иной научной проблеме, сложность экспериментов и статистики, давление на исследователей”. А в редакторской статье “Реальная проверка воспроизводимости”, вошедшей в тот же выпуск, говорится: «Есть ли кризис воспроизводимости в науке? Да, по мнению читателей “Nature”. Две трети исследователей, которые приняли участие в опросе в нашем журнале, сказали, что воспроизводимость в настоящее время является важной проблемой» [5].

**“Давление, вынуждающее учёных публиковать, приводит к плохому качеству публикаций”** – так названо эссе в “Nature”. Я считаю его весьма значимым: «Если больше – это хорошо, то тенденции в науке благоприятны. Число публикаций продолжает увеличиваться экспоненциально; оно уже к 2012 г. приближалось к 2 млн. Что более важно, вопреки общей мифологии, большинство статей цитируются. Одна из вероятных причин роста числа ссылок – невиданные возможности поиска, которые теперь предоставляет Интернет. Казалось бы, это хорошая новость. Но что если больше – это плохо? В 1963 г. физик и историк науки Дерек де Солла Прайс посмотрел на тенденции роста в исследовательской деятельности и увидел угрозу “научного конца света”. Число учёных и публикаций росло экспоненциально в течение 250 лет, и Прайс понял, что эта тенденция разрушительна. Он предсказал, что в течение нескольких поколений она приведёт к миру, в котором “у нас будет два учёных на каждого мужчину, женщину, ребёнка и собаку

в популяции”. Качество не может поддерживаться на фоне такого роста. Он показал, что научные достижения обеспечиваются очень небольшой долей исследователей, поэтому число ведущих учёных будет расти гораздо медленнее, чем просто хороших, и это даст “ещё большее преобладание исследователей, способных писать ординарные научные статьи, но не умеющих писать статьи выдающиеся”».

Продолжу цитирование: «Нынешние траектории угрожают науке утонуть в шуме собственной растущей производительности, будущем, которое Прайс описывает как “старость”. Чтобы избежать этой судьбы, потребуется гораздо большая тщательность при отборе публикаций. Таким образом, повышение качества может быть связано со снижением научной эффективности и производительности. Мы можем начать с меньшего числа публикаций...» [6, p. 147].

Поскольку меня интересуют фальсификации как следствие давления на учёных, только мельком упомяну ещё одно следствие: отсутствие времени для анализа качества, приводящее к катастрофическим результатам.

**Невоспроизводимость в исследованиях рака.** Я с коллегами уже писал об этом недавно [7]. В последние 10 лет, прежде чем выбрать направление исследований, учёные в отделении гематологической онкологии биотехнологической фирмы “Амджен” в Калифорнии пытались подтвердить опубликованные результаты, связанные с этой работой. 53 статьи, отобранные для анализа, были признаны знаковыми исследованиями. С самого начала ожидалось, что часть данных не будет воспроизведена, потому что умышленно отбирались статьи, описывающие что-то совершенно новое, например, новые подходы в таргетной терапии рака или альтернативные клинические применения существующих терапевтических агентов. Однако результат оказался шокирующим: данные удалось подтвердить только в 6 (11%) случаях. Даже принимая во внимание особенности доклинических исследований, это невероятно мало [8, 9].

Как следствие возник проект (статья о нём вышла 26 июня 2015 г. в журнале “Science”), нацеленный на проверку воспроизводимости результатов, опубликованных в статьях о новых открытиях в исследовании рака [9]. Нужно сказать, что он не вызывает энтузиазма у исследователей, которым предлагают добровольно представить свои данные для проверки на воспроизводимость. Их можно понять: скорее всего, если результаты и воспроизводятся, то только частично.

В аналитическом обзоре С. Бегли и Дж. Иоаннидиса относительно ситуации с воспроизводимостью биомедицинских данных, опубликованном в 2015 г., авторы, известные специалисты в области

статистической обработки результатов экспериментов, пишут: “В последние годы наблюдается всё более широкое признание слабости нашей сегодняшней системы фундаментальных и доклинических исследований. Это было высвечено эмпирически в доклинических исследованиях, невозможностью подтвердить большинство выводов, опубликованных в высокорейтинговых журналах. Оценки частоты невозпроизводимости варьируются от 75% до 90%. Эти цифры очень хорошо совпадают с оценкой доли (85%) полностью бессмысленных биомедицинских исследований. Эта невозможность характерна не только для доклинических исследований... Присущая биологическим системам изменчивость означает, что не следует ожидать, что результаты будут обязательно точно воспроизведены в мельчайших подробностях. Тем не менее кажется логичным, что один или два основных вывода, которые следуют из научной работы, должны выдерживать проверку. Кроме того, эмпирические оценки доклинических исследований показали массу других проблем, в том числе, что эксперименты не повторялись, что использовался некорректный контроль, что качество реагентов не тестировалось и что использовались неадекватные статистические тесты. Кроме того, для публикации исследователи часто выбирают наилучший эксперимент, а не суммируют полный набор данных. Такая практика в целом и приводит к тому, что не только отдельные эксперименты не могут быть воспроизведены, но и главный вывод из статьи не подтверждается. Примечательно также, что несколько невозпроизводимых публикаций цитировались многие сотни раз. Но авторы вторичных публикаций не пытались воспроизвести или опровергнуть результаты оригинальных работ” [10, p. 117].

В 2016 г. “Nature” провёл опрос 1500 учёных относительно невозпроизводимости результатов [11], поскольку более 70% исследователей пытались и не смогли повторить эксперименты, данные о которых опубликованы другими учёными. На вопрос “существует ли кризис воспроизводимости?” 52% участников опроса ответили “да, сильный”; 38% — “да, незначительный”. На вопрос о факторах невозпроизводимости более 60% отметили публикацию выборочных данных, столько же участников опроса — вынужденность публикации, более 55% — плохой статистический анализ.

Среди многих причин невозможности воспроизведения в последнее время всё большее место, особенно в высокорейтинговых журналах, занимают фальсификации, которые при их обнаружении приводят к отзыву статей. Боюсь, что многие подложные результаты остаются необнаруженными ввиду сложности и дороговизны проверок.

**Крупные проекты дают мало информации, поглощая огромные средства, а относительно качества получаемых данных есть серьёзные сомнения.** 26 июля 2012 г. в “Nature” появились две небольшие статьи [12, 13], которые выражают, возможно, впервые на страницах самого престижного научного журнала, тревогу не столько по поводу того, что крупные проекты дают мало информации, поглощая огромные средства, а скорее, относительно получаемых при этом данных, качество которых вызывает много сомнений. Статья Д. Макартура называется “Methods: Face up to false positives”, я бы перевёл заголовок как “Методы: встречайте ложные позитивы”. Приведу пространную цитату:

«Когда исследование геномов долгожителей привело к сообщению о том, что существуют генетические варианты, сильно ассоциированные с исключительным долгожительством, это привлекло внимание средств массовой информации и научной общественности. Сообщение вызвало также скептицизм генетиков. То, что индивидуальные генетические варианты могут иметь большое влияние на такой сложный признак, как долгожительство, было абсолютно неожиданным. Как оказалось, по крайней мере, некоторые из этих результатов стали неожиданными просто потому, что были ошибочными. При отзыве этой статьи, который был опубликован в журнале годом позже, авторы признали техническую ошибку и неадекватный протокол контроля качества.

Несколько принципов хорошо знакомы ветеранам науки. Один из них: чем более неожиданным является результат, тем менее вероятно, что он правилен. Мы не можем знать, был ли этот принцип проанализирован в каком-либо исследовании. Тем не менее в мире, где неожиданные результаты могут приводить к публикациям в престижных журналах, аплодисментам и передовицам в “Нью-Йорк таймс”, легко понять, что возможно всепоглощающий соблазн двинуться от открытия к публикации без должной проверки результатов.

В действительности никогда не было так легко получать высокоимпактные ложно позитивные результаты, как в геномную эру, когда массивные сложные биологические данные дешёвы и доступны. Для ясности: большинство экспериментов в масштабах полного генома даёт реальные результаты, которые было бы невозможно выявить путём исследований, направляемых гипотезой. Однако охота за биологическими сюрпризами без должных мер предосторожности может легко давать богатый урожай артефактов и способствовать появлению высокоимпактных статей, основанных всего лишь на систематическом экспериментальном шуме.

Статьи с ложными данными причиняют вред не только их авторам, они иницируют безнадёжные

проекты и ведут к падению престижа геномных исследований. Чтобы минимизировать вред, рецензенты и редакторы должны выработать стандарты, выполнение которых требуется для того, чтобы квалифицировать находку как факт».

Далее автор рассуждает об источниках ошибок, а именно, о двух. Во-первых, из-за исключительно большого размера генома очень необычный результат может появляться случайно чаще, чем этого интуитивно ожидаешь. Здесь полезно использовать статистику. Во-вторых, все высокопроизводительные геномные технологии влекут за собой ошибки, некоторые из них могут быть систематическими и на неопытный взгляд показаться интересным биологическим явлением. В результате возможны ложные заключения.

Большие массивы данных приводят к ошибкам не только в секвенировании [14–16]. Причём распутывание таких противоречий после того, как результаты опубликованы, может занять годы. Предлагаются меры, позволяющие снизить вероятность публикации ложно позитивных результатов, но я не буду на этом останавливаться.

В вышеупомянутом выпуске “Nature” появился также редакторский комментарий [12] под названием “Предрасположенность к ошибкам”. В нём говорится: “Геномика имеет потенциал для совершения революции в медицине, но становится всё более ясным, что эта область вынуждена иметь дело с возрастающим количеством болезненных проблем... В настоящее время многие области наук о жизни оперируют массивными объёмами данных, так что связанные с этим артефакты не ограничиваются геномикой. В результате снова и снова биологи неправильно планируют эксперименты и подают в печать недоработанные материалы, например, полученные с недостаточным для статистического анализа количеством образцов, а затем возвещают о случайных результатах как о биологических эффектах”. Этот редакторский комментарий также заканчивается призывом ввести стандарты контроля качества результатов и следовать им.

Какими видятся эти стандарты, можно узнать из редакционной статьи, опубликованной в “Science” 16.10.2012 г. [17]. В ней, в частности, говорится, что современные технологии облегчают плагиат и манипуляцию данными, которые приводят к неверным результатам. Возрастающее давление на учёных, вынуждающее их публиковать статьи в высокорейтинговых журналах, чтобы получить шансы на более высокую профессиональную позицию, также создают стимул для подлога. Боюсь, исправить положение и с помощью предлагаемых авторами статьи стандартов контроля качества не удастся.

Отзыв статей принял такие масштабы, что с 2010 г. действует регулярно обновляемая база

данных Retraction Watch (Наблюдатель отзыва статей) [18]. По утверждению её создателей, в базе уже 16 000 записей, только в 2017 г. их появилось более 1000. И это больше, чем в 2016 г., когда по подсчётам Medline (крупнейшая библиографическая база статей по медицинским наукам) число отзывов составило 650 [19]. Ежегодно достоянием гласности становятся 10 наиболее ярких случаев. Приведу два примера, обнародованных сайтом Retraction Watch в декабре 2017 г.

«Определённо стыдно», – так лауреат Нобелевской премии Дж. Шостак из Гарвардского университета описал отзыв в декабре 2016 г. своей с коллегами статьи в “Nature Chemistry” после того, как исследователь из его лаборатории не смог воспроизвести результаты, которые группа приписала честной ошибке. Шостак оказался не единственным нобелевским лауреатом, отозвавшим статью в том же году. В октябре “Science” отказался от статьи Б. Битлера, лауреата Нобелевской премии 2011 г. по физиологии и медицине, опубликованной в 2014 г., также по причине невозможности воспроизвести результаты». И другой пример: «Май был неудачным для Р. Сегера. Этот молекулярный биолог из Института Вайцмана (Израиль) потерял девять статей за один день, все они опубликованы в “Journal of Biological Chemistry”. Причина – подделка иллюстраций. Сегер, у которого 11 отзывов статей, находится под следствием в его учреждении, и ему запрещено руководство аспирантами» [20].

**Нобелевский лауреат по физиологии и медицине 2013 г. Р. Шекман призывает бойкотировать высокорейтинговые журналы, поскольку они развращают науку изнутри.** Одна из очень важных его публикаций «Как журналы, подобные “Nature”, “Cell” и “Science”, вредят науке» [21], масса откликов на неё доступны по ссылкам [22]. По словам Шекмана, он как бывший главный редактор “Proceedings of the National Academy of Sciences” больше не будет отправлять статьи в “роскошные” научные журналы, потому что они «агрессивно продвигают свои бренды, более способствуя продажам подписок, чем стимуляции наиболее важных исследований. Подобно модным дизайнерам, которые выпускают в продажу ограниченное количество сумочек или костюмов, эти журналы искусственно ограничивают число принимаемых статей. Эксклюзивные бренды затем продаются с помощью трюка под названием “импакт-фактор” – оценки каждого журнала, основанной на количестве цитирований его публикаций исследователями, работающими в данной области. Это влияет на науку, создаёт пузыри в модных (уже достаточно продвинутых. – *Е.С.*) областях, где исследователи могут (безопасно. – *Е.С.*) выдвигать смелые утверждения, которые эти журналы хотят видеть на своих страницах, создавая препятствия другим важным работам. Привлека-

тельность элитного журнала может способствовать “срезанию углов” (Шекман использует спортивный термин, обозначающий запрещённые приемы для достижения победы, иными словами, фальсификацию данных, чтобы добиться публикации статьи. – *Е.С.*) и приводит к увеличению количества статей, которые затем отзываются как ошибочные или мошеннические».

При этом высокая цитируемость конкретной статьи никак не связана со средней высокой цитируемостью всех статей, опубликованных в данном журнале. Если она есть, это никак не связано с качеством статьи. Шекман пишет: “Статья может хорошо цитироваться потому, что она сообщает важный научный результат, или потому, что она привлекает глаз провокационным заголовком, или, наконец, потому, что она ошибочна. Редакторы люксового журнала знают об этом, поэтому они принимают статьи, которые будут цитироваться, потому что их авторы исследуют модные темы или публикации содержат бросающиеся в глаза заявления. Наука должна разрушить тиранию роскошных журналов. Результатом будут более качественные исследования, соответствующие интересам науки и общества. Финансисты и университеты также должны играть определённую роль, убеждая комитеты, решающие вопросы грантов и должностей, судить о статьях не по тому, где они публикуются. Научное качество, а не импакт-фактор журнала – вот что имеет значение. Самое главное – мы, учёные, должны принять меры. Как и многие успешные исследователи, я публиковал в высокопрестижных журналах в том числе и статьи, которые принесли мне Нобелевскую премию. Но больше этого не будет. Я решил избегать роскошных журналов и призываю других поступать аналогичным образом” [21].

В своё время А. Гумбольдт сформулировал знаменитую триаду: “Всякая истина проходит в человеческом уме три стадии: сначала – какая чушь!; затем – в этом что-то есть; наконец – кто же этого не знает!”. Публикации и гранты, хотя и с трудом, всегда были возможны на стадии “в этом что-то есть”. И скорее всего, даже на этой стадии сегодня престижные журналы не рискнут публиковать такие статьи. А ведь великие открытия начинались со стадии “какая чушь”. Этому есть много подтверждений, некоторые из них приведу ниже.

**Многие работы, содержащие важнейшие фундаментальные открытия, отвергались ведущими журналами или грантовыми агентствами.** Как это происходит, показывает замечательный пример М. Капеччи, лауреата Нобелевской премии по физиологии и медицине 2007 г. У него возникла идея, как осуществлять так называемый нокаут генов, то есть направленно разрушать заданные в геноме гены.

В 1980 г. он подал заявку на получение гранта от Национального института здоровья США и получил отрицательный ответ. Четыре года спустя Капеччи, всё-таки изыскавший средства для работы над “нестоящим” проектом, продемонстрировал успешность предложенной им технологии и вновь подал заявку на грант в тот же Национальный институт здоровья. На этот раз его заявление приветствовали с энтузиазмом: из стадии “какая чушь” работа перешла в стадию “в этом что-то есть”. А сегодня она уже в стадии “кто же этого не знает”: технологию Капеччи широко применяют, статьи, авторы которых её используют, охотно публикуют.

В статье Ж.М. Кампанарио [23] отмечается, что в июне 1937 г. “Nature” отверг письмо Г. Кребса, в котором описывался цикл лимонной кислоты. В 1953 г. Кребс получил Нобелевскую премию по физиологии и медицине за это открытие. В статье приводится и другой факт: “Nature” первоначально отверг статью о работе Х. Мишеля, немецкого биохимика, за которую он получил Нобелевскую премию по химии 1988 г. Учёный определил трёхмерную структуру мембранного белкового комплекса, обнаруженного в некоторых фотосинтетических бактериях, — он играет решающую роль в иницировании фотосинтеза.

В другой статье Кампанарио обсуждает случаи, в которых 19 будущих лауреатов Нобелевской премии столкнулись с сопротивлением со стороны научного сообщества в отношении их открытий, и примеры, когда 24 будущих нобелевских лауреата встретили сопротивление со стороны редакторов научных журналов или рецензентов, которые не поддерживали публикации статей с описанием открытий, впоследствии принесших авторам высшую научную награду [23]. Из этого списка меня больше всего поразило непризнание работ Дж.У. Биддла и Э.Л. Татума, получивших Нобелевскую премию по физиологии и медицине 1958 г. за открытие того факта, что “гены действуют путём регулирования определённых химических событий”.

Работая с хлебной плесенью *Neurospora crassa*, Биддл и Татум сформулировали важнейший принцип: один ген — один фермент (не буду останавливаться на его современном понимании). Биддл вспоминает: “В ретроспективе возникает вопрос, как такие важные выводы могут быть настолько основательно недооцениваемыми и игнорируемыми в течение стольких лет. Очевидно, что время не было готово к их надлежащей оценке. Даже в 1941 г., когда мы с Татумом впервые сообщили об индуцированных генетико-биохимических изменениях в *Neurospora crassa*, немногие были готовы принять то, что казалось нам убедительным... скептиков было много, новообращённых мало... даже во время симпозиума по количественной биологии

1951 г. скептиков было ещё много (цит. по [24])”. Интересно, что через три года после публикации статьи по нейроспоре Биддл узнал о работе А. Гэррода, английского врача, показавшего, что болезнь алкаптонурия, характеризующаяся тёмной мочой у пациентов, наследуется, подчиняясь законам Менделя. При жизни Гэррода его открытие осталось непризнанным: генетики не обратили на него внимания, а медики не поняли медицинского значения. Та же грустная история! Надо отдать должное Биддлу — он, что бывает редко, признал приоритет Гэррода.

Мы видим в России, как создаётся то, что Шекман назвал пузырями. Одни и те же исследователи, нашедшие способы размещать свои статьи в престижных журналах, получают у нас гранты, это способствует новым публикациям и, следовательно, новым грантам. Создаётся “пузырь”, который часто не зависит от реальной значимости темы и, возможно, отвлекает деньги от пионерских исследований, не набравших ещё большой публикационной силы, то есть не вошедших в стадию “в этом что-то есть”. Шекман далеко не единственный, кто обращает внимание на проблему конфронтации между наукой и престижностью публикации. К сожалению, соблазн публикации слишком велик.

**Публикация в престижном журнале может принести хорошую должность, приглашения на конференции, гранты и денежные призы,** — утверждает в статье журнала “Nature” от 16.10.2013 г. [25]. Я остановлюсь на ней более подробно, поскольку, на мой взгляд, она несёт информацию, над которой имеет смысл задуматься нашим администраторам разных уровней, да и для учёных она небезынтересна.

Исследователи говорят, что публикация в престижном журнале может помочь сделать карьеру. На протяжении многих десятилетий наиболее популярными из этих журналов были “Nature” и “Science” — широко читаемые издания, которые, отмечу, отвергают более 90% получаемых их редакциями рукописей. Однако издательский мир быстро меняется, и ведущие издания сталкиваются с растущей конкуренцией. Движение за публикации с открытым доступом набирает обороты; с 2010 г. появилось более 5000 (!) журналов с открытым доступом. Они привлекают всё большую долю статей, угрожая популярности ведущих журналов.

Некоторые сторонники движения открытого доступа атакуют “Science” и “Nature”, называя их “гламурными журналами”. Они говорят, что престиж журналов — часть бизнес-модели, в которой “горячие” научные находки используются для оправдания высоких тарифов на подписку. Многие ведущие учёные опасаются, что слишком много внимания уделяется тому, где исследователи публи-

куются, а не тому, что они сделали, что публикации в “Science”, “Nature” и подобных им неоправданно сильно влияют на карьеру учёного. “Это похоже на какую-то наркозависимость”, – пишет С. Карри, профессор структурной биологии из Имперского колледжа Лондона, в своём блоге “Reciprocal Space” (<http://occamstypewriter.org/scurry>).

Некоторые учёные предпринимают активные шаги, чтобы подорвать влияние ведущих журналов. В декабре 2012 г. сотни научных руководителей, редакторов журналов (включая “Science”, но не “Nature”), представителей структур, финансирующих научные исследования, и других организаций собрались в Сан-Франциско, чтобы принять Декларацию об оценке исследований (Declaration on Research Assessment, DORA), в которой критиковалась зависимость от воздействия импакт-фактора и которая обязывала подписавшие стороны оценивать исследования на основе их научных достоинств. К декларации присоединились более 9000 человек и 360 учреждений. DORA рекомендует учреждениям “чётко указать критерии, используемые для достижения решений о найме, постоянной должности в штате университета и продвижении по службе, подчёркивая, особенно для начинающих исследователей, что научное содержание статьи гораздо важнее, чем библиометрические показатели публикации или значимость журнала, в котором статьи были опубликованы”. Последствия решений этой конференции приведены в недавней статье “Пять лет пост-DORA: поощряя наилучшую практику оценки исследований” [26]. Коротко упомяну наиболее важные из них.

В первую очередь гласность вокруг DORA, в том числе информация о количестве и уровне учёных и организаций её подписавших, послужили катализатором диалога внутри международного научного сообщества. В результате учёные, финансирующие организации и академические институты начали разрабатывать новые, более эффективные средства оценки качества вклада отдельных лиц в исследования. За последнее пятилетие произошло несколько весьма положительных изменений. Одно из них состоит в том, что финансирующие организации в Европе (EMBO, Wellcome Trust и др.), в США (Национальные институты здравоохранения, Национальный научный фонд), Австралии, Канаде и других странах создали, усовершенствовали и/или более чётко изложили свои руководящие принципы по сокращению использования импакт-факторов. Отмечу также, что научные общества, в частности EMBO и ASCB, используют теперь импакт-фактор-независимые механизмы для оценки потенциальных претендентов на должности младшего и старшего уровней. Существенно и то, что исследователи разрабатывают новые показатели уровня статей, которые обеспечивают более точный и прозрачный подход к оценке результатов исследова-

ний. Многие журналы, в том числе “Molecular Biology of the Cell”, “Science”, “eLife” издания Public Library of Science и Американского общества микробиологии, дистанцируются от своих импакт-факторов, больше не отображая эти показатели на своих веб-сайтах. В статье “Пять лет пост-DORA...” содержится призыв к исследователям публиковать статьи там, где они считают правильным, и не тратить время на попытки войти в список журналов верхнего уровня.

\* \* \*

Я уверен, что большинство учёных осознают ненормальность сложившейся в науке ситуации, более того, думаю, что и многие руководители науки тоже. Однако проще придерживаться формальных оценок, чем попытаться выработать объективные критерии качества исследований, поэтому импакт-фактор стал единственным или основным критерием оценки. (Если говорить о библиометрических показателях, более корректно использование индекса цитирования, хотя он тоже имеет свои недостатки.) Вследствие этого учёные, заняты очень важными исследованиями, но по тем или иным причинам не имеющие публикаций на данном этапе, оказываются обойдёнными.

Мне повезло в своё время выполнять работы по созданию первого отечественного рекомбинантного интерферона, результаты которых очень мало публиковались, но сыграли существенную роль в отечественной медицине и, что немаловажно, помогли руководству АН СССР, в частности вице-президенту Ю.А. Овчинникову и академику-секретарю А.А. Баеву, убедить руководство страны в том, что развитие биотехнологии и физико-химической биологии крайне важно и что на эти направления следует выделить достойные деньги. Эта моя работа практически не цитируется, но я считаю её одной из самых значительных в своей научной биографии.

В моей лаборатории работает группа талантливых молодых людей, которые создали генно-терапевтический противоопухолевый препарат и сейчас пробивают лбом стену, проводя его доклинические испытания. Это требует гигантских усилий, поскольку в мировой практике только один препарат такого рода получил разрешение на использование, и у “разрешительных” инстанций нет соответствующего опыта, нет выработанных критериев оценки. Конечно, такая работа не может сопровождаться многочисленными публикациями, как в своё время и исследования по интерферону. Думаю, что в стране есть и будут впредь многие другие подобные примеры. Поэтому критерии значимости исследования должны учитывать многие факторы, которые при разумной экспертной оценке, несомненно, могут быть учтены. Это поможет правильному, а не “пузыреподобному” развитию нашей науки.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Свердлов Е.Д.* Миражи цитируемости. Библиометрическая оценка значимости научных публикаций отдельных исследователей // Вестник. РАН. 2006. № 76. С. 1073–1085.
2. <https://www.nature.com/news/stem-cell-pioneer-blamed-media-bashing-in-suicide-note-1.15715#/correction1>
3. <http://www.nature.com/news/stap-1.15332>
4. *Cyranoski D.* Research integrity: Cell-induced stress // Nature. 2014. V. 511. P. 140–143.
5. <http://www.nature.com/news/reproducibility-1.17552>
6. *Sarewitz D.* The pressure to publish pushes down quality // Nature. 2016. V. 533. P. 147.
7. *Алексенко И.В., Пleshкан В.В., Монастырская Г.С. и др.* Принципиально низкая воспроизводимость молекулярно-генетических исследований рака // Генетика. 2016. № 52. С. 1–16.
8. *Begley C.G., Ellis L.M.* Drug development: Raise standards for preclinical cancer research // Nature. 2012. V. 483. P. 531–533.
9. *Kaiser J.* The cancer test // Science. 2015. V. 348. P. 1411–1413.
10. *Begley C.G., Ioannidis J.P.* Reproducibility in science: improving the standard for basic and preclinical research // Circ Res. 2015. V. 116. P. 116–126.
11. *Baker M.* 1500 scientists lift the lid on reproducibility // Nature. 2016. V. 533. P. 452–454.
12. Editorial. Error prone // Nature. 2012. V. 487. P. 406.
13. *Macarthur D.* Methods: Face up to false positives // Nature. 2012. V. 487. P. 427–428.
14. *Lin C.Y., Loven J., Rahl P.B. et al.* Transcriptional amplification in tumor cells with elevated c-Myс // Cell. 2012. V. 151. P. 56–67.
15. *Loven J., Orlando D.A., Sigova A.A. et al.* Revisiting global gene expression analysis // Cell. 2012. V. 151. P. 476–82.
16. *Marshall E.* Genetics. Cancer gene data casts doubt on popular research method // Science. 2012. V. 338. P. 593.
17. *Nath I., Winnacker E.L.* Responsible research conduct // Science. 2012. V. 338. P. 863.
18. <http://retractiondatabase.org/RetractionSearch.aspx?AspxAutoDetectCookieSupport=1>
19. <https://www.the-scientist.com/?articles.view/articleNo/51195/title/Top-10-Retractions-of-2017>
20. <http://retractionwatch.com/2017/12/18/top-10-retractions-2017>
21. *Schekman R.* How journals like Nature, Cell and Science are damaging science // Guardian. 2013. 9 December
22. <https://www.theguardian.com/commentisfree/2013/dec/09/how-journals-nature-science-cell-damage-science>; [https://evolutionnews.org/2013/12/sign\\_of\\_the\\_tim](https://evolutionnews.org/2013/12/sign_of_the_tim)
23. *Campanario J.M.* Not in our Nature // Nature. 1993. V. 361. P. 488.
24. *Campanario J.* Rejecting and resisting Nobel class discoveries: accounts by Nobel Laureates // Scientometrics. 2009. V. 81. P. 549–565.
25. *Reich E.S.* Science publishing: The golden club // Nature. 2013. V. 502. P. 291–293.
26. *Schmid S.L.* Five years post-DORA: promoting best practices for research assessment // Mol Biol Cell. 2017. V. 28. P. 2941–2944.

ПРОБЛЕМЫ  
ЭКОЛОГИИ

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ ОЗЁРНОГО ФОНДА  
ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

© 2018 г. В.А. Румянцев\*, А.В. Измайлова\*\*, В.Г. Дробкова\*\*\*,  
С.А. Кондратьев\*\*\*\*

*Институт озероведения РАН, Санкт-Петербург, Россия*

*\*E-mail: rum.ran@mail.ru; \*\*E-mail: ianna64@mail.ru;*

*\*\*\*E-mail: drabkova@limno.org.ru; \*\*\*\*E-mail: kondratyev@limno.org.ru*

Поступила в редакцию 12.01.2018 г.

В статье представлены результаты оценки озёрного фонда Европейской части России с учётом неравномерности его распределения по территории. Проанализирована информация о количественных и качественных изменениях, произошедших с озёрным фондом ЕЧР на протяжении второй половины XX – начала XXI в. Выявлены основные экологические проблемы озёр, связанные с их негативными изменениями под воздействием антропогенных факторов, и намечены пути их решения.

*Ключевые слова:* озёрный фонд, водные ресурсы, экологическое состояние озёрных экосистем, эвтрофирование, заиление, токсическое загрязнение, закисление.

DOI: 10.7868/S0869587318060075

С каждым годом проблемы, связанные с водообеспечением, ощущаются в мире всё более остро, и вопросы оценки запасов пресной воды становятся первоочередными при планировании практически всех видов хозяйственной деятельности. Специалисты фокусируются как на оценках существующих запасов вод, так и происходящих с ними изменений, которые затрагивают их количественные и качественные характеристики. Особое внимание уделяется поверхностным ресурсам, отличающимся наибольшей доступностью. Наряду с речным стоком, который быстро возобновляется, большую долю поверхностных водных ресурсов составляют озёрные воды. Согласно оценкам Государственного гидрологического института, объём возобновляемых водных ресурсов Российской Федерации (включающих речной сток с его подземной частью) достигает 4322 км<sup>3</sup>/год [1], или ~11%

от планетарной величины, что позволяет России считаться одной из наиболее обеспеченных водными ресурсами стран мира, уступая лишь Бразилии (6220 км<sup>3</sup>). Кроме того, по оценкам Института озероведения РАН (ИНОЗ РАН), в озёрах РФ содержится 25 855 км<sup>3</sup> пресной воды [2], то есть более четверти от общих мировых запасов пресных озёрных вод (91 тыс. км<sup>3</sup>) [3].

Несмотря на столь значительные суммарные величины, в силу огромных размеров страны и принадлежности её территории к различным физико-географическим зонам, реальная обеспеченность водными ресурсами жителей различных регионов сильно отличается. Согласно данным Атласа мирового водного баланса [4], почти 1/5 площади России занимает зона недостаточного увлажнения, характеризующаяся естественным дефицитом водных ресурсов. В её пределах сегодня проживает более 40% населения страны, в том числе ~2/3 – на юге Европейской части России (ЕЧР). Дефицит водных ресурсов наблюдается и в центре ЕЧР, отличающемся как повышенной плотностью населения, так и высокой концентрацией промышленного производства при преобладающем развитии отраслей обрабатывающей промышленности. В пределах ЕЧР очень низкая водообеспеченность фиксируется в бассейне р. Северный Донец (0,87 тыс. м<sup>3</sup>/чел.), а низкая (до 5 тыс. м<sup>3</sup>/чел.) – в бас-

РУМЯНЦЕВ Владислав Александрович – академик РАН, научный руководитель ИНОЗ РАН. ИЗМАЙЛОВА Анна Владиленовна – кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник ИНОЗ РАН. ДРАБКОВА Валентина Гавриловна – доктор биологических наук, главный научный сотрудник ИНОЗ РАН. КОНДРАТЬЕВ Сергей Алексеевич – доктор физико-математических наук, заместитель директора ИНОЗ РАН.

сейнах рек Дон, Кубань, Терек, Ока, Клязьма, Сура и Урал [5]. В то же время богатыми водными запасами обладают северные регионы страны, где больше минерально-сырьевых и топливно-энергетических ресурсов. Тем не менее они остаются наименее заселёнными и слабо освоенными. Существенно, что пространственное распределение значительных суммарных водных ресурсов России, как возобновляемых, так и сосредоточенных в водоёмах с замедленным водообменом (озёрах и водохранилищах), плохо согласовано с размещением населения и основных центров промышленного и сельскохозяйственного производства.

Наряду с количественными характеристиками, при оценке доступных для использования вод важна оценка их качества, постепенно снижавшегося на протяжении XX – начала XXI в. в большинстве водотоков и водоёмов страны. В отличие от водотоков, водоёмы представляют собой системы с замедленным водообменом, что ещё больше осложняет их восстановление и приводит к потерям озёрного фонда, в том числе связанным с катастрофическим ухудшением их экологического состояния. Таким образом, чёткое представление о современном состоянии озёрного фонда страны и происходящих с ним изменениях – первостепенная задача при планировании рационального природо- и водопользования.

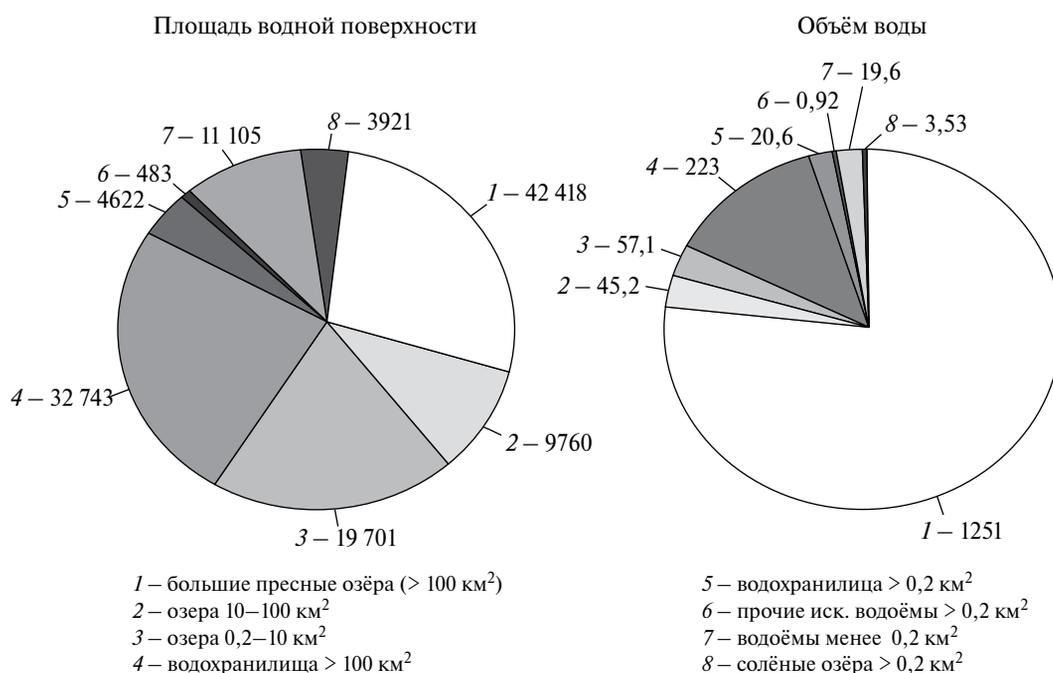
Всестороннее изучение, оценка и прогноз возможных изменений озёрного фонда России – одно из основных направлений исследований ИНОЗ

РАН [6, 7], однако из-за масштабности работы говорить о её быстром завершении не приходится.

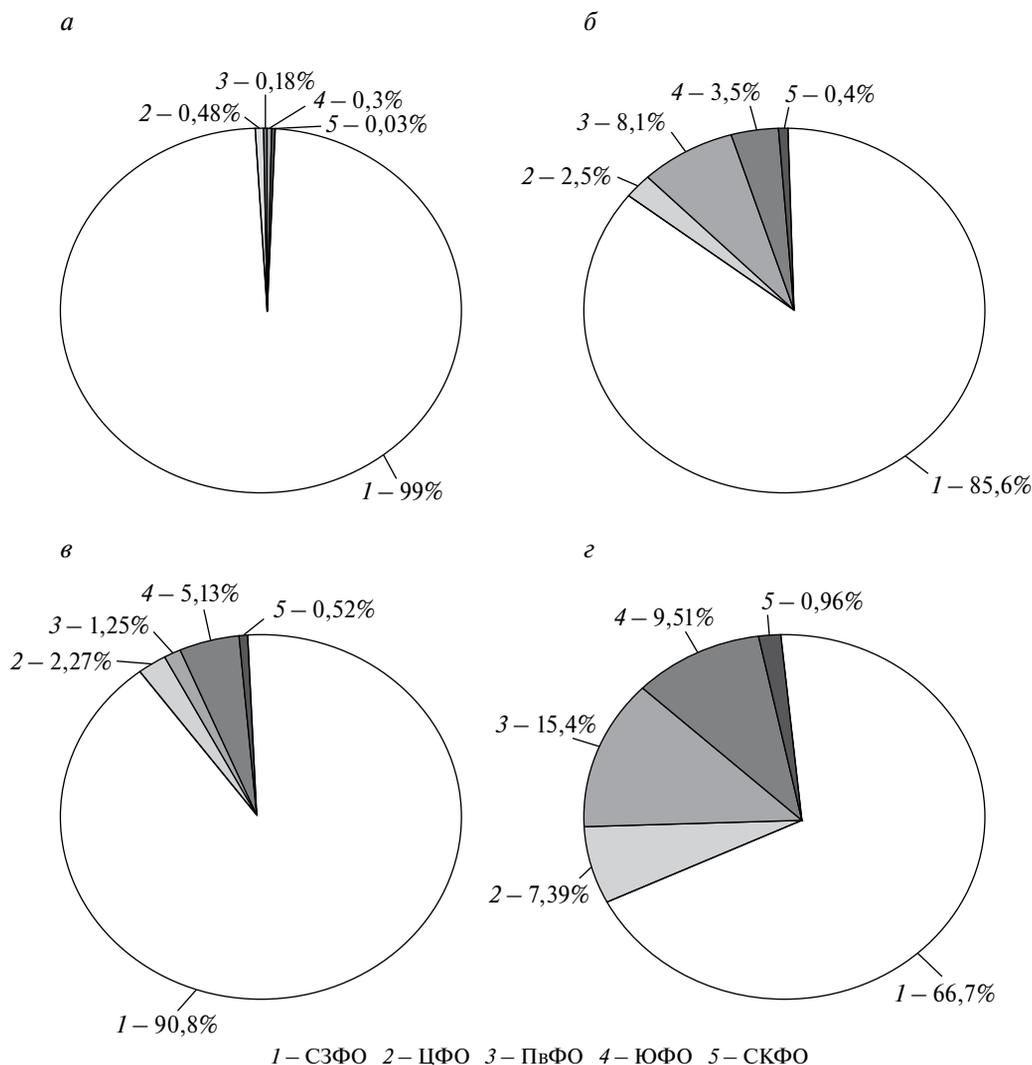
### ОЗЁРНЫЙ ФОНД ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

Согласно оценкам ИНОЗ РАН, в пределах Европейской части России насчитывается около 200 тыс. озёр площадью более 1 га, кроме того, на снимках дешифрируются ещё 410 тыс. естественных водоёмов меньшего размера. Кроме естественных, в пределах ЕЧР находится около 90 тыс. водоёмов искусственного происхождения (прудов, водохранилищ, карьеров, котлованов, водоёмов, возникших на месте торфяных выработок и др.). Суммарная площадь водной поверхности ЕЧР с учётом всех водоёмов естественного происхождения и без учёта российской части акватории Каспийского моря составляет около 84 800 км<sup>2</sup> (в том числе солёных озёр – около 3900 км<sup>2</sup>), площадь водной поверхности искусственных водоёмов – 39 950 км<sup>2</sup>. Водные ресурсы естественных водоёмов ЕЧР составляют около 1370 км<sup>3</sup> воды, из которых 91% приходится на долю больших озёр с площадью зеркала, превышающей 100 км<sup>2</sup>, доля только Ладожского и Онежского озёр составляет ~83%. Ещё около 250 км<sup>3</sup> воды содержится в искусственных водоёмах (рис. 1).

До строительства искусственных водоёмов ~99% вод ЕЧР было сконцентрировано в озёрах, расположенных в границах современного Северо-Западного федерального округа, на который приходит-



**Рис. 1.** Распределение озёрных водных ресурсов Европейской части России в зависимости от их происхождения и размера котловин



**Рис. 2.** Доля федеральных округов, расположенных в пределах ЕЧР, в суммарной величине водных ресурсов озёр Европейской части России (а), в величине вод, содержащихся в естественных и искусственных водоёмах (б), в суммарной площади водной поверхности озёр (в), естественных и искусственных водоёмов (г)

ся ~42% общей площади ЕЧР. Для него характерна и наибольшая площадь водной поверхности, прежде всего для той его части, которая в недавнем геологическом прошлом находилась под покровом валдайского оледенения. За границами валдайского оледенения особенно много озёр в районах распространения многолетнемерзлых пород, однако их суммарный водозапас невелик. Крайне низки суммарные запасы вод, содержащихся в естественных водоёмах Центрального, Приволжского, Южного и Северо-Кавказского федеральных округов (12,9 км<sup>3</sup>, или ~1% водных ресурсов озёр ЕЧР [7]). С целью преодоления водного дефицита здесь построено около 90 тыс. искусственных водоёмов, из которых более 600 имеют площадь зеркала, превышающую 1 км<sup>2</sup>, в том числе 52 водохранилища площадью от 10 до 100 км<sup>2</sup>, и 23 – более 100 км<sup>2</sup>. В этих

водоёмах содержится более 230 км<sup>3</sup> воды, благодаря чему суммарная доля поверхностных вод, заключённых как в естественные, так и в искусственные водоёмы центра и юга ЕЧР, к настоящему времени повысилась почти до 15% (рис. 2), а суммарная площадь водной поверхности увеличилась с 9 до 32% от общей величины по ЕЧР.

Оценка водного фонда озёр ЕЧР включала полный учёт всех водных объектов, площади которых в её центральной и южной частях (характеризующихся малым количеством средних и крупных озёр) превышали 10 га, а северной части (из-за низкой доли малых водоёмов в её суммарных водных ресурсах) – 100 га. Морфометрия водоёмов меньшей площади из-за их огромной численности оценивалась с помощью метода выборочных квадратов. Суть метода заключается в том, что ха-

характеристики, полученные при детальной оценке площади водной поверхности в выборочных квадратах, выступали в качестве репрезентативных аналогов и переносились на остальную часть исследуемой территории, при этом принималась гипотеза о нормальном распределении характеристик малых водоёмов по территории. Число и размеры выборочных квадратов определялись в зависимости от площади оцениваемого региона, они строились в шахматном порядке и покрывали  $\sim 1/8$  площади. В результате были выделены, оцифрованы и рассчитаны площади всех попавших в квадраты водоёмов, определённых на космических снимках с обзорной высоты  $\sim 2$  км (высота укрупнения, на которой чётко дешифрируются водные объекты малой площади), что соответствует картам масштаба 1:10 000.

Проделанная работа позволила сформировать обширную базу современных морфометрических характеристик больших, средних, а также значительного числа малых озёр ЕЧР, превосходящую базу данных по озёрам, включённым в своё время в Водный кадастр. Для всех озёр, вошедших в базу, были определены значения объёмов воды с учётом их средних глубин, которые для морфометрически изученных водоёмов уже измерены, тогда как для неизученных проводилось определение глубин на основе региональных зависимостей, характеризующих связь между различными морфометрическими параметрами озёрных котловин [2].

Новая база данных, содержащая основные морфометрические характеристики озёр, позволила провести сравнение площадей современных водоёмов с площадями озёр, включённых в Водный кадастр. В результате сделан вывод, что увеличение водного фонда за счёт искусственных водоёмов в ряде регионов сопровождалось сокращением фонда естественных водоёмов, вызванным как активизацией антропогенной деятельности, так и непосредственно гидростроительством. Значимые тренды снижения площадей водной поверхности естественных водоёмов выявлены прежде всего в центральной части Русской равнины, а также на юге ЕЧР. Здесь, в наиболее освоенных в хозяйственном отношении регионах, наблюдаются сокращение площадей зеркала (в ряде случаев до 10% и более) и пересыхание ряда водоёмов. Зафиксировано, что сегодня уже практически пересох ряд небольших старичных озёр, внесённых ранее в Водный кадастр, вместе с тем появились группы новых водоёмов. Наряду с гидрогенными водоёмами, для центра ЕЧР характерно также сокращение площадей озёр, расположенных среди постледникового рельефа. Подтверждением наших выводов стали региональные оценки [8–11]. Так, согласно работе [8], многие малые озёра Валдайской возвышенности, Поволжья к началу 1970-х годов в связи

с заилинием потеряли более 50% объёма. Практически полное заиливание ряда водоёмов по причине интенсивного развития эрозионных процессов отмечается в Республике Чувашия и Ульяновской области [9]. В 1950–1960-е годы было полностью заилено 40 из 376 пойменных озёр Чувашии и 143 из 277 водораздельных водоёмов Ульяновской области. Отмечается постепенное сокращение озёр в пределах Республики Татарстан [10] и Псковской области [11].

По сравнению с серединой прошлого века возросло зарастание озёр высшей водной растительностью. В летний период площадь покрытия макрофитами многих озёр центра и юга ЕЧР достигает 70–95%. Произошло заметное зарастание и заболачивание озёр Мещерской низменности, где сконцентрирован ряд относительно крупных водоёмов. Это особенно заметно, если сравнивать данные по площадям озёр, полученные по современным спутниковым снимкам, с данными, собранными сотрудниками Косинской лимнологической станции во время исследований на Мещере в 1920-е годы [12]. Летом большая часть акватории озёр Мещерской низменности покрыта густыми зарослями макрофитов, усилилось заболачивание побережья. Кроме зарастания происходит постепенное сокращение зеркала воды. Расположенность мещерских озёр недалеко от Москвы свидетельствует о том, что наряду с природной ценностью они имеют и высокое рекреационное значение, так что вопрос об их экологическом состоянии весьма актуален.

Уменьшение запасов воды, содержащейся в озёрах, хорошо объясняется теорией старения озёр. Под *старением* подразумевается естественный процесс обмеления и зарастания водоёмов, однако значительное влияние на его скорость оказывает человеческая деятельность, в первую очередь стремительное антропогенное эвтрофирование озёр (повышение уровня первичной продукции вод из-за увеличения в них концентрации биогенных элементов, главным образом азота и фосфора). Ускорившееся из-за активного развития сельского хозяйства поступление с водосбора рыхлого материала способствует постепенному заполнению водной чаши, а в связи с усилившимся биогенным притоком резко повышается содержание в воде биогенных веществ. Это приводит к бурному развитию фитопланктона и макрофитов, вызывающих быстрое зарастание мелководных участков. Среди важнейших причин сокращения площади водной поверхности озёр центра ЕЧР, наряду с ускорившимися в связи с высокой антропогенной нагрузкой процессами старения озёр, можно назвать также практически полное исчезновение естественных ландшафтов, изменение системы дренажа (в том числе из-за гидростроительства), забор вод на раз-

личные нужды и, отчасти, климатические изменения.

Озёрный фонд центра ЕЧР состоит преимущественно из малых водоёмов. Так, на части территории Центрального федерального округа, лежащей южнее границы распространения Валдайского оледенения, из 5,5 тыс. озёр (естественных водоёмов площадью более 1 га) лишь 10 превышают по площади водного зеркала 10 км<sup>2</sup> и около 100 имеют площадь от 1 до 10 км<sup>2</sup>. При этом около 30 тыс. дешифрируемых водоёмов как естественного, так и искусственного происхождения не превышают 1 га. Большинство озёр центра ЕЧР – это старицы, в районах распространения легко вымывающихся пород находятся суффозионные и карстовые озёра. Для части территории, которая была охвачена четвертичными оледенениями эпохи среднего плейстоцена, характерно наличие значительного количества озёр, расположенных среди сохранившегося постледникового рельефа. К числу именно таких водоёмов относятся наиболее крупные озёра центра ЕЧР.

В силу ограниченности озёрного фонда центра ЕЧР, а также наиболее высокой плотности населения и его экономической активности потеря озёр, представляющих рекреационную ценность и являющихся важнейшей средой обитания водной и околководной флоры и фауны, невосполнима. К сожалению, искусственные водоёмы чаще всего не могут заменить естественные в качестве среды обитания редких видов. Необходимо принимать действенные меры по выявлению наиболее ценных в экологическом отношении и наиболее эстетически привлекательных водных объектов и всецело бороться за их экологическое состояние. Сегодня фактически единственный способ сохранения таких озёр – придание им особого охранного статуса. На фоне сокращения озёрного фонда количество озёр, уже получивших охранный статус, в центре ЕЧР должно быть увеличено. Постоянное ухудшение экологической обстановки на большинстве расположенных здесь водоёмов свидетельствует о том, что юридическое закрепление охранного статуса – ещё не решение проблемы. Для сохранения озёр и улучшения их состояния требуется регулярный мониторинг на всех водоёмах, получивших охранный статус, однако в настоящее время он не ведётся.

Значительные изменения озёрного фонда выявлены и на юге ЕЧР, где исчезновение малых водоёмов наиболее заметно. Важнейшую роль в сокращении озёрного фонда здесь играют гидростроительство и забор воды на орошение. Наиболее ярко сокращение озёрного фонда, вызванное гидростроительством, прослеживается в районе Нижней Волги, дельта которой всегда изобиловала ильменями

– водоёмами, образовавшимися после отступления Каспийского моря и сконцентрированными в западной части территории. Расположенные цепочками ильмени пополняются волжскими водами и ориентированы от главного русла в сторону калмыцкой степи. Их питание происходит в основном во время половодья посредством ериков (узких протоков), соединяющих ильмени с более крупными дельтовыми водотоками. В период межени площадь ильменей составляет от нескольких гектаров до 10 и более км<sup>2</sup>. В естественных условиях по режиму питания западные подстепные ильмени (ЗПИ) подразделялись на проточные и обособляющиеся. Проточные располагались в основном вдоль речного русла, их уровенный режим определялся водным стоком рек Волги и Бахтемира. Обособляющиеся находились на севере и западе района, питание их происходило только в половодье, в межень пополняющие их протоки пересыхали.

Со второй половины XX в. большая часть ЗПИ получила искусственное питание, зависящее от механизированной подачи воды. Решение по дополнительному обводнению ильменей было принято после зарегулирования Волги, в 1959 г. начала работать соединяющая их оросительно-обводнительная система. К сожалению, строительство системы не уберегло ильмени от значительных экологических изменений. Тракты механической водоподачи достаточно быстро засорились, и на фоне сократившегося паводочного стока в низовьях Волги ильмени стали недополучать воду. Наиболее удалённые от русла и не заполняющиеся водой в течение нескольких лет ильмени постепенно начали засоляться, превращаясь в солёные озёра.

Таким образом, после зарегулирования Волги и создания Волжско-Камского каскада ГЭС, несмотря на ряд предпринятых мер, изменились сроки обводнения ильменей, снизилась их общая площадь и, соответственно, общий объём содержащейся в них воды. Значительная часть ильменей заилилась и сократилась в размерах, многие ильмени, удалённые от водоисточников рукавов Волги, осолонились или полностью пересохла. Причиной этого стали прежде всего сокращение общего стока Волги, проходящего через её низовье, и изменение режима притока воды в ильмени, снижение объёма весеннего половодья и его продолжительности. Негативное влияние оказали многолетние русловые деформации в рукаве Бахтемира, уменьшение суммарных площадей поперечного сечения русел водотоков, питающих ильмени, и проведение различных хозяйственных мероприятий.

Сравнение современных (осреднённых) площадей водной поверхности наиболее крупных ильменей [13] с площадями, зафиксированными в Водном кадастре, то есть полученными в 1960-е годы,

показало, что за прошедшие полвека площадь ильменей, превышающих 1 км<sup>2</sup>, сократилась в 1,7 раза, а количество таких водоёмов – в 1,5 раза. Согласно проведённой оценке, площадь водной поверхности ЗПИ при суммировании всех водоёмов, превышающих 1 км<sup>2</sup>, составляет около 465 км<sup>2</sup>, причём количество таких водоёмов – чуть менее 200. Согласно же данным Водного кадастра, площадь водной поверхности ЗПИ при суммировании водоёмов, превышающих 1 км<sup>2</sup>, в 1960-е годы составляла около 800 км<sup>2</sup>, а количество таких водоёмов было около 300.

Наряду с количественными потерями озёрных вод, зарегулирование Волги и связанные с этим изменения в её дельте, в том числе в районе ЗПИ, привели к существенным потерям ихтиофауны, размножающейся в дельте. Современное поступление воды в низовья реки для обводнения нерестилищ не синхронизировано со сроками наступления нерестовых температур. В результате нерест и раннее развитие молоди, особенно в маловодные годы, происходят в несвойственных экологических условиях, с низкой эффективностью пополнения запасов [14].

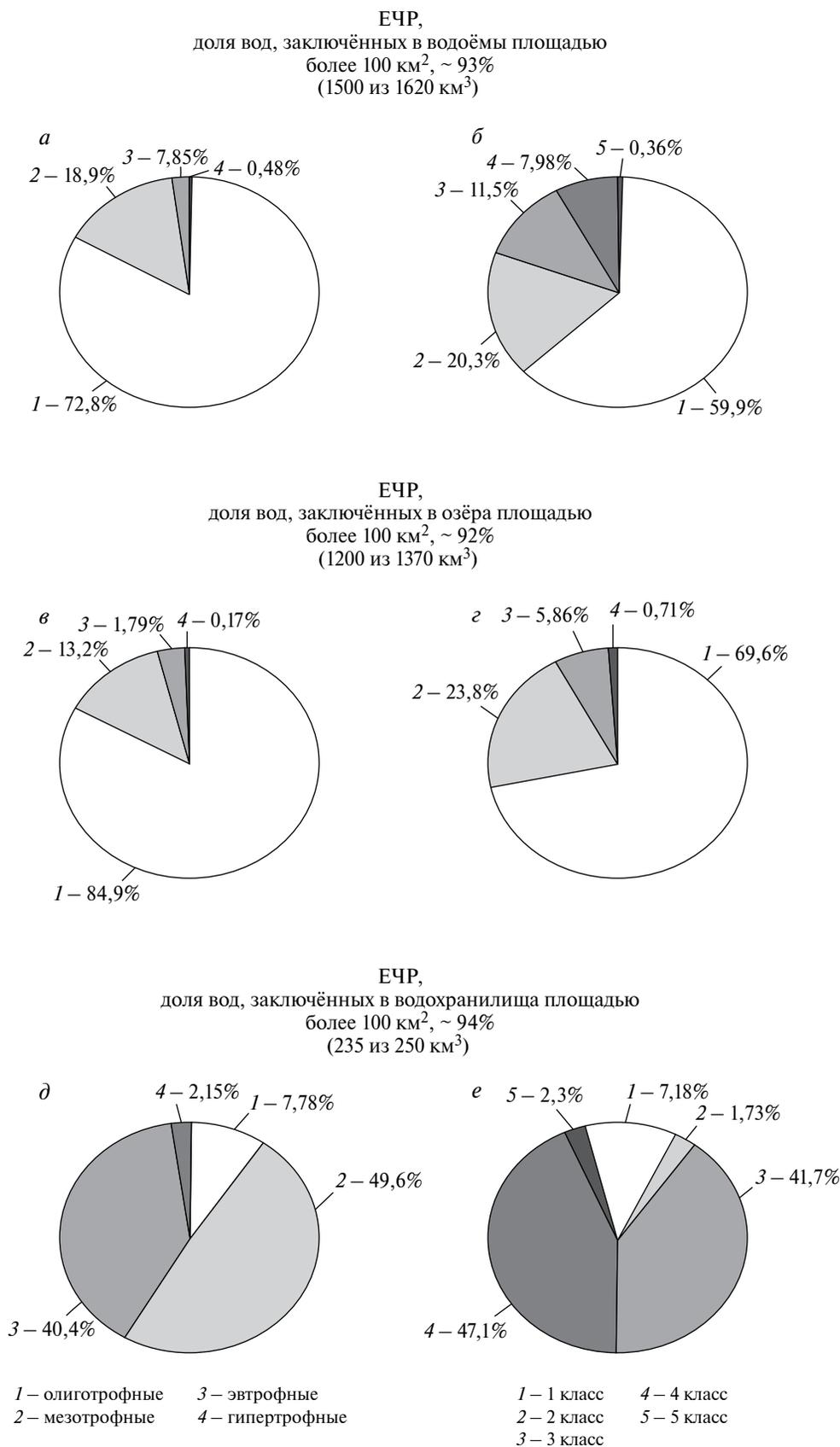
Для решения проблемы водообеспечения региона западных подстепных ильменей и восстановления рыбного потенциала дельты Волги нужно пересмотреть основные правила эксплуатации волжских водохранилищ с учётом обеспечения необходимых требований по сохранению природных комплексов низовьев Волги, а также проводить комплексные гидромелиоративные мероприятия в её дельте и в Волго-Ахтубинской пойме. Перспективы выхода из сложившейся ситуации улучшились после принятия федеральной целевой программы “Развитие водохозяйственного комплекса РФ в 2012–2020 годах” и подготовки в её рамках комплексной долгосрочной целевой программы “Развитие водохозяйственного комплекса Астраханской области в 2012–2020 годах”.

Отметим, что широкомасштабное гидротехническое строительство искусственных водоёмов на юге страны, в том числе крупных водохранилищ, связанных между собой системами перебросок стока, в ряде случаев привело и к положительным результатам. Так, в Республике Калмыкия оно способствовало частичному распреснению озёр, расположенных вдоль трасс переброски стока или вошедших в состав водохранилищ. К сожалению, наряду с распреснением, во многих озёрах (прежде всего в озёрах Сарпинской группы) произошло существенное ухудшение качества воды из-за поступления в них сбросных и дренажных вод с полей, орошаемых с помощью системы переброски стока. Кроме того, многие изначально распреснённые озёра со временем стали вновь засоляться.

## АНТРОПОГЕННАЯ МОДИФИКАЦИЯ ОЗЁРНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Одна из особенностей России – сосредоточение основной части населения в Европейской части страны, где наиболее развита экономика. В связи с этим антропогенное давление на её водные ресурсы всегда несопоставимо выше, чем в Азиатской части. На протяжении XX в. оно постоянно усиливалось, отрицательно сказываясь на озёрных экосистемах. В результате значительным модификациям подверглись даже такие крупнейшие водоёмы Европы, как Ладожское и Онежское озёра. Среди важнейших негативных процессов, происходящих в озёрах в связи с человеческой активностью, – антропогенное эвтрофирование, токсическое загрязнение, заиливание и закисление. На экологическое состояние крупнейших водоёмов, характеризующихся повышенной буферной способностью и обладающих значительной ёмкостью, влияют прежде всего эвтрофирование и токсическое загрязнение, тогда как для малых, средних и крупных мелководных озёр одинаково опасны все процессы.

Наиболее серьёзное загрязнение крупнейших водоёмов Северо-Запада России наблюдалось в 1970–1980-е годы, однако благодаря программам по их всестороннему комплексному изучению и принятым на их основе природоохранным мерам дальнейшее развитие негативных процессов удалось приостановить и добиться к началу XXI в. существенного улучшения качества воды таких озёр, как Ладожское, Онежское, Имандра и ещё целого ряда больших озёр Северо-Запада ЕЧР. Так, резкое ухудшение экологического состояния Ладожского озера стало проявляться к концу 1970-х – началу 1980-х годов. Содержание минерального фосфора в центральной и северной частях озёра увеличилось в 4–5 раз, в южной и восточной – в 3 раза и достигало 26 мкг/л [15]. В связи с резким увеличением поступления фосфора уровень развития фитопланктона в прибрежной зоне к концу 1970-х годов вырос по сравнению с 1960-ми годами в 4–5 раз, зоопланктона – в 2,5 раза, бактериопланктона – в 3 раза [16]. Озеро на большей части акватории перешло в мезотрофное состояние (со средним уровнем первичной продукции). Опасных значений достигла токсическая загрязнённость прибрежных территорий, в приустьевых участках рек и вблизи выпусков сточных вод отмечалось присутствие хлорорганических пестицидов, солей тяжёлых металлов, нефтепродуктов и фенолов. Концентрация высокомолекулярных соединений в бухте Петрокрепость, Волховской губе, районе Питкяранты значительно превышала ПДК. На ряде загрязнённых участков дна в полисапробных зонах исчезли многие типичные представители ладожской фауны (район г. Приозёрска, шхеры у г. Сортавалы, район г. Питкяранты и др.). Под влиянием токсичных ксенобиотиков у некоторых планктонных и бентосных организмов



**Рис. 3.** Трофический статус вод, заключённых в водоёмы Европейской части России площадью более 100 км<sup>2</sup>  
а – все водоёмы; в – озёра; д – водохранилища; класс загрязнения вод: б – все водоёмы; г – озёра; е – водохранилища

появились различные морфологические отклонения от нормы. В озере резко сократились запасы судака, палый, озёрного лосося и озёрной форели, на грани вымирания оказался атлантический осётр. У выловленных рыб в наружных покровах, внутренних органах и мясе обнаружена высокая концентрация токсических веществ [17].

Неблагополучная экологическая ситуация повлияла и на население региона. У жителей, проживающих вблизи озера, прежде всего вблизи целлюлозно-бумажных предприятий, наблюдался повышенный уровень злокачественных новообразований, болезней органов пищеварения и мочеполовой системы. В отдельных прибрежных районах с активной хозяйственной деятельностью в воде и грунте были выявлены высокие концентрации патогенных микроорганизмов и опасных для здоровья людей токсикантов [18].

С целью реабилитации Ладожского озера потребовалось принятие ряда крупных мер, направленных на восстановление его нормального экологического состояния. Одним из первых мероприятий, оказавших положительное влияние на экосистему озера, стал полный запрет молевого сплава леса по рекам бассейна. Однако наиболее радикальные меры последовали после принятия двух специальных постановлений Совета Министров СССР (1984 и 1987 гг.) об охране и рациональном использовании природных ресурсов озёр Ладожского бассейна. В итоге были закрыты Приозёрский ЦБК и аналогичное предприятие в Харлу, построена установка по биологической очистке стоков и перенесён выпуск сточных вод в Питкяранте, изменена технология подготовки сырья на Волховском алюминиевом заводе. Усилился и общий контроль за исполнением действовавших в то время природоохранных нормативов. Как результат уже к началу 1990-х годов качество ладожской воды частично восстановилось, её токсическая загрязнённость снизилась до состояния 1970-х годов, началась медленная реолиготрофикация водоёма (олиготрофные водоёмы имеют невысокий уровень первичной продукции). Вновь стали встречаться некоторые почти исчезнувшие реликтовые виды [19]. Сегодня трофический статус центральной части акватории озера в целом оценивается как слабomezотрофный (при олиготрофном характере гиполимниона), северной – олиготрофный, западной – мезотрофный, южной – слабоэвтрофный [20]. Из-за высокой инертности огромных водных масс процесс полного восстановления озера пока не завершён.

Значительно медленнее восстановление проходило на крупных мелководных водоёмах. Так, до настоящего времени продолжают процессы антропогенного эвтрофирования Чудско-Псковского озёрного комплекса, являющегося объектом при-

стального изучения как российских, так и эстонских лимнологов. Несмотря на все предпринимаемые меры, состояние входящих в комплекс озёр оценивается от эвтрофного до гипертрофного.

Как уже отмечалось, в наиболее крупных водоёмах с площадью зеркала более 100 км<sup>2</sup> сконцентрировано более 90% озёрных вод ЕЧР. Именно большие озёра определяют стратегический запас озёрных вод страны, что обостряет проблему их экологического состояния. В ИНОЗ РАН было решено провести оценку объёмов воды различного качества, содержащейся в крупнейших озёрах и водохранилищах ЕЧР. В её основу были положены литературные данные, данные ежегодников состояния экосистем поверхностных вод России и материалы государственных докладов “О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации” за 2011–2015 гг. [21–25].

Оценка показала, что более 2/3 вод, содержащихся в озёрах ЕЧР с площадями свыше 100 км<sup>2</sup>, пока остаются олиготрофными и около 60% относятся к 1 классу качества (рис. 3). Такой высокий процент условно чистых вод связан прежде всего с относительно хорошим качеством глубинных вод крупнейших озёр ЕЧР – Ладожского и Онежского – и со значительными запасами воды в больших северных озёрах. В то же время олиготрофные воды присутствуют лишь в крупных северных водохранилищах, тогда как большинство водохранилищ центра ЕЧР относятся к мезотрофно-эвтрофным или эвтрофно-мезотрофным.

Качество вод в больших озёрах намного превосходит качество вод, заключённых в крупных водохранилищах речного типа. Воды 5 класса наблюдаются лишь в водохранилищах (около 2%). Доля вод 4 класса в больших озёрах не превышает 1%, а в водохранилищах она составляет чуть менее половины суммарных ресурсов. Гипертрофные воды встречаются как в озёрах, так и в водохранилищах, их доля оценивается, соответственно, в 0,17 и 2,15%.

Несмотря на то что в крупных озёрах ЕЧР объёмы условно чистых вод пока ещё достаточно высоки, экологическое состояние значительного числа средних и малых водоёмов, прежде всего центра и юга ЕЧР, крайне неблагоприятно. Основная масса загрязняющих веществ попадает в расположенные здесь водоёмы с речным стоком, в частности, огромное влияние оказывают стоки с сельскохозяйственных земель, а также промышленных предприятий, находящихся и в непосредственной близости, и на значительном расстоянии. В последнем случае вредные вещества попадают в водоёмы аэрогенным путём. Их источником, кроме промышленных предприятий, являются предприятия энергетической отрасли, специализирующиеся на производстве, передаче и распределении электро-

энергии, газа, пара и горячей воды, а также предприятия транспорта и связи. Ещё один фактор, негативно сказывающийся на небольших мелководных водоёмах, – заиление, усиливающееся по мере замещения природных ландшафтов антропогенными. Оно влечёт за собой быстрое зарастание, заболачивание и исчезновение небольших озёр. Снижение уровня водоёмов связано и с сокращением речного притока из-за его существенного забора на орошение и другие нужды. В условиях недостаточного увлажнения обмеление сопровождается увеличением солёности воды и ухудшением её качества. На снижении качества воды и минерализации также может сказываться гидротехническое строительство.

В настоящее время значительным модификациям подверглись экосистемы большинства малых и средних озёр центра и юга ЕЧР. В этой связи необходимо обратить внимание на достаточно низкую лимнологическую изученность данных территорий. Практически не исследуются даже водоёмы, получившие особый охранный статус и объявленные памятниками природы. Протекающие в них процессы не фиксируются, что не позволяет своевременно принять необходимые меры по их охране. И это при том, что большинство водоёмов, имеющих статус памятника природы, обладает уникальной флорой и фауной, потеря которой грозит утратой биологического разнообразия.

В последние десятилетия значительное снижение качества воды наблюдается и в ранее благополучных регионах, таких как европейский Северо-Восток. Активное освоение здесь нефтегазовых месторождений обусловило создание развитой инфраструктуры и привело к увеличению антропогенной нагрузки на экосистемы региона, в том числе усилилось и загрязнение поверхностных вод, включая озёрные.

Северо-Восток ЕЧР отличается низкой заселённостью, однако обладает значительным экономическим потенциалом, прежде всего большими запасами нефти и газа. Здесь находится Тимано-Печорская нефтегазоносная провинция, занимающая по запасам нефти 4 место в России и являющаяся регионом крупномасштабной разведки, добычи и транспортировки нефти и газа. Глубина залегающих углеводородов сравнительно невелика, а их физико-химические свойства отличные, что предопределяет высокую рентабельность большинства месторождений. Наряду с богатейшими нефтегазовыми запасами есть обширные месторождения каменного угля, марганца, никеля, меди, молибдена, горючих сланцев, бокситов, фосфоритов, серы, борита, флюорита, золота, алмазов.

На Северо-Востоке ЕЧР на протяжении уже нескольких десятилетий наблюдается загрязнение

озёрных вод – следствие активно развивающейся добычи нефти и газа, в меньшей степени – разработки месторождений других видов минерального сырья. Среди загрязняющих веществ наибольшее негативное воздействие на экологическое состояние водных объектов оказывают тяжёлые металлы и нефтепродукты. Ещё более усугубляет ситуацию неудовлетворительное техническое состояние трубопроводов нефтедобывающих предприятий. Срок годности значительной их части давно истёк. Коррозионные процессы в трубопроводах – основная причина их разгерметизации.

Исследование антропогенных преобразований в водных объектах, связанных с буровыми работами, проводилось в 1990-е годы сотрудниками ИНОЗ РАН и позволило выявить формирование на рассматриваемой территории специфических техногенных ландшафтов [26]. Мелководные озёра техногенных территорий в наибольшей степени реагируют на антропогенное воздействие, которое затрагивает их функциональные особенности и отрицательно сказывается на их жизнеспособности. Загрязнение озёрных вод было выявлено и сотрудниками Института проблем промышленной экологии Севера Кольского научного центра РАН, изучавшими экологическое состояние озёр в бассейне р. Печоры в 2000–2003 гг. в рамках международного проекта “Устойчивое развитие Печорского региона в изменяющихся условиях природы и общества”. Ряд озёр исследовался повторно спустя несколько десятилетий после 1960-х годов, когда гидрохимический режим полностью определялся природными факторами. Выяснилось, что содержание Fe, Cu, Mn, Al и нефтепродуктов в воде практически всех водоёмов превысило значения ПДК для воды объектов рыбохозяйственного назначения [27]. Концентрации остальных микроэлементов не превышали величин ПДК. Источниками повышенного поступления Fe и Mn в озёра могли стать многочисленные болота, расположенные на водоразделе Печоры, Al и Cu поступали в результате выветривания четвертичных отложений, то есть вследствие геохимических особенностей водосборов. Однако ряд загрязнителей, прежде всего обнаруженные нефтепродукты в концентрациях 110–170 мкг/л, стали исключительно следствием развития нефтегазовой индустрии в регионе [27]. Высокие концентрации нефтепродуктов наблюдались и на значительном расстоянии от основных источников их поступления, поскольку в силу своей гидрофобности они уносились вниз по течению.

С активной нефте- и газодобычей связано и аэротехногенное загрязнение водоёмов, причиной которого также служат разрастающиеся в регионе центры хозяйственного освоения, в частности, Воркутинский промышленный район – крупнейший очаг загрязнения атмосферы, почвы и при-

родных вод. Ежегодный валовой выброс вредных веществ в атмосферу из двух ТЭС, цементного и железобетонного заводов, угольных шахт (Воркутинской и Воргашорской) уже в 1990-е годы составлял 220 тыс. т (пыль, оксид углерода, диоксид серы и др.) [28]. В начале 2010-х годов объёмы промышленных выбросов с предприятий Ненецкого АО составили 158 тыс. т загрязняющих веществ (оксид углерода, диоксид серы и др.), при этом основная часть выбросов от стационарных источников приходилась на ООО «Нарьянмарнефтегаз», ООО «ЛУКОЙЛ-Коми», ОАО «Воркутауголь», ЗАО «Шахта Воргашорская 2» [21]. В 2011 г. в Воркуте отмечался повышенный уровень загрязнения (взвешенные вещества, диоксид серы, оксид углерода, диоксид азота, оксид азота, сероводород, формальдегид, бензапирен). Ухудшение экологического состояния озёр Севера и Северо-Востока ЕЧР связано и с возросшим загрязнением вод р. Печоры. Воде рек бассейна Печоры присуждается в основном «3 класс, разряд А – загрязнённая», «3 класс, разряд Б – очень загрязнённая» и «4 класс, разряд А – грязная» [21–25].

Северо-Восток ЕЧР – район перспективного освоения, попадающий в зону осуществления проекта «Урал Промышленный – Урал Полярный». В основе проекта – разведка и добыча полезных ископаемых, развитие горнодобывающих и обогащательных предприятий. Его реализация приведёт к ещё большему загрязнению арктических озёр. Поскольку северные экосистемы в силу своей упрощённости отличаются повышенной чувствительностью к любым загрязнениям, катастрофическая загрязнённость озёрных вод может произойти очень быстро и носить непоправимый характер. Её результатом станут невозможность обеспечения населения озёрной питьевой водой, увеличение заболеваемости местных жителей, продолжающих потреблять воду низкого качества и ловить обитающую в озёрно-речных системах рыбу. В этой связи опасение вызывают недостаточная лимнологическая изученность Северо-Востока ЕЧР и очень малое количество современных исследований, в то время как назревающие проблемы требуют значительно большего внимания к водоёмам данного региона.

\* \* \*

Подводя итог анализу современного состояния озёрного фонда ЕЧР, необходимо отметить следующее.

Несмотря на значительные суммарные запасы озёрных вод ЕЧР, составляющие ~1 370 км<sup>3</sup>, их распределение по территории очень неравномерно и слабо согласовано с основными центрами размещения населения и промышленного производства.

Крайне низки озёрные ресурсы центра и юга ЕЧР, однако на протяжении последнего столетия здесь было организовано огромное число искусственных водоёмов, вмещающих более 230 км<sup>3</sup> воды, благодаря чему доля этих регионов в суммарном объёме вод ЕЧР, содержащихся как в естественных, так и в искусственных водоёмах, повысилась с 1 до 15%. В то же время значительная часть областей продолжает испытывать существенный дефицит водных ресурсов, усиливающийся по мере роста населения и промышленной активности.

Увеличение водного фонда за счёт искусственных водоёмов в ряде регионов центра и юга ЕЧР сопровождалось сокращением фонда естественных водоёмов, вызванного как активизацией антропогенной деятельности, так и непосредственно гидростроительством. По сравнению с серединой прошлого века возросло зарастание озёр высшей водной растительностью. В силу изначально небольшого объёма озёрного фонда рассматриваемой территории, а также высокой плотности населения и его экономической активности потеря представляющих рекреационную ценность озёр, которые являются средой обитания водной и околоводной флоры и фауны, невосполнима. Необходимо принять действенные меры по выявлению наиболее ценных водных объектов. Количество озёр, получивших охранный статус, должно быть увеличено.

Значительное снижение озёрного фонда на протяжении последних 50 лет произошло в районе Нижней Волги, где расположены западные подстепные ильмени. Площадь ильменей, превышающих 1 км<sup>2</sup>, сократилась в 1,7 раза, а количество таких водоёмов – в 1,5 раза. Зарегулирование Волги и связанные с этим изменения в её дельте также привели к существенным водным потерям. Для защиты западных подстепных ильменей и восстановления рыбного потенциала дельты Волги необходимо пересмотреть основные правила эксплуатации волжских водохранилищ, уделяя особое внимание сохранению природных комплексов низовьев Волги, а также провести комплексные гидромелиоративные мероприятия в её дельте и в Волго-Ахтубинской пойме.

Несмотря на значительное ухудшение экологического состояния водоёмов в XX – начале XXI в., в крупнейших из них всё ещё сохраняются большие запасы условно чистых вод. Около 70% вод, содержащихся в озёрах площадью более 100 км<sup>2</sup>, пока остаются олиготрофными и ~60% относятся к 1 классу качества. В то же время олиготрофные воды присутствуют лишь в крупных северных водохранилищах, тогда как большинство водохранилищ центра ЕЧР относятся к мезотрофно-эвтрофным или эвтрофно-мезотрофным. Поддержание экологического

гического состояния крупнейших озёр ЕЧР – важнейшая задача, обеспечивающая стратегические запасы относительно чистых вод на фоне продолжающегося снижения качества воды в водоёмах малого и среднего размера.

Экологическое состояние большинства малых и средних водоёмов ЕЧР неблагоприятное. В последние десятилетия снижение качества воды наблюдается и в ранее благополучных регионах, в частности, на европейском Севере и Северо-Востоке, в пределах которых расположено огромное количество водных объектов, в большинстве своём малых размеров. Активное освоение нефтегазовых месторождений привело к резкому увеличению антропогенной нагрузки на экосистемы данного региона, в том числе озёрные. Поскольку северные экосистемы в силу своей упрощённости отличаются пониженной степенью устойчивости к загрязнениям, при современных темпах промышленного развития значительная загрязнённость озёрных вод данной территории может произойти очень быстро и стать необратимой. Большая часть населения северных территорий использует озёра в качестве источника питьевого водоснабжения и пищевых ресурсов, а потребление загрязнённой воды и рыбы, содержащей в своём теле канцерогенные вещества, угрожает здоровью.

С учётом планов развития арктических регионов и на фоне возникающих здесь в последнее время серьёзных экологических проблем необходимо разработать специальную программу, направленную на изучение механизмов функционирования северных озёрных экосистем и оценку их устойчивости к различным загрязнителям. Итогом такой программы должен стать комплекс мер по охране озёрных экосистем и обеспечению проживающего здесь населения водными и рыбными ресурсами надлежащего качества.

С целью предотвращения будущих нарушений экологического состояния крупнейших европейских озёр, представляющих собой важнейший резерв пресной воды на Северо-Западе России, требуется принять специальный Федеральный закон “Об охране Ладожского и Онежского озёр”. Нужно провести мониторинговые исследования на всех малых и средних озёрах ЕЧР, получивших особый охранный статус. Единая программа мониторинга позволит отследить процессы, происходящие на озёрах, особая биологическая ценность которых уже установлена.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИНОЗ РАН по темам № 0154-2014-0002 “Закономерности распределения озёрных ресурсов Российской Федерации” (гос. регистрация № 01201363378) и № 0154-2014-0005 “Пространственная структура озёрных и речных водных ресурсов России и её изменение во времени” (гос. регистрация № АААА-А18-118021590191-6).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Водные ресурсы России и их использование / Под ред. И.А. Шикломанова. СПб.: ГГИ, 2008.
2. *Измайлова А.В.* Водные ресурсы озёр Российской Федерации // География и природные ресурсы. 2016. № 4. С. 5–14.
3. World Water Resources at the Beginning of 21<sup>st</sup> Century / Ed. I.A. Shiklomanov, J.C. Rodda. Cambridge University Press, 2003.
4. Атлас мирового водного баланса / Приложение к монографии “Мировой водный баланс и водные ресурсы Земли”. М.-Л.: Гидрометеиздат, 1974.
5. *Георгиевский В.Ю., Коронкевич Н.И., Алексеевский Н.И.* Водные ресурсы и гидрологический режим рек РФ в условиях изменения климата // Тезисы пленарных докладов VII Всероссийского гидрологического съезда. СПб.: Росгидромет, 2013. С. 26–32.
6. *Румянцев В.А., Дробкова В.Г., Измайлова А.В.* Озёра Европейской части России. СПб.: Лема, 2015.
7. *Измайлова А.В.* Озёрные водные ресурсы Европейской части Российской Федерации // Водные ресурсы. 2016. № 2. С. 122–133.
8. *Яковлева Л.В.* Осадконакопление и седиментация вещества в озёрах // Изменения в системе “водосбор–озеро” под влиянием антропогенного фактора. Л.: Наука, 1983. С. 155–178.
9. *Ступишин А.В., Лантева Н.Н., Петров Г.Н. и др.* Озёра Среднего Поволжья / Отв. ред. И.Н. Сорокин, Р.С. Петрова. Л.: Наука, 1976.
10. *Яковлев В.А., Мошкова Л.В.* Количественный и качественный состав озёр в пределах Республики Татарстан: проблема их сохранения // Актуальные экологические проблемы Республики Татарстан. Тезисы докладов IV Республиканской научной конференции. Казань: Новое знание, 2000. С. 27–30.
11. *Лесненко В.К.* Псковские озёра. Л.: Лениздат, 1988.
12. Труды Косинской биологической станции Московского общества испытателей природы. Вып. 9. М.: Главнаука, 1929.
13. *Измайлова А.В.* Роль больших и малых озёр в развитии территорий на примере Прикаспийского региона // Географические проблемы региона Каспийского моря и изучение путей достижения устойчивого развития территорий. М.: Медиа-Пресс, 2015. С. 26–41.
14. *Жилкин А.А.* Общая стратегия Астраханской области – восстановление и развитие водохозяйственного комплекса Нижней Волги // Водные ресурсы Волги: история, настоящее и будущее, проблемы управления. Материалы II Межрегиональной научно-практической конференции. Астрахань: ГАОУ АО ВПО “АИСИ”, 2012. С. 3–15.

15. *Расплетина Г.Ф., Сусарева О.М.* Биогенные элементы // Ладожское озеро – прошлое, настоящее, будущее. СПб.: Наука, 2002. С. 77–85.
16. Антропогенное эвтрофирование Ладожского озера. Л.: Наука, 1982.
17. *Кудерский Л.А., Румянцев В.А., Драбкова В.Г.* Экологическое состояние водной системы Онежское озеро – Ладожское озеро – река Нева – Финский залив в канун XXI века. СПб.: ИНОЗ РАН, 2000.
18. *Rumyantsev V., Kudersky L., Izmailova A.* Lake Ladoga / Breat. [http://rcse.edu.shiga-u.ac.jp/gov-pro/plan/2009list/11wlc13\\_wuhan/ilbm\\_expert\\_group\\_meeting/ilbm\\_lake\\_briefs\\_in\\_progress/06\\_aladi\\_ldoga\\_lake\\_brief\\_%28final\\_draft%29.pdf](http://rcse.edu.shiga-u.ac.jp/gov-pro/plan/2009list/11wlc13_wuhan/ilbm_expert_group_meeting/ilbm_lake_briefs_in_progress/06_aladi_ldoga_lake_brief_%28final_draft%29.pdf) (дата обращения 11.09.2017).
19. *Румянцев В.А., Драбкова В.Г.* Формирование качества воды Ладожского озера в современных условиях как основа его природных ресурсов // Исследования по ихтиологии и смежным дисциплинам на внутренних водоёмах в начале XXI века (к 80-летию профессора Л.А. Кудерского). Сборник научных трудов ГосНИОРХ. Вып. 337. СПб.-М.: КМК, 2007. С 472–482.
20. *Румянцев В.А., Сорокин А.И., Кондратьев С.А. и др.* Ладога. Монография / Под ред. В.А. Румянцева, С.А. Кондратьева. СПб.: Нестор-История, 2013.
21. Государственный доклад “О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2011 г.”
22. Государственный доклад “О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2012 г.”
23. Государственный доклад “О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2013 г.”
24. Государственный доклад “О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2014 г.”
25. Государственный доклад “О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2015 г.”
26. Особенности структуры экосистем озёр Крайнего Севера (на примере озёр Большеземельской тундры) / Под ред. В.Г. Драбковой, И.С. Трифоновой. СПб.: Наука, 1994.
27. *Даувальтер В.А., Хлопцева Е.В.* Гидрологические и гидрохимические особенности озёр Большеземельской тундры // Вестник МГТУ. 2008. № 3. С. 407–414.
28. *Исаченко А.Г.* Региональные аспекты состояния природной среды // Состояние окружающей среды Северо-Западного и Северного регионов России. СПб.: Наука, 1995. С. 244–267.

ЭТЮДЫ  
ОБ УЧЁНЫХ

“ОН БЫЛ БИОГРАФИЕЙ СВОЕГО ВЕКА”

А.М. ГОРЬКИЙ В КОНТЕКСТЕ МИРОВОЙ КУЛЬТУРЫ XX ВЕКА

© 2018 г. В.В. Полонский\*, Д.С. Московская\*\*, М.А. Ариас-Вихиль\*\*\*

Институт мировой литературы им. А.М. Горького РАН, Москва, Россия

\*E-mail: v.polonski@mail.ru; \*\*E-mail: d.moskovskaya@bk.ru; \*\*\*E-mail: arias-vikhil@mail.ru

Поступила в редакцию 09.12.2017 г.

Имя русского писателя и общественного деятеля Максима Горького имело огромную международную славу и влияние. В предреволюционные годы он поддерживал начинающих писателей из крестьян и рабочих, на собственные средства открыл для них издательства и журналы. Во время Первой мировой войны и набиравшего силу национализма он утверждал идею национальной самобытности, способствовал публикации сборников национальных литератур – армянской, грузинской, еврейской, латвийской, литовской, украинской, финской. После Февральской революции создал научно-просветительскую Свободную ассоциацию для развития и распространения положительных наук. После Октябрьской революции защищал от репрессий интеллигенцию, поддерживал её существование, учредив Комиссию по улучшению быта учёных (КУБУ) и издательство “Всемирная литература”. Горький выступил инициатором создания Всероссийского комитета помощи голодающим, в состав которого вошли президент РАН академик А.П. Карпинский, академики Н.Я. Марр, Н.С. Курнаков, А.Е. Ферсман, С.Ф. Ольденбург. Гуманитарные инициативы Горького привели к организации комитетов для помощи голодающим в разных странах мира. Политика террора и репрессий, с которой он был не согласен, вынудила его уехать в эмиграцию. Вернувшись в Россию в 1933 г., полный надежд, он задумывает научно-просветительские издательские серии “История Гражданской войны”, “История фабрик и заводов”, “История городов как история русского быта”. Горький стоит у истоков Союза советских писателей, Института востоковедения, Литературного института, Всесоюзного института экспериментальной медицины. По его инициативе создан Институт мировой литературы – “Сорбонна литературоведения” – как лаборатория для изучения художественной литературы народов СССР и мира. Современные исследования наследия Горького в ИМЛИ РАН свободны от догматических фильтров советского официоза. Они раскрывают его связи с литературой Серебряного века, модернизма и с мировой культурой. Юбилейный год А.М. Горького ИМЛИ встретит публикацией новых архивных материалов, раскрывающих международные связи писателя, мировое значение его творчества.

**Ключевые слова:** Горький, нобелевский лауреат, член Академии наук, издательские серии, национальные литературы, учёные-востоковеды, Институт мировой литературы, архив, публикация, переписка, юбилей.

DOI: 10.7868/S0869587318060087

ПОЛОНСКИЙ Вадим Владимирович – доктор филологических наук, профессор РАН, директор ИМЛИ РАН. МОСКОВСКАЯ Дарья Сергеевна – доктор филологических наук, заведующая Отделом рукописей ИМЛИ РАН. АРИАС-ВИХИЛЬ Марина Альбиновна – кандидат филологических наук, старший научный сотрудник Архива А.М. Горького ИМЛИ РАН.



Портрет Максима Горького. Этюд. 1901

Художник М.В. Нестеров

28 марта 2018 г. исполнилось 150 лет со дня рождения Максима Горького (Алексея Максимовича Пешкова) – всемирно известного русского писателя и общественного деятеля, художника сложного, во многом трагичного пути. Трудно назвать другого отечественного классика минувшего столетия, имевшего столь масштабную международную литературную славу и влияние. Его творчество, сопоставимое с наследием таких никем не превзойдённых в XIX в. гениев, как Л.Н. Толстой, Ф.М. Достоевский, А.П. Чехов, ознаменовало завершение классической традиции русской литературы и художественный поиск новых культурных форм и перспектив. Создатель “новой драмы”, наряду с Г. Ибсеном, А. Стриндбергом, Г. Гауптманом, А.П. Чеховым, автор романтических рассказов о жизни босняков и бродяг, Горький постоянно был в поисках героя своего времени, но его главный роман так и остался незавершённым. Открытый финал “Жизни Клима Самгина” символичен: наступил железный XX век, век-волкодав, принёсший глобальные исторические катаклизмы и поставивший человечество перед необходимостью выбора новых философских, научных и культурных ориентиров, чтобы не просто выжить, а избежать духовного обнищания, понижения нравственных критериев, дегуманизации общества и морального релятивизма.

Уникальность гения Горького состоит не только в создании галереи исполненных экспрессии образов и запоминающихся сюжетов, ставших символами эпохи тотальных перемен – восстания масс и низвержения традиций патриархального прошлого, но и в страстном общественном темпераменте. В перспективе отчётливо видно, что Горький посвятил свою жизнь осуществлению в самых сложных исторических условиях новаторских широкомасштабных гуманитарных, научных и издательских проектов, стоял у истоков организации существующих и поныне общественных организаций, литературных, учебных и академических научно-исследовательских институций. То, что по сей день делает имя и личность Горького столь привлекательными в глазах соотечественников и зарубежных читателей и исследователей, есть неустанная борьба писателя за возвращение человеку его достоинства, попорченного условиями существования. “Недостижимая добродетель альтруизма”, – так охарактеризовала главную черту творчества Горького его современница Грация Деледда, итальянская писательница, нобелевский лауреат 1926 г., автор предисловия к первому изданию сборника рассказов Горького в Италии (1901). Пафос раннего творчества Горького и созданные им романтические символы – Сокол, Буревестник, Данко – были нераздельными спутниками бурлящей юности XX в. в её предчувствии грядущих “невиданных мятежей”.

В феврале 1902 г. на заседании Отделения изящной словесности Академии наук А.М. Горького избрали почётным академиком. В это время политически “неблагонадёжный” писатель, уже дважды арестовывавшийся (в 1898 и 1901 гг.), находился под следствием. Академия решила поддержать Горького, кумира читателей в России и за рубежом, не имевшего начального образования, но обладавшего феноменальной жадностью знаний и фантастической работоспособностью. Император Николай II отменил избрание “босняка” в академики, наложив резолюцию на доклад о выборах: “Более чем оригинально!”. Однако общественное мнение в лице уже признанных духовных авторитетов того времени было не на стороне узкоконсервативного подхода к культуре. В знак протеста от звания почётных академиков отказались А.П. Чехов и В.Г. Короленко, а почётный академик В.В. Стасов решил не посещать более Академии наук. Но историческая правда восторжествовала: после Февральской революции в марте 1917 г. Горький был восстановлен в звании почётного академика на заседании Российской академии наук. Как показало время, писатель неоднократно подтверждал своё право на место в сонме выдающихся деятелей РАН, открыв в XX столетии путь в её стены целой плеяде выдающихся писателей-филологов – А.Н. Толстому, Л.М. Леонову, М.А. Шолохову, А.И. Солженицыну и другим, чьи славные имена стали синонимом служения Родине.

Место Горького в Академии наук было предопределено его просветительскими идеями и неустанной масштабной деятельностью по сохранению и пропаганде высших достижений человеческой мысли. Активный участник событий революции 1905 г., он был вынужден эмигрировать и в далёкой Италии строил планы по созданию рабочей энциклопедии для просвещения народа по примеру французских энциклопедистов, организовал Высшую социал-демократическую пропагандистско-агитаторскую школу для рабочих, читал лекции по истории литературы для прибывших из России активистов-пролетариев. Вернувшись в конце 1913 г. на родину, Горький целиком отдал себя издательским проектам: на собственные средства открыл издательство “Парус” и начал выпускать журнал “Летопись”. В “Парусе” он намеревался осуществить издание серии “Жизнь замечательных людей”, а в обстановке военных лет в том же издательстве запланировал и частично осуществил публикацию серии сборников национальных литератур – армянской, грузинской, еврейской, латвийской, литовской, украинской, финской. Его проект стал подлинно гуманитарной культурной акцией в условиях Первой мировой войны и набиравшего силу на этом фоне национализма, утверждая идею многоэтничности – равноправия и самобытности

национальных культур. И тогда, и позже Горький оставался верен своему убеждению: в культуре будущего «нет и не может быть “ни эллина, ни иудея” ... есть только трудовой народ, единственная сила, которая органически неспособна употреблять свою власть во зло иноплеменным трудящимся массам» [1, с. 424].

В годы юности в своих долгих скитаниях “по Руси” (цикл рассказов, написанных Горьким в 1912–1917 гг. и объединённых под этим названием в 1923 г.) он приобщился к быту народностей прикаспийских степей, Крыма, Кавказа, Бессарабии. В “Нижегородском листке” он публиковал свои опыты освоения фольклора Кавказа, Башкирии, Киргизии, описывал религиозные праздники-мистерии персов-шиитов. Он выступал как этнограф-фольклорист, собирая и записывая народно-поэтические тексты, которые разжигали его собственную фантазию. В 1910 г. на Капри он познакомился с народной поэзией Западного края, собрал публикации белорусских поэтов Якуба Коласа и Янки Купалы. Стихотворение Янки Купалы “А кто там идёт...” вдохновляет его на перевод, и он создаёт «нечто вроде “Белорусского гимна”»: А кто ж это их, не один миллион...» [2, с. 182]. В 1928 г., в свой первый приезд в Россию после долгих лет изгнания, Горький направил свои усилия на пользу национальных литератур. Совершив поездки по Советскому Союзу, он много писал о необходимости издавать сборники национальных писателей. В этих трудах скажется опыт организационных работ 1912, 1915, 1917 гг. по созданию национальных сборников и поддержке писателей-инородцев.

В 1915 г. к сотрудничеству в журнале “Летопись” были привлечены не только литераторы – уже знаменитые и ещё молодые, подающие надежды (В.Я. Брюсов, А.А. Блок, И.А. Бунин, И.Е. Вольнов, В.В. Маяковский, И.Э. Бабель, А.П. Чапыгин, К.А. Тренёв и другие), но также и учёные. “Цель журнала – может быть, несколько утопическая – попытаться внести в хаос эмоций отрезвляющее начало интеллектуализма, – писал Горький К.А. Тимирязеву. – Кровавые события наших дней возбудили и возбуждают слишком много тёмных чувств, и мне кажется, что уже пора попытаться внести в эту мрачную бурю умеряющее начало разумного и критического отношения к действительности” [3, с. 196].

После Февральской революции разумное и критическое отношение к жизни вело Горького к созданию научно-просветительской Свободной ассоциации для развития и распространения положительных наук во главе с академиком В.А. Стекловым. Идею Горького поддержали академики И.П. Бородин, В.И. Вернадский, А.А. Марков, И.П. Павлов, А.С. Фаминцын и другие. Целью ассоциации ста-



А.М. Горький за письменным столом. Капри. 1907–1908

*Фотография А. Стараче*

ла пропаганда науки, сохранение и развитие научно-технических центров, издание трудов учёных: “Наука – это высший разум человечества, это – солнце, которое человек создал из плоти и крови своей, создал и зажёл его перед собою для того, чтобы осветить тьму своей тяжёлой жизни, чтобы найти из неё выход к свободе, справедливости, красоте. Основное богатство каждой страны заключается в количестве разума, в количестве интеллектуальных сил, воспитанных и накопленных народом. <...> Надо понять, что труд учёного – достояние всего человечества, и наука является областью наибольшего бескорыстия. Работники науки должны быть ценимы именно как самая продуктивная и драгоценная энергия народа, а потому для них необходимо создать условия, при которых рост этой энергии был бы всячески облегчён” [4, с. 3].

События Октябрьской революции 1917 г. стали испытанием демократических идеалов писателя. В августе 1917 г. в своей газете “Новая жизнь” он выступил против планов большевиков по захвату власти в стране и в дальнейшем не мог смириться с “красным террором”, с уничтожением интеллигенции, “мозга нации”, “ломовой лошади истории” (цикл статей “Несвоевременные мысли”, 1917–1918 гг.). В годы революции и острого гражданского конфликта, расколовшего российское общество, дом Горького по-прежнему был открыт

лучшим представителям отечественной культуры: здесь находили приют и левые, и правые, и даже члены великокняжеской семьи, которым писатель помогал, спасая их от революционного террора.

Деятельность М. Горького в 1917–1921 гг. была направлена на спасение от голода и физического уничтожения деятелей науки и культуры, учёных, литераторов. Он развернул проект издания произведений мировой литературы в созданном им издательстве “Всемирная литература”, где в 1918–1924 гг. было выпущено более 200 книг. Писатель инициировал учреждение Комиссии по улучшению быта учёных (КУБУ), в которую вошли З.Г. Гринберг, И.И. Манухин, П.С. Осадчий, педагог А.П. Пинкевич, академики С.Ф. Ольденбург, В.Н. Тонков, А.Е. Ферсман и другие.

После арестов в сентябре 1919 г. в среде учёных Петрограда Горький обратился к В.И. Ленину и Ф.Э. Дзержинскому с письмами в защиту арестованных: “Здесь арестовано несколько десятков виднейших русских учёных, в их числе: Депп, Осипов, Терёшин, Буш, Крогиус, Ольденбург, Белоголовый, Д. Гримм и т.д., и т.д. Считаю нужным откровенно сообщить Вам моё мнение по этому поводу: для меня богатство страны, сила народа выражается в количестве и качестве её интеллектуальных сил. <...> Я решительно протестую против этой тактики, которая поражает мозг народа, и без того достаточно нищего духовно...” [5, с. 23]. В 1920 г. в редакционной статье первого номера журнала “Наука и её работники” Горький настойчиво проводил мысль о необходимости бережного отношения к “мозгу” нации: “Если этот процесс вымирания учёных будет продолжаться с такою быстротой, наша страна может совершенно лишиться мозга... Подумав над этим фактом, мы поймём, что истинная наука действительно беспартийна и что основное её стремление, главная цель — благо всего народа, счастье всего человечества” [6, с. 3].

Когда весной 1921 г. из-за войны, разрухи, политики продрозвёрстки чудовищный голод охватил города и веси России, Горький инициировал создание Всероссийского комитета помощи голодающим (Помгол) во главе с Л.Б. Каменевым. В его состав вошли президент РАН академик А.П. Карпинский, академики Н.Я. Марр, Н.С. Курнаков, А.Е. Ферсман, непреременный секретарь Академии наук С.Ф. Ольденбург, знаменитый пушкинист П.Е. Щёголев и другие. Почётным председателем комитета стал В.Г. Короленко, который должен был написать воззвание к Европе. Тогда же Горький обнародовал “Обращение ко всем просвещённым людям мира” с призывом помочь подвижникам русской науки, гибнущим от голода: “Русским учёным надо помогать. <...> Положение их не просто трудно — оно катастрофично. Количество смер-

тей среди них принимает устрашающие размеры. Разум страны умирает — её самый драгоценный разум. Свет этого разума всегда рассеивал и будет рассеивать не только сумрак России — это свет всего мира” [6, с. 175, 176].

Гуманитарные инициативы М. Горького привели к созданию комитетов для помощи голодающим в разных странах мира. Он обращался с письмами к Г. Уэллсу, А. Галлену, А. Франсу и многим другим, дважды лично встречался с Ф. Нансеном. А. Франс отдал в помощь голодающим в России свою Нобелевскую премию, председатель Международного Красного Креста Ф. Нансен возглавил Международный комитет помощи голодающим в России. Будущий президент США Г. Гувер развернул большую кампанию по спасению населения в Поволжье и на юге России, организовал посылки российским учёным и интеллигенции. “Без авторитета и престижа Горького вряд ли пришли бы на помощь и американцы”, — пишет выдающийся норвежский славист Г. Хьетсо [7, с. 22]. По недавним подсчётам, благодаря инициативе Горького были спасены 10–20 млн людей. Однако уже 27 августа 1921 г. постановлением ВЦИК комитет был ликвидирован, его члены подверглись репрессиям, а самые активные приговорены к расстрелу. От смерти их спасло лишь вмешательство Ф. Нансена и Г. Гувера.

В августе 1921 г. в среде интеллигенции прошли аресты и расстрелы сотен людей по делу В.Н. Таганцева, сына петербургского профессора Н.С. Таганцева. Горький пытался вмешаться в судьбу арестованных, известны два его письма в ВЧК. В числе расстрелянных оказался сотрудник горьковской “Всемирной литературы” поэт Н.С. Гумилёв и старый друг Горького химик М.М. Тихвинский. Горького обвиняли в бездействии. Поэт В.Ф. Ходасевич, свидетель событий, писал по этому поводу: “На основании самых достоверных источников я утверждаю, что Горький делал неслыханные усилия, чтобы спасти привлечённых по делу, но его авторитет в Москве был уже почти равен нулю” [8, с. 450].

Ленин предложил Горькому покинуть страну, что, возможно, спасло ему жизнь, как и пассажирам двух печально известных “философских пароходов”. Так писатель вновь оказался изгнанником, на этот раз уже из России Советской. Однако репрессии продолжались, и Горький снова протестовал. Когда в начале июля 1922 г. был начат судебный процесс над руководителями партии эсеров, к которой принадлежала и его жена Е.П. Пешкова, Горький выступил с открытыми письмами к А.И. Рыкову и А. Франсу, в которых выразил резкий протест против физической расправы с политическими оппонентами: “Если процесс социали-

стов-революционеров будет закончен убийством, это будет убийство с заранее обдуманым намерением, – гнусное убийство. <...> За всё время революции я тысячекратно указывал Советской власти на бессмыслие и преступность истребления интеллигенции в нашей безграмотной и некультурной стране” [9, с. 66]. Его поддержали Р. Роллан, А. Эйнштейн, А. Франс, Г. Уэллс.

После выхода в 1923 г. “Указателя об изъятии антихудожественной и контрреволюционной литературы из библиотек, обслуживающих массового читателя”, подготовленного Н.К. Крупской, Горький выступил с протестом против запретов в отношении книг Платона, Р. Декарта, И. Канта, А. Шопенгауэра, Г. Спенсера, Л.Н. Толстого, М. Метерлинка, против лишения читателей возможности знакомиться со священным писанием народов мира – Евангелием, Талмудом, Кораном. “Лично для меня, – пишет Горький Роллану, – человека, который всем лучшим своим обязан книгам и который любит их едва ли не больше, чем людей, для меня – это хуже всего, что я испытал в жизни и позорнее всего, испытанного когда-либо Россией” [10, с. 286].

К концу 1920-х годов, в условиях политической изоляции молодого пролетарского государства, советское руководство отчётливо осознало политическое значение М. Горького. Это был человек, к которому прислушивался весь мир. И руководителем партии И.В. Сталиным было сделано всё возможное, чтобы вернуть Горького в СССР, “привязать его канатами к партии”. Единственное, что могло привязать Горького если не к партии, то к Стране Советов, было обещание права работать на благо своего народа. Расчёт был тонок. Накануне празднования своего 60-летия автор доверчиво заявлял: “Я решительно отказываюсь от всяких чинов и наград, в какой бы форме они ни были предложены мне. Я имею уже высшую награду, о которой может мечтать литератор, – награду непосредственно общения с моим читателем” [11, с. 237].

С 1927 г. Горькому пересылали планы Госиздата на утверждение. Ещё живя в Сорренто, он основал в СССР ряд газет и журналов (“Наши достижения”, “СССР на стройке”, “За рубежом”, “Литературная газета”, “Литературная учёба”, “Колхозник”), задумал ряд просветительских издательских серий (“История Гражданской войны”, “История фабрик и заводов”, “История городов как история русского быта”, “История деревни”, “История молодого человека”, “История женщины”, “Жизнь замечательных людей”, “Библиотека поэта”). Исследование научно-просветительских инициатив Горького, как реализованных, так и не осуществлённых, ведётся сотрудниками Института мировой литературы им. А.М. Горького РАН на архивных материалах ИМЛИ, РГАЛИ, ГАРФ [12–14]. В 1932 г. Горький воз-

главил Оргкомитет Первого съезда советских писателей, а в 1934 г. стал председателем Союза советских писателей, получив удостоверение за № 1. По инициативе Горького созданы Институт востоковедения, Литературный институт, Всесоюзный институт экспериментальной медицины (ВИЭМ). Будучи хорошо знакомым со многими известными учёными-востоковедами (В.М. Алексеевым, Б.Я. Владимирцевым, И.Ю. Грачевским, Н.Я. Марром, С.Ф. Ольденбургом), среди которых были также члены Академии наук, Горький способствовал учреждению 7 сентября 1920 г. Института востоковедения Москвы при Наркомате наций.

17 сентября 1932 г. Президиум ЦИК СССР, отмечая заслуги писателя в области воспитания новых писательских кадров и в честь 40-летия литературной деятельности, постановил: “Основать в Москве Литературный Институт имени Максима Горького”. Институт был образован в системе научных и учебных учреждений, подчинённых Учёному комитету при ЦИК Союза ССР как “литературный учебный центр, дающий возможность писателям, творчески себя проявившим, и, в первую очередь, писателям из среды рабочих и крестьян, повысить свою квалификацию, получить всестороннее развитие и критически усвоить наследие литературного прошлого” и как “лаборатория для изучения художественной литературы народов Союза ССР” [15, с. 1].

На следующий же день после решения о создании Литературного института Горькому написал выдающийся фольклорист Ю.М. Соколов: “Мы, литературоведы, горячо приветствуем решение правительства об организации в Москве Литературного института Вашего имени. Но у нас в Москве нет сейчас и литературоведческого исследовательского учреждения (если не считать ЛИИ Комкадемии, работающего в последнее время донельзя замкнуто в узком кругу немногих лиц), нет у нас и ни одного литературоведческого общества” [16].

Идея Горького объединить исследовательскую работу и учебный процесс в едином научно-образовательном учреждении, уникальном и ещё невиданном в мире, была по тем временам новаторской и грандиозной. Необходимость такого института – творческой лаборатории, была вызвана появлением новой советской литературы. 26 мая 1934 г. Горький писал Р. Роллану: «Вам, вероятно, уже известно, что Академия наук и ВИЭМ переносятся из Ленинграда под Москву, где эти два огромные учреждения будут основой “Города науки”. Наверное, там же будет строиться Институт изучения всемирной литературы, весьма интересный по его программе» [17, с. 285].

В процессе формирования института, входившего в систему учреждений, подведомственных

Учёному комитету при Правительстве СССР, 27 августа 1934 г. он был переименован в Институт литературы им. А.М. Горького и нацелен на исследовательскую работу в области мировой литературы. В этот же день состоялось и первое назначение — директором института по рекомендации Горького стал Л.Б. Каменев, который мечтал создать “некую Сорбонну литературоведения”. После смерти Горького по решению Правительства СССР от 14 февраля 1937 г. при институте были созданы Архив и Музей А.М. Горького, а изучение творческого наследия писателя стало приоритетным направлением научной деятельности. 16 апреля 1938 г. институт вошёл в состав АН СССР, имея пять научно-исследовательских отделов: по изучению творчества А.М. Горького (руководитель член-корреспондент АН СССР И.К. Луппол); советской литературы (руководитель профессор М.И. Серебрянский); русской литературы XVIII в. (руководитель профессор Н.К. Гудзий); западноевропейской литературы (руководитель профессор Ф.П. Шиллер); античной литературы (руководитель академик М.М. Покровский). По инициативе И.К. Луппола в марте 1938 г. были проведены первые “Горьковские чтения”, традиция которых продолжается по сей день. Одновременно началось издание серии томов “Архива А.М. Горького” (в 1939–2002 гг. вышло 16 томов). В середине 1940-х годов учёные принялись за подготовку Собрания сочинений А.М. Горького в 30 томах под руководством Б.В. Михайловского

(первый том вышел в 1949 г., последний — в 1956 г.). В 1958 г. в Горьковском секторе была издана 4-томная “Летопись жизни и творчества А.М. Горького” (1958–1960; редколлегия: Б.В. Михайловский, Л.И. Пономарёв, В.Р. Щербина). В 1963 г. в научно-археографической серии “Литературное наследство” издан том “Горький и советские писатели: Неизданная переписка”, в 1965 г. — “Горький и Леонид Андреев: Неизданная переписка”, в 1988 г. — “Горький и русская журналистика начала XX века”. С 1967 г. под руководством профессора А.И. Овчаренко (1922–1988) начались подготовка и издание “Полного академического собрания сочинений А.М. Горького” (главный редактор Л.М. Леонов). Издание полного собрания сочинений сопровождается серией “М. Горький: Материалы и исследования” (с 1989 г., ответственный редактор Л.А. Спиридонова; в 2017 г. вышел выпуск № 13), в которой издаются неизвестные архивные материалы, с аналитическими статьями и научным комментарием.

Миссия Института мировой литературы, этой “Сорбонны литературоведения”, была определена стремлением Горького создать научно-исследовательский центр изучения истории русской и зарубежной литератур, фольклора и центр фундаментальных и прикладных исследований по методологии и теории мирового историко-литературного процесса. В 1949 г. в нём был сформирован Сектор литератур народов СССР. В 1955 г. сектор во-



Памятник А.М. Горькому скульптора В. Мухиной (1956) перед Институтом мировой литературы им. А.М. Горького РАН

шёл в состав новообразованного Отдела советской литературы. С того времени до 1988 г. сектором, а потом и отделом заведовал доктор философских наук Г.И. Ломидзе (с 1972 г. член-корреспондент АН СССР). В 1988 г. сектор выделился в самостоятельную единицу, и на его основе был создан Отдел литератур народов СССР (ныне – Отдел литератур народов России и СНГ ИМЛИ РАН).

В последние годы в институте особенно активно развивается исследование творчества Горького в контексте европейской культуры, а также изучение мирового значения писателя [18, с. 419–433]. Долгое время отечественное литературоведение было сковано официальной советской идеологией, и многие особенности творчества Горького, факты его жизни оказались вне поля зрения исследователей, вынужденных ограничиться догматическим канонем. Эпитет “великий пролетарский писатель” исключал все альтернативные трактовки его непростой биографии, яркого, сложного по своей структуре литературного творчества и мировоззрения. В советский период идеологический официоз окончательно развёл Горького с культурным ландшафтом “упаднического” Серебряного века. Писателю было назначено стать литературным флагманом пресловутого третьего этапа освободительного движения в России и зачинателем нового проекта – социалистического реализма. Однако свободные от подобных догматических фильтров исследования последней четверти века ИМЛИ РАН, ведущиеся под руководством В.В. Полонского в Отделе русской литературы конца XIX – начала XX в., существенно скорректировали образ писателя. Было доказательно продемонстрировано, что едва ли не всё наиболее ценное и до сих пор живое в наследии Горького – от терпкого синтеза красочной романтики с экспрессивно сниженным натурализмом ранних рассказов до вершинного сочинения “Жизнь Клима Самгина” с его сложнейшей аналитико-феноменологической конструкцией, вскрывающей, подобно романам Р. Музиля, М. Пруста, Дж. Джойса, Т. Манна, механизмы взаимодействия большой истории и субъективных преломлений времени в кризисном сознании распадающегося “я”, – находится в глубочайшей внутренней зависимости от основополагающих мирозерцательных и художественных импульсов модернистского субстрата Серебряного века [19, с. 14–25].

На основании документов Горького, просмотра *de visu* и перевода на русский язык итальянской периодики того времени сотрудником Архива А.М. Горького М.А. Ариас-Вихиль были подготовлены к печати два тома, посвящённые пребыванию Горького в Италии: “Диалог культур: Горький на Капри (1905–1914)” и “Горький в Сорренто (1917–1936)”, научная монография «“Недостижимая добродетель альтруизма”: Максим Горький в итальян-

ской критике». На архивном материале строится недавно опубликованная Д.С. Московской мемуарная книга Алексея Золотарёва, друга Горького, посвящённая каприйскому периоду жизни и творчества писателя [20].

Эти книги и другие издания ИМЛИ РАН впервые вводят в научный оборот обширные свидетельства разнообразных – научных и творческих – связей писателя с деятелями итальянской литературы и искусства, в числе которых историк и философ Б. Кроче, критик У. Ойетти, актриса Э. Дузе, скульпторы Д. Трентакосте и И. Компаньоли, политики А. Лабриола и Э. Ферри, драматург Р. Бракко, писатель и журналист Дж. Чена, писательница С. Алерамо, историк Г. Сальвемини, поэтесса А. Негри, известная журналистка М. Серао и многие другие. Исследования показывают, что Горький неизменно находился в центре внимания не только итальянской социал-демократии, но и широких кругов молодёжи, университетской профессуры, различных общественных организаций. Указанные исследования развивают традицию изучения наследия Горького в контексте мировой культуры. Ещё в 1996 г. в серии “Архив А.М. Горького” ИМЛИ РАН вышла в свет переписка Горького с Р. Ролланом, нобелевским лауреатом, который был одной из ключевых фигур литературной и политической жизни Европы первой половины XX в. В своих письмах корреспонденты, олицетворявшие для современников “совесть эпохи”, проясняли друг для друга и для себя позиции по самым болезненным вопросам политики и культуры, размышляли на философские и литературные темы. В предисловии к русскому изданию Собрания сочинений Р. Роллана (1929–1935) Горький высоко оценивал главное достоинство его творчества – веру в человека. Роллан также выступил автором предисловия к публицистическим статьям Горького, инициировал выдвижение писателя на Нобелевскую премию по литературе. Среди номинантов Горький был в 1918, 1923, 1928 и 1930 гг. [21, с. 62–89].

Желание вернуться на родину и вновь обрести своего читателя поставило М. Горького в положение заложника сталинской политики. Незадолго до окончательного отъезда Горького из Италии его посетил в Сорренто друг Р. Роллана, известный австрийский писатель С. Цвейг, который записал своё впечатление от этой встречи: “Горький хорошо знает, что весь мир ждёт от него свидетельств: Советы ждут, чтобы он высказался за них и всё одобрил, а другие ждут, чтобы он всё осудил. А он молчит...: ведь не станешь же ругать собственное дитя, даже если оно уродилось не таким, как нам хотелось”. Цвейг добавил, что положение Горького “абсолютно трагично” [22, с. 155].



А.М. Горький и Р. Роллан у бассейна. Горки. 9 июля 1935 г.  
*Фотография М. Ошуркова*

По приглашению М. Горького в июне-июле 1935 г. Москву посетил Р. Роллан. Первые дни после приезда он провёл в гостинице “Савой”, ожидая встречи со Сталиным в Кремле. Однако уже на другой день после встречи с вождём Роллан переехал в дом Горького. Московское путешествие Роллан описал в своём “Московском дневнике”, переданном позже в Архив А.М. Горького его вдовой. Дневник содержит горькие размышления о трагизме судьбы великого русского писателя: “Горький бросился, забыв обо всём, в русскую революцию <...> его заворожала новая Россия, казавшаяся ещё блистательнее с далёких берегов муссолиниевского Средиземноморья. <...> Тщетно пытается он видеть в деле, в котором участвует, только величие, красоту, <...> он видит ошибки и страдания, а порой даже бесчеловечность этого дела. <...> Несчастный старый медведь, увитый лаврами и осыпанный почестями, равнодушный в глубине души ко всем этим благам, <...> он пытается заглушить свой застарелый пессимизм опьяняющим энтузиазмом и верой окружающих масс” [23, с. 182]. Правозащитная деятельность Р. Роллана в 1930-х годах, постоянно обращавшегося за помощью к Горькому, остаётся малоисследованной страницей политической истории XX в. и заслуживает серьёзного анализа. Требуют внимания и тщательного изучения литературные и общественные связи Горького с западными интеллектуалами, в частности, с французскими писателями Р. Ролланом, Л. Арагоном,

А. Мальро, Ж.-Р. Блоком, А. Барбюсом, А. Жидом, Ж. Роменом, Ж. Дюамелем и другими, которые составили одну из самых ярких страниц русско-французских творческих взаимодействий XX в.

Не менее актуально исследование творчества Горького в контексте английской литературы. С Г. Уэллсом, Б. Шоу, Ч. Райтом, Дж. Голсуорси Горький состоял в личной переписке. В Архиве А.М. Горького хранятся переданные М.И. Будберг письма Уэллса Горькому и его интереснейшие воспоминания о посещении им лаборатории И.П. Павлова. Вспоминая о своей первой встрече с Горьким в 1906 г. в Америке, Г. Уэллс писал: “Горький не только великий мастер искусства, которым занимаюсь и я, это ещё и замечательная личность” [24, с. 222]. В конце 1916 г. Горький обратился к Уэллсу с просьбой написать биографию Т. Эдисона для возобновлённой им серии “Жизнь замечательных людей”: “Вы понимаете, как необходима книга, которая учит любить науку и труд. Я попрошу также Романа Роллана написать книгу о Бетховене, Фриггофа Нансена — о Колумбе, а сам напишу о Гарибальди” [25, с. 64]. Эта предназначенная Горьким для юношества серия существует по сей день.

О том, как происходило знакомство англичан с книгами Горького, свидетельствуют воспоминания К. Маккензи: “Романы Тургенева вызвали восхищение английской интеллигенции, но они вызвали восхищение как произведения искусства, а не открытие какого-то нового образа мыслей... И лишь успех переводов произведений Максима Горького впервые пробудил в Англии настоящий интерес к русской литературе. В 1901—1902 гг. вышло шесть книг с переводами его романов и рассказов” [26, с. 225]. В рецензии на первую книгу рассказов Горького, вышедшую в Англии, Маккензи писал: “Книга Горького прозвучала как удар молота в атмосфере самодовольства и чопорности, царившей в Англии времён короля Эдуарда” [26, с. 225]. Произведения Горького воспринимались как “манифест русского натурализма” (Ф. Чендлер) в отличие от сумеречных певцов “загадочной русской души” Достоевского и Чехова. В нём англичане увидели пророка, предвещающего наступление новой эры (Э. Диллон). Пьеса Горького “На дне”, быстро снискавшая европейскую славу и пользовавшаяся успехом на сценах Франции, Германии, Италии, была негласно запрещена в Англии, как и пьесы Г. Ибсена, О. Уайльда, Г. Гауптмана и Б. Шоу. Её премьера в Англии состоялась лишь в 1911 г. на сцене Кингсвей-театра.

Переписка М. Горького с Б. Шоу началась во время Первой мировой войны. Зная об антивоенной направленности публицистики Шоу тех лет, Горький стремился привлечь его в свой журнал “Летопись”. Шоу поддержал идеи Октябрьской революции и вы-

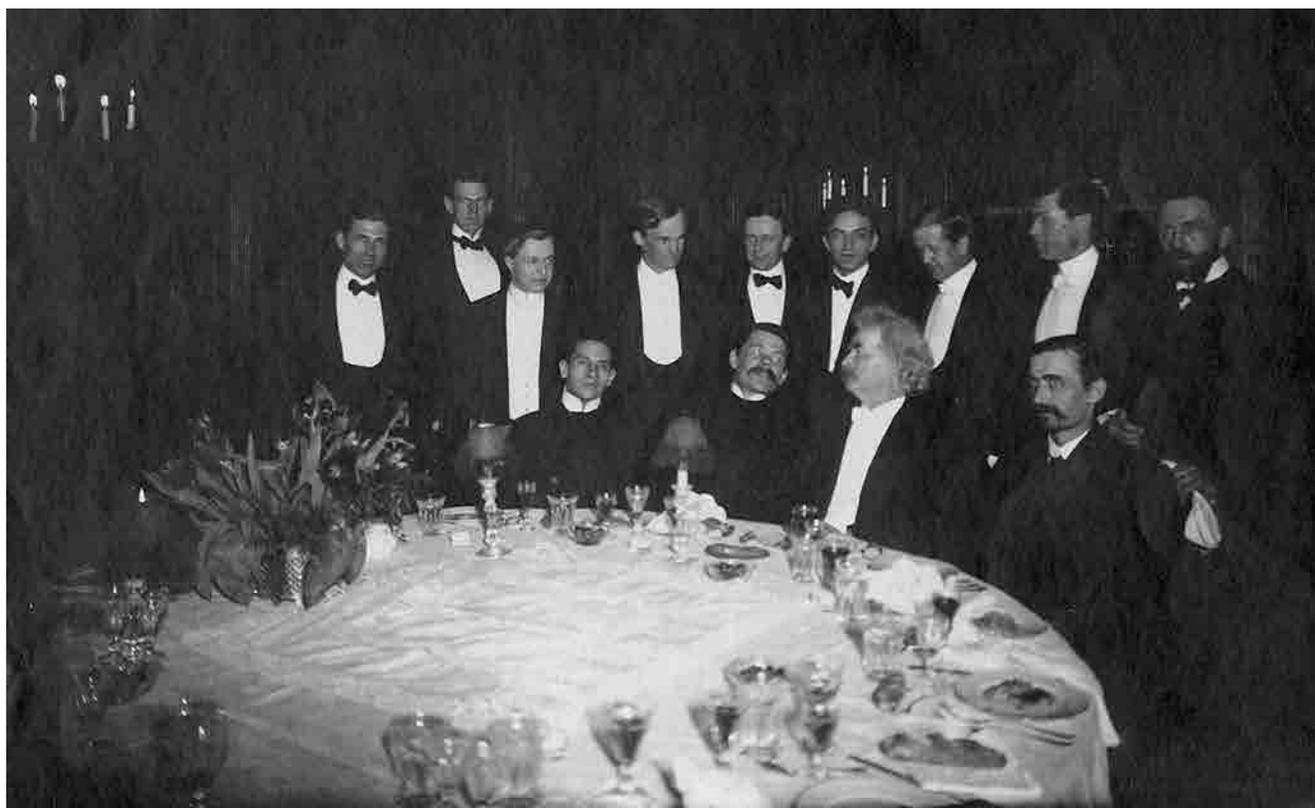
ступил в защиту СССР. В июле 1931 г. Б. Шоу приехал в Советский Союз. Здесь состоялась вторая их встреча. Шоу отметил, что Горький знал Россию “лучше, чем другие писатели, чем писатели-дворяне, знал её изнанку, её тёмные пучины. Картина, нарисованная им, была мрачнее, но она подлинно отображала действительность” [27, с. 62].

Высокую оценку творчества Горького дал Дж. Голсуорси. Поздравляя Горького с 60-летием в марте 1928 г., он отправил ему телеграмму: “Я позволю себе принести дань восхищения и уважения великому русскому писателю Максиму Горькому по случаю шестидесятилетия со дня его рождения. Желаю ему ещё много лет здоровья и счастья, и пусть ещё долгие годы читаются его исполненные силы произведения” [27, с. 82].

Хранящийся в Архиве А.М. Горького “Альбом-адрес” с приветствиями более 50 европейских литераторов и деятелей искусств (Ш. Андерсон, Я. Вассерман, А. Деблин, Ж. Дюамель, Л. Фейхтвангер, Дж. Голсуорси, К. Гамсун, Ю. Енсен, С. Лагерлеф, Г. Манн, Т. Манн, Э. Пискатор, Р. Роллан, Б. Шоу, Г. Уэллс, А. Цвейг, С. Цвейг, Э. Синклер и другие) – яркое свидетельство международного значения Горького. Факсимиле страниц этого адреса



А.М. Горький в поездке по Америке. 1906



А.М. Горький и М. Твен на обеде, организованном американскими писателями. Нью-Йорк. 29 марта (11 апреля) 1906 г.



А.М. Горький, Г. Уэллс и М.И. Бенкендорф (Закревская). Петроград. 1920

войдут в юбилейное издание, книгу-альбом “Горький-150” ИМЛИ РАН. В ближайших планах института — издание богато иллюстрированного рукописного журнала “Соррентинская правда” (1924, 1926) с юмористическими рассказами и стихами, забавными карикатурами. В числе авторов журнала были обитатели и гости виллы Горького в Сорренто — сын Максим с женой Надеждой, М.И. Будберг, В.Ф. Ходасевич, Н.Н. Берберова. Двери соррентинской дачи Горького были открыты художникам, артистам, певцам, композиторам, режиссёрам. Здесь гостили Н.А. Бенуа, Б.Ф. Шаляпин,



Обложка первого номера домашнего журнала “Соррентинская правда”. Сорренто. 1924

Б.Д. Григорьев, А.Д. и П.Д. Корины, В.И. Немирович-Данченко, В.Н. Яковлев, В.Э. Мейерхольд, И.А. Добровейн, С.С. Прокофьев, И.П. Уткин, А.И. Безыменский, А.Н. Толстой, С.Я. Маршак, О.Д. Форш. Кисти Б.Д. Григорьева принадлежит знаменитый портрет Горького, представленный на Венецианской биеннале в 1926 г. Приезжал в Сорренто и скульптор С.Т. Конёнков, сделавший с натуры бюст писателя. Оба шедевра хранятся сейчас в Музее А.М. Горького ИМЛИ РАН. Тема “Горький и художники” требует самостоятельного научного исследования.

Пожалуй, никто не создал более убедительного и поэтического образа Горького — писателя-романтика, писателя-труженика, чем его французский собеседник Ромен Роллан. Ещё в марте 1918 г., поздравляя Горького с днём рождения, он посвятил ему замечательные строки: “Вы родились в конце зимы и на пороге весны, в пору весеннего равенства. И это совпадение довольно символично, ибо Ваша жизнь связана с концом старого мира и с возникновением среди бурь мира нового. Вы были как бы гигантской аркой между этими двумя мирами, между прошлым и будущим, да и поныне служите аркой между Россией и Западом. Я склоняюсь перед аркой. Она возвышается над дорогой. И те, кто придёт после нас, ещё долго будут видеть её, даже когда она останется далеко позади. Что до меня, человека, который имел счастье жить в одно время с Вами и делить издали Ваши сомнения и надежды, я желаю, чтобы ясный вечер спустился на Ваши нивы, великий труженик, принявшийся за работу ещё до зари!” [17, с. 20–21].

К 150-летию М. Горького Институтом мировой литературы РАН был осуществлён ряд юбилейных международных проектов. Среди них — состоявшийся в Мемориальном музее-квартире Горького (Шехтелевский особняк) 1 декабря 2016 г. “круглый стол” “Горький — XXI век: А.М. Горький и мировой литературный процесс в контексте российско-белорусских связей”, организованный ИМЛИ РАН совместно с Постоянным комитетом Союзного государства и Международным информационным агентством “Россия сегодня”; Международная научная конференция “Максим Горький. XXI век” (19–24 марта 2017, Париж, Франция), проведённая совместно с Институтом Eur’Orbem (Paris-Sorbonne/CNRS) при поддержке Министерства культуры РФ и Посольства России во Франции и сопровождавшаяся премьерой спектакля “На дне” известного режиссёра-постановщика Национального театра Бретани Эрика Лакаскада и иной культурной программой; презентация представителями ИМЛИ РАН научных горьковедческих изданий на Парижском книжном салоне в 2017 и 2018 гг. и многое другое. Эти и иные начинания, проводившиеся в преддверии юбилейного для памя-

ти М. Горького года, призваны помочь по-новому увидеть роль писателя и общественного деятеля в становлении структурообразующих социальных, научных и культурных институций современного мира, в формировании ценностных ориентиров нашей многонациональной страны.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Горький М.* Собрание сочинений в 30 томах. Т. 24. М.: Государственное издательство художественной литературы, 1949.
2. *Горький М.* Письмо М.М. Коцюбинскому от 8 (21) ноября 1910 г. // Полное собрание сочинений. Письма. В 24 томах. Т. 8. М.: Наука, 2001.
3. *Горький М.* Письмо К.А. Тимирязеву от 11 октября 1915 г. // Полное собрание сочинений. Письма. В 24 томах. Т. 11. М.: Наука, 2004.
4. *Горький М.* Что такое наука? // Наука и её работники. 1920. № 1. С. 3–6.
5. *Горький М.* Письмо В.И. Ленину от 6 сентября 1919 г. // Полное собрание сочинений. Письма. В 24 томах. Т. 13. М.: Наука, 2007.
6. *Горький М.* Письмо А. Галлену от 24 марта 1921 г. // Полное собрание сочинений. Письма. В 24 томах. Т. 13. М.: Наука, 2007.
7. *Хьетсо Г.* Максим Горький сегодня // Неизвестный Горький. Новый взгляд на М. Горького. Серия “М. Горький и его эпоха. Материалы и исследования”. Вып. 4. М.: Наследие, 1995. С. 16–24.
8. *Ходасевич В.* Горький // Книги и люди. Этюды о русской литературе. М.: Жизнь и мысль, 2002.
9. *Горький М.* Письмо А.И. Рыкову от 1 июля 1922 г. // Полное собрание сочинений. Письма. В 24 томах. Т. 14. М.: Наука, 2009.
10. *Горький М.* Письмо Р. Роллану от 15 января 1924 г. // Полное собрание сочинений. Письма. В 24 томах. Т. 14. М.: Наследие, 2009.
11. *Горький М.* Письмо А.Б. Халатову от 5 марта 1928 г. // Полное собрание сочинений. Письма. В 24 томах. Т. 17. М.: Наука, 2014.
12. *Московская Д.С.* К хронике горьковского проекта “История русских городов” на материале неопубликованной монографии А.А. Золотарёва и Н.П. Анциферова “Ярославль” // Нижегородский текст русской словесности. Межвузовский сборник научных статей. Н. Новгород: НГПУ, 2009. С. 144–150.
13. *Московская Д.С.* Проблемы урбанизма в историко-литературном процессе 1930-х годов (Н.П. Анциферов и А.А. Золотарёв в издательском проекте “История русских городов как история русского быта”. По архивным материалам) // *Studia Litterarum*. 2016. Т. 1. № 1–2. С. 286–302.
14. *Московская Д.С.* Шекспир и борьба за встречный промфинплан, или как сделано “Высокое напряжение” // *Studia Litterarum*. 2017. Т. 2. № 3. С. 220–236.
15. Правда. 1932. 26 сентября.
16. *Курилов А.С.* Из истории института: А.М. Горький и ИМЛИ; Первые положения об институте и планы научной работы // Литературоведческий журнал. 2012. № 31. [https://fictionbook.ru/author/aleksandr\\_nikolyukin](https://fictionbook.ru/author/aleksandr_nikolyukin) (дата обращения 10 ноября 2017 г.).
17. М. Горький и Р. Роллан. Переписка (1916–1936). Серия “Архив А.М. Горького”. Т. XV. М.: Наследие, 1996.
18. *Спиридонова Л.А.* Горьковедение на современном этапе // *Studia litterarum*. 2016. № 3–4. С. 419–433.
19. *Полонский В.В.* Филология vs философия? В поисках выхода из тупика интерпретаций // *Studia litterarum*. Т. 1. № 1–2. 2016. С. 14–25.
20. *Золотарёв А.А.* Campo santo моей памяти: Мемуары. Художественная проза. Стихотворения. Публицистика. Философские произведения. Вызывания современников / Отв. ред. Д.С. Московская. СПб.: Росток, 2016.
21. *Ариас-Вихиль М.А.* М. Горький – претендент на Нобелевскую премию // От Бунина до Пастернака. Русская литература в зарубежном восприятии. К юбилеям присуждения Нобелевской премии русским писателям. М.: Русский путь, 2011. С. 62–89.
22. *Цвенгрош Г.Г.* Вопросы гуманизма в трактовке А.М. Горького, Р. Роллана и А.В. Луначарского // М. Горький – художник и революция. Горьковские чтения-1990. Н. Новгород, 1992.
23. *Роллан Р.* Московский дневник // Вопросы литературы. 1989. № 5. С. 151–190.
24. Горький и зарубежная литература. М.: Изд-во АН СССР, 1961.
25. *Горький М.* Письмо Г. Уэллсу от середины декабря 1916 года // Полное собрание сочинений. Письма. В 24 томах. Т. 12. М.: Наука, 2006.
26. Горький и зарубежная литература. М.: Изд-во АН СССР, 1961.
27. Переписка А.М. Горького с зарубежными литераторами. Серия “Архив А.М. Горького”. Т. VIII. М.: Изд-во АН СССР, 1960.

## 50 ЛЕТ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОМИССИИ ПО ИСТОРИИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК. 1967–2017

© 2018 г. И.Г. Малахова\*, М.А. Федонкин\*\*

*Геологический институт РАН, Москва, Россия*

\*E-mail: mig@ginras.ru; \*\*E-mail: fedonkin@ginras.ru

Поступила в редакцию 05.12.2017 г.

В 1967 г. в Ереване прошло учредительное собрание Международного комитета по истории геологических наук (ИНИГЕО), в 1980 г. он был преобразован в комиссию. По инициативе советских геологов была создана организация, объединившая учёных разных стран, которые занимаются историей геологических знаний. В 2017 г. состоялась встреча в честь 50-летия комиссии. Её можно было бы считать знаменательной, но вполне ординарной. Однако история создания этой организации заслуживает более пристального внимания.

*Ключевые слова:* история геологии, ИНИГЕО, 42-й симпозиум ИНИГЕО, Геологический институт РАН, Институт геологических наук НАН РА.

DOI: 10.7868/S0869587318060099

Первая сессия Международного геологического конгресса (МГК) состоялась в 1878 г. в Париже. Геологи России (а позднее – СССР) представляли страну в составе официальных делегаций. Исключением стала 13 сессия МГК в Брюсселе в 1922 г., когда страны-участницы военного конфликта 1914–1918 гг. не получили официального приглашения на конгресс [1].

Активная деятельность русских геологов на сессиях МГК сыграла важную роль в укреплении международных научных связей в период становления и развития геологической науки в России. Выступления с докладами, участие в дискуссиях, работа в комиссиях, посещение геологических объектов во время экскурсий – всё это способствовало установлению прочных контактов русских геологов с зарубежными коллегами и повышению авторитета России на международной арене. В 1897 г. в России впервые состоялась сессия МГК – седьмая по счёту. Научные заседания в Санкт-Петербурге и обширная экскурсионная программа вызвали огромный интерес участников, число которых (704) оставалось рекордным для конгрессов на протяже-

нии трёх десятилетий [2]. Новые научные контакты ведущих учёных России привели к расширению корпуса иностранных членов Российской академии наук, которые были избраны по рекомендациям А.П. Карпинского, Ф.Б. Шмидта, В.И. Вернадского, Ф.Ю. Левинсона-Лессинга и других постоянных членов русских делегаций на МГК [3].

До Второй мировой войны по инициативе российских геологов были созданы три комиссии МГК.

*Комиссия по премии им. Л.А. Спендиарова* была учреждена на пленарном заседании 5 сентября 1897 г. 7-й сессии МГК (Санкт-Петербург) по предложению президента конгресса А.П. Карпинского [2] в память о молодом геологе Л.А. Спендиарове (1869–1897). Во время подготовки экскурсии на Кавказ для участников конгресса Спендиаров получил тяжёлую травму, однако присутствовал на церемонии открытия форума в Петербурге 29 августа 1897 г. Вечером того же дня он скончался [4]. Семья Л.А. Спендиарова предоставила капитал для учреждения премии его имени, которая по решению комиссии с 1900 г. присуждалась геологам разных стран. В настоящее время Международная геологическая премия им. Л.А. Спендиарова РАН вручается представителем РАН на сессиях МГК геологу страны-организатора конгресса.

Предложение о создании *Комиссии по изучению геотермической ступени* было получено от Международного конгресса по горному делу, металлургии

МАЛАХОВА Ирина Геннадьевна – кандидат геолого-минералогических наук, руководитель группы истории геологии ГИН РАН. ФЕДОНКИН Михаил Александрович – академик РАН, директор ГИН РАН.



Член-корреспондент АН СССР Владимир Владимирович Тихомиров. 1981 (фотоархив Группы истории геологии ГИН РАН)

и прикладной геологии и доложено на 10-й сессии МГК в Мехико (1906) академиком Ф.Н. Чернышёвым. Основанием стала аргументация российского геолога Л.А. Ячевского по организации геотермических исследований. На 15-й сессии 1929 г. в Претории (Южная Африка) было принято решение об объединении её с Комиссией геофизических исследований [5]. Также в Претории была одобрена инициатива директора Геологического комитета Д.И. Мушкетова по созданию *Комиссии земной коры* (Ibid), и на следующей сессии МГК в Вашингтоне (1933) советский учёный заочно был избран её председателем [6]. В 1960 г. на 21-й сессии МГК в Стокгольме Комиссия земной коры была преобразована в Комиссию по координации геологических и геофизических исследований [7].

Советский Союз быстро восстанавливал разрушенное войной хозяйство и развивал научные исследования, продолжая оставаться в политической и научной изоляции. Тем не менее в 1950-е годы международное сотрудничество в области геологии значительно расширилось. Именно тогда получила поддержку идея объединения усилий историков науки разных стран. Возникла парадоксальная ситуация, когда инициатором выступила страна, которая не была родиной современной геологии и не стояла на её передовых рубежах, более того, отделённая от всего мира непреодолимым идеологическим барьером. Для реализации такого необычного проекта нужен был неординарный человек. Им стал советский геолог и историк науки, человек героической судь-

бы член-корреспондент АН СССР В.В. Тихомиров (1915–1994). О его жизни написано много, 100-летие со дня рождения В.В. Тихомирова отмечалось в 2015 г. [8]. В данном контексте важно понять, как этот много испытавший в жизни и лишённый зрения человек мог сделать то, на что не был способен никто в мире, – создать международное объединение историков геологических наук в те времена, когда существовал не только внешний “железный занавес”, но и внутренние “шоры”. Ответ простой – для решения любой задачи нужен лидер, его ум и воля.

Вся послевоенная активная научная жизнь В.В. Тихомирова была связана с Институтом геологических наук АН СССР (впоследствии ГИН РАН). В 1949 г. он возглавил группу историков геологии по приглашению руководителя отдела тектоники Н.С. Шатского, питавшего интерес к этой области знаний и опубликовавшего несколько интересных исследований о трудах русских и иностранных учёных, наибольшую известность из которых получила монография о британском геологе Р.И. Мурчисоне (Мэрчисоне) [9].

В 1953 г. Н.С. Шатский был избран действительным членом АН СССР, с 1956 г. занимал должность директора ГИН АН СССР. После консультаций с зарубежными коллегами по вопросу создания Международной комиссии по истории геологии В.В. Тихомиров рассчитывал, что это предложение на 21-й сессии МГК в Стокгольме (1960) озвучит руководитель советской делегации Н.С. Шатский. Однако плану не суждено было осуществиться – Шатский скончался до начала конгресса.

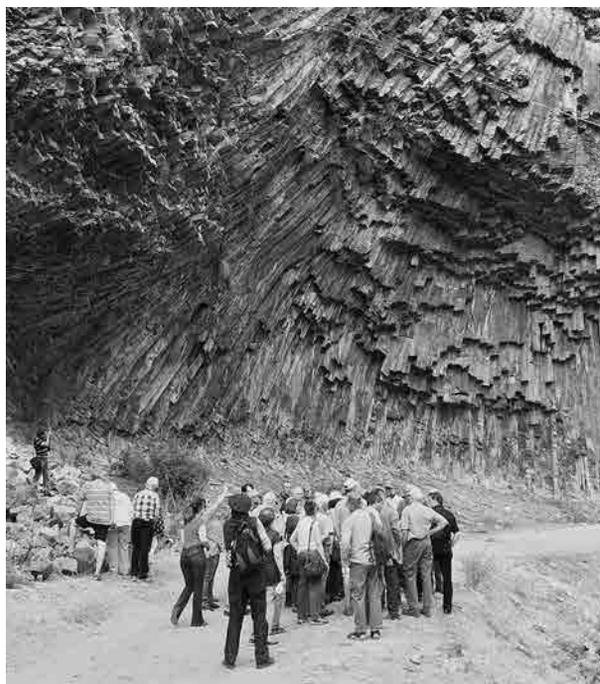
Последующие четыре года прошли для В.В. Тихомирова в постоянных переговорах со всеми заинтересованными лицами и международными организациями, которые поддержали его начинание. Главной целью новой комиссии В.В. Тихомиров назвал описание “Всеобщей истории геологических наук”, пытаясь таким образом реализовать идею В.И. Вернадского о создании всемирной истории науки. Инициатива получила одобрение во всех официальных инстанциях, но её не поддержали зарубежные коллеги, и проект так и не был осуществлён.

Предложение об основании Международной комиссии по истории геологических наук было высказано руководителем советской делегации академиком А.П. Виноградовым в 1964 г. на 22-й сессии МГК в г. Нью-Дели (Индия) и утверждено на Генеральной ассамблее МГК 22 декабря 1964 г. [10].

В 1967 г. столица Армянской ССР стала местом проведения учредительного собрания Международного комитета (с 1980 г. – комиссии) по истории геологических наук (ИНИГЕО – от англ. International Commission on the History of Geological Sciences – INHIGEO). Кандидатура В.В. Тихомирова на пост президента была утверждена единогласно. Он ру-



Учредительное собрание ИНИГЕО, Ереван. 1967 г.



“Каменная симфония”, или “Базальтовый орган” – столбчатая базальтовая лава в каньоне р. Азат около г. Гарни (Армения), возраст 127 тыс. лет

*Фото И.П. Второва, ГИН РАН*

ководил работой комиссии на протяжении 9 лет (до 1976 г.) и как пожизненный почётный президент сохранил авторитет и влияние до конца своей жизни.

Зарубежные историки геологии имели и больше оснований, и больше возможностей для создания координирующей организации в этой области геологических знаний, но сделал это советский геолог!

Признанием его заслуг стало учреждение на 34-й сессии МГК (Брисбен, Австралия, 2012 г.) первой в истории геологических конгрессов награды за работы по истории геологических наук – имени В.В. Тихомирова “The Vladimir V. Tikhomirov Award for the History of Geology”.

В сентябре 2017 г. участники 42-го Международного симпозиума ИНИГЕО собрались в Ереване, что-



Зал заседаний президиума Академии наук Республики Армения

*Фото И.П. Второва, ГИН РАН*

бы отметить 50-летие комиссии, работающей под эгидой Международного союза геологических наук и Международного союза по истории и философии науки и техники. Симпозиум был организован Национальной академией наук Республики Армения и входящим в её структуру Институтом геологических наук НАН РА. Местом проведения научных заседаний стал президиум НАН РА. С приветственным словом к участникам симпозиума обратился вице-премьер, министр международной экономической интеграции и реформ Республики Армения В.В. Габриелян. Поздравления по случаю юбилея ИНИГЕО прозвучали в выступлениях действительного члена НАН РА Р.Т. Джрбашяна, президента ИНИГЕО Б. Купера (Австралия). Представитель Геологического института РАН зачитал поздравление от института и продемонстрировал короткий фильм, смонтированный из записей 50-летней давности и бережно сохранённый историками геологии ГИН РАН. В зале прозвучало приветственное слово к участникам симпозиума 1967 г. одного из самых почитаемых людей Армении — Каталикоса всех армян Вазгена I — и интервью некоторых участников симпозиума. В программу вошли три научные сессии и две экскурсии в окрестностях Еревана, а также дополнительная четырёхдневная экскурсия по Армении.

За 50 лет в состав ИНИГЕО было избрано 39 советских (российских) геологов и историков науки, в том числе академики Е.Е. Милановский, Н.П. Юшкин, В.Е. Хаин, член-корреспондент РАН Е.А. Радкевич, геологи различных специальностей, уделявшие особое внимание исследованиям по истории науки. Раньше представительство стран в ИНИГЕО ограничивалось 11 членами, сейчас ограничения сняты, и ИНИГЕО представляет собой открытую демократическую организацию. В настоящее время 300 членов комиссии представляют 57 стран и ежегодно собираются на симпозиумы для обсуждения самых разных проблем истории геологических наук. Отчёты о деятельности комиссии, в том числе и по странам, публикуются ежегодно на сайте <http://www.inhigeo.com/>.

К юбилею ИНИГЕО Геологическое общество Лондона опубликовало коллективный труд членов комиссии [11]. Ключевой в этой книге стала статья британского палеонтолога и историка науки, одного из первых членов ИНИГЕО М. Радвика [12], в которой впервые за 50 лет открыто обсуждается тема, всегда волновавшая наших зарубежных коллег, а именно существенные различия в понимании истории науки в России и за рубежом. Многие положения статьи справедливы, и, к сожалению, история геологии в Советском Союзе пошла не путём осмысления философии и главных теоретических направлений в естествознании, как предлагал В.И. Вернадский ещё в начале XX в. Акцент на практическое значение геологии в экономике стра-

ны привёл к сужению задач, стоявших перед историками геологии, а доктрина советской науки лишила их возможности объективно оценивать историю развития геологической мысли. В результате в СССР исследования ограничивались в основном библиографическими и историографическими работами, причём эта тенденция сохраняется в России до сих пор.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Congrès géologique international: Comptes rendu de la XIII Session, en Belgique. 1922. Fasc. 1. Liege: Imp. H. Vaillant-Carmanne, 1924. VII.
2. Congrès géologique international: Compte rendu de la VII Session, St. Pétersbourg, 1897. St.-Ptb.: Imp. de M. Stassulewitsch, 1899. 20, CCCLXVII.
3. Малахова И.Г., Бессуднова З.А., Хомизури Г.П., Минина Е.Л. Иностранцы члены Российской академии наук XVIII—XXI вв.: Геология и горные науки / Отв. ред. И.Г. Малахова. М.: Наука, 2012.
4. Толмачёва-Карпинская Е.А. Письмо В.В. Тихомирову. 26 окт. 1953. Рукопись. Группа истории геологии ГИН РАН.
5. International geological congress, South Africa, 1929: Comptes Rendu. V. 1. Pretoria: Wallachst Ltd., 1930.
6. International geological congress: Report of the XVI Session, United States of America 1933. V. 1. Washington: U.S. Government Printing Office, 1936.
7. International geological congress. Report of the 21<sup>st</sup> Session. Norden: Denmark—Finland—Iceland—Norway—Sweden. 1960. Pt. XXVIII. General Proceedings. Copenhagen, 1964.
8. Лавёров Н.П., Малахова И.Г. Военное мужество и гражданский подвиг // Вестник РАН. 2015. № 10. С. 937—939. [http://www.ras.ru/publishing/rasherald/rasherald\\_articleinfo.aspx?articleid=ce92ccb6-9a63-4abd-b086-d131a1e77c9a](http://www.ras.ru/publishing/rasherald/rasherald_articleinfo.aspx?articleid=ce92ccb6-9a63-4abd-b086-d131a1e77c9a)
9. Шатский Н.С. Родерик Импей Мурчисон (1792—1871). М.: МОИП, 1941.
10. Business Meeting of the General Assembly. 22<sup>nd</sup> December. 1964. 1972 // International geological congress. 22<sup>nd</sup> session. India. 1964, General Proceedings. 2; Council Paper, 11. New Delhi, 7—13.
11. Celebrating 50 Years of INHIGEO / Eds. W. Mayer, R.M. Clary, L.F. Azuela, N.S. Mots & S. Wolkowicz. London: GSL, 2017. [https://books.google.ru/books?id=cegmDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=ru&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.ru/books?id=cegmDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=ru&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)
12. Rudwick M. Insiders and outsiders: INHIGEO seen from the sidelines // Celebrating 50 Years of INHIGEO / Eds. W. Mayer, R.M. Clary, L.F. Azuela, N.S. Mots & S. Wolkowicz. London: GSL, 2017. P. 55—62. [https://books.google.ru/books?id=cegmDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=ru&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.ru/books?id=cegmDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=ru&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)

---

---

ОФИЦИАЛЬНЫЙ  
ОТДЕЛ

---

---

## ПРЕЗИДИУМ РАН РЕШИЛ

(январь 2017 г.)

- Утвердить состав Экспертного совета РАН.

*Бюро совета:* академик РАН **А.В. Адрианов** – председатель; академик РАН **Н.К. Долгушкин** – первый заместитель председателя; академик РАН **А.Р. Хохлов** – заместитель председателя; **Г.Н. Билинчук** (Экспертное управление РАН) – учёный секретарь; кандидат экономических наук **Г.А. Долгих** (Экспертное управление РАН); члены-корреспонденты РАН **В.В. Иванов**, **А.А. Макоско**; доктор экономических наук **С.В. Сидоренко** (Экспертное управление РАН); **И.Н. Угловская** (заместитель президента РАН по финансово-экономическим вопросам); академик РАН **В.П. Чехонин**.

*Члены совета:* академики РАН **А.О. Глико**, **А.А. Дынкин**, **М.П. Егоров**, **М.П. Кирпичников**, **В.В. Козлов**, **Ю.Ф. Лачуга**, **В.Н. Пармон**, **В.И. Сергиенко**, **С.В. Середенин**, **А.В. Смирнов**, **В.И. Стародубов**, **А.Л. Стемпковский**, **В.А. Тишков**, **В.Е. Фортов**, **В.Н. Чарушин**, **И.А. Щербаков**.

- Освободить академика РАН **В.Т. Иванова** от обязанностей председателя Экспертной комиссии по Большой золотой медали им. М.В. Ломоносова РАН. За активную и плодотворную работу на этом посту объявить Вадиму Тихоновичу Иванову благодарность.

Утвердить состав Экспертной комиссии по Большой золотой медали им. М.В. Ломоносова РАН: академик РАН **Ю.С. Осипов** – председатель; академики РАН **А.И. Арчаков**, **А.П. Дервянко**, **В.В. Рожнов** – заместители председателя; член-корреспондент РАН **А.В. Суров** – учёный секретарь; академики РАН **А.Ф. Андреев**, **В.Б. Бетелин**, **А.О. Глико**, **А.И. Григорьев**, **В.Т. Иванов**, **Н.И. Иванова**, **В.В. Козлов**, **А.Д. Некипелов**, **В.А. Садовничий**, **В.А. Тартаковский**, **А.В. Торкунов**, **В.И. Фисинин**, **В.Е. Фортов**, **В.П. Чехонин**, **И.А. Щербаков**.

## ЮБИЛЕИ

### АКАДЕМИКУ РАН А.В. ВАЖЕНИНУ – 60 ЛЕТ



Андрей Владимирович ВАЖЕНИН – выдающийся учёный-онколог и радиолог, создатель онко-радиологической школы на Урале, автор более 1000 научных публикаций, в том числе 17 монографий. Он является инициатором, автором, разработчиком и участником целого ряда масштабных и уникальных научно-практических конверсионных работ, проводимых Челябинским областным клиническим центром онкологии и ядерной медицины и его ка-

федрами совместно с Федеральным ядерным центром – ВНИИТФ и правительством Челябинской области. Под его руководством на Урале созданы центры онкоофтальмологии, пластической и реконструктивной онкологии, паллиативной онкологии, термотерапии, фотодинамической терапии, кардио-онко-ангиоцентр, центры хирургии опухолей печени и поджелудочной железы; в Челябинске введён в эксплуатацию Центр позитронно-эмиссионной терапии, открыто отделение радионуклидной терапии; освоена работа на комплексе “Кибер-нож”. В Центре позитронно-эмиссионной томографии в г. Снежинске получен первый радиофармпрепарат на отечественном циклотроне. Ведётся работа по созданию отечественного

но-практических конверсионных работ, проводимых Челябинским областным клиническим центром онкологии и ядерной медицины и его ка-

гамма-терапевтического аппарата на базе ПО “Маяк” и Центра протонной терапии в Челябинской области.

А.В. Важенин – главный радиолог и главный онколог Челябинской области, заведующий радиологическим отделением Челябинского онкологического диспансера, главный специалист-радиолог Минздрава России в Уральском федеральном округе, главврач Челябинского областного клинического диспансера, профессор, заведующий кафедрой лучевой диагностики и лучевой терапии Челябинской государственной медицинской академии, президент Общества ядерной медицины РФ, вице-президент Российской ассоциации рентгено-радиологов, председатель и член правлений ряда ассоциаций радиологов и онкологов, член прези-

диума Общественной палаты и член Экспертного совета правительства Челябинской области, общественного и научно-технического советов ГК “Росатом”, депутат Законодательного собрания Челябинской области, член Европейской ассоциации радиологов и онкологов, член редколлегий ряда отечественных и зарубежных медицинских журналов. Среди его учеников 15 докторов и 116 кандидатов наук.

А.В. Важенин – заслуженный врач РФ, лауреат премии “Призвание-2015”, награждён многими орденами, медалями и знаками отличия, в том числе медалью ордена “За заслуги перед Отечеством” II степени; победитель Всероссийского конкурса “Лучший врач года” в 2014 г.; почётный гражданин г. Челябинска.

#### АКАДЕМИКУ РАН Л.А. ИЛЬИНУ – 90 ЛЕТ



Леонид Андреевич ИЛЬИН – выдающийся учёный в области радиационной медицины, автор и соавтор более 400 научных публикаций, в том числе 20 монографий и учебников. Его основные научные интересы связаны с вопросами токсикологии радиоактивных продуктов деления урана и плутония и разработками

медицинских средств защиты от их воздействия на организм. Под его руководством и при непосредственном участии разработаны и внедрены в практику различных ведомств фармакологические препараты для защиты от гамма-нейтронного облучения, декорпорации радионуклидов из организма и дезактивации кожных и травмированных покровов человека.

С именем Л.А. Ильина связаны основополагающие исследования и разработки в области защиты профессионалов и населения при радиационных авариях. Им впервые в мире в 1971 г. были подготовлены методические рекомендации по защите населения в случае аварий на атомных реакторах. Он был одним из научных руководителей работ по

защите людей во время аварии на Чернобыльской АЭС, находился в эпицентре катастрофы в наиболее тяжёлый период.

Л.А. Ильин служил на Черноморском флоте начальником медицинской службы боевого корабля, создал первую радиологическую лабораторию на флоте; работал старшим научным сотрудником медико-биологического отдела Института военно-морского флота, руководителем лаборатории радиационной защиты и заместителем директора по науке Ленинградского НИИ радиационной гигиены, с 1968 по 2008 г. был директором и научным руководителем Института биофизики Минздрава СССР и РФ, с 1984 по 1990 г. – вице-президентом АМН СССР, в течение 30 лет представлял СССР и РФ в Научном комитете ООН по атомной радиации, дважды избирался членом Главного комитета Международной комиссии по радиологической защите. В настоящее время он президент Российского отделения Ассоциации по радиационной защите, почётный президент Федерального медицинского биофизического центра им. А.И. Бурназяна ФМБА РФ.

Л.А. Ильин – Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской премии, Государственных премий СССР и РФ в области науки и техники, дважды лауреат премии Правительства РФ.

## ЧЛЕНУ-КОРРЕСПОНДЕНТУ РАН Д.П. ГЛАДКОЧУБУ – 50 ЛЕТ



Дмитрий Петрович ГЛАДКОЧУБ – известный учёный в области геодинамики, геохимии и петрологии, автор более 400 научных публикаций, в том числе 10 монографий. Основными направлениями научных исследований учёного являются тектоника и геодинамика Сибири, а также геохронология и петрология магматических

и метаморфических горных пород. Значительная часть работ посвящена анализу эндогенной активности на площади Сибирского кратона и изучению индикаторных геологических комплексов, формирование которых отвечает определённым стадиям реализации суперконтинентального цикла, а также исследованию процессов становления континентальной литосферы в Центрально-Азиатском складчатом поясе. Результаты этих исследований позволили выявить и обосновать основные этапы проявления магматической и тектонической активности на территории Сибири, проследить их взаимосвязь с эпохами становления и распада древних суперконтинентов, а также обосновать наличие в докембрийской истории развития Земли глобального по своей продол-

жительности (более 1 млрд лет) перерыва в проявлении масштабной эндогенной активности и процессов осадконакопления. Выявленный феномен в совокупности с выполненными широкими межкратонными корреляциями позволил Д.П. Гладкочубу обосновать возможность существования на Земле долгоживущего (транспротерозойского) суперконтинента, объединявшего в своей структуре целый ряд древних кратонов – Сибирь, Лаврентию, Балтику и др.

География геологических экспедиций Дмитрия Петровича охватывает Азию, Африку, Южную Америку, Австралию и Антарктиду.

Д.П. Гладкочуб – директор Института земной коры СО РАН, член президиума СО РАН, профессор кафедры минералогии и петрографии геологического факультета Иркутского государственного университета, организатор совещаний и научных экскурсий по ряду программ Международного комитета геологической корреляции ЮНЕСКО, почётный доктор Академии наук Монголии, член редколлегии журналов “Геотектоника” и “Геодинамика и тектонофизика”.

Д.П. Гладкочуб награждён Почётными грамотами РАН, президиума СО РАН, Минобрнауки России, имеет Благодарность президиума РАН.

## ЧЛЕНУ-КОРРЕСПОНДЕНТУ РАН В.А. ПЕТРОВУ – 60 ЛЕТ



Владислав Александрович ПЕТРОВ – известный учёный в области геологии рудных месторождений, автор более 400 научных публикаций, в том числе соавтор 7 монографий. Им внесён значительный вклад в изучение геодинамики рудообразующих процессов в гидротермальных системах областей внутриплит-

ной тектономагматической активизации. На месторождениях Якутско-Забайкальской урановорудной провинции исследованы пространственно-временные соотношения между полями напряжений, деформациями, петрофизикой пород и процессами миграции рудоносных флюидов в различных геодинамических обстановках и окислительно-восстановительных условиях в приложении к теории уранового рудообразования и геологическому обеспечению безопасной изоляции радиоактивных отходов. Предложена концепция клапанного механизма разломной тектоники и на её основе разработан метод

реконструкции этапов геологического развития рудных месторождений, позволяющий выявлять области пульсационно-ритмичного и фокусированного поступления рудоносных растворов в зоны разрывов, определять благоприятные структурно-литологические ситуации, тектонофизические обстановки и физико-химические условия рудообразования. Разработаны базовые принципы пространственно-временного моделирования рудных объектов и рудообразующих процессов на основе ГИС-технологий.

В.А. Петров – заместитель директора Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН, заведующий лабораторией геоинформатики этого института; член учёного совета ИГЕМ РАН; член бюро Отделения наук о Земле РАН; профессор Высшего колледжа рационального природопользования Института химии и проблем устойчивого развития РХТУ им. Д.И. Менделеева; член диссертационных советов ИГЕМ РАН и РГГРУ им. С. Орджоникидзе; член научно-технического совета “Сырьевая база атомной энергетики” ГК “Росатом”, научно-технического совета ФГБУ “ВИМС” по геологии, поискам

и разведке месторождений урана, экспертного совета по инновациям при президенте АК “Алроса”, член исполкома Российского геологического общества; член редколлегии журнала “Геология рудных месторождений”. Среди его учеников 2 кандидата наук.

В.А. Петров – лауреат главной премии издательства “Наука/Интерпериодика”, награждён знаком отличия Госкорпорации по атомной энергии “За вклад в развитие атомной отрасли” и медалью им. А.Е. Ферсмана “За заслуги в геологии” Российского геологического общества.

## НАГРАДЫ И ПРЕМИИ

### ЗОЛОТАЯ МЕДАЛЬ ИМЕНИ В.П. ГОРЯЧКИНА 2018 ГОДА – А.И. ЗАВРАЖНОВУ



Президиум РАН присудил золотую медаль им. В.П. Горячкина 2018 г. академику РАН Анатолию Ивановичу Завражнову за цикл работ в области земледельческой механики и механизации сельского хозяйства.

В удостоенном золотой медали цикле сформулированы научные принципы разработки машинных

технологий и формирования технико-технологического обеспечения отрасли садоводства и эта-

пов производственно-технологических процессов производства посадочного материала плодовых и ягодных культур, ухода и содержания насаждений, уборки и транспортировки урожая, раскорчёвки и утилизации садовых насаждений, предложена процедура создания инновационных технических средств для промышленного садоводства. Разработано более 30 наименований машин для механизации процессов в садоводстве, которые вошли в систему машин и технологий для комплексной механизации и автоматизации сельскохозяйственного производства Российской Федерации на период до 2020 г. Машины широко используются в регионах Российской Федерации и странах ближнего зарубежья.

### ЗОЛОТАЯ МЕДАЛЬ ИМЕНИ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА 2018 ГОДА – А.С. ЦИВАДЗЕ



Президиум РАН и Президиум правления Российского химического общества им. Д.И. Менделеева присудили золотую медаль им. Д.И. Менделеева 2018 г. академику Аслану Юсуповичу Цивадзе за выдающиеся работы в области супрамолекулярной химии макроциклических соединений.

Под руководством А.Ю. Цивадзе разработаны экологически безопасные и экономически высокоэффективные методы разделения изотопов щелочных и щелочно-земельных металлов с помощью краун-эфиров, краун-содержащая экстракционная система для разделения изотопов лития, позволяющая создать на её основе масштабное производство высокочистого изотопа лития-7, инновационного продукта, спрос на который в последние годы заметно растёт.

На основе краун-замещённых порфириантов и фталоцианинатов металлов созданы мате-

риалы для органических солнечных преобразователей и оптических светодиодов, молекулярные переключатели, сенсоры, фоторефрактивные и электрохромные материалы. На основе макроциклических соединений и их аналогов получены новые высокоэффективные сорбенты для разделения редкоземельных и радиоактивных металлов, перспективных с точки зрения решения сложных проблем переработки радиоактивных отходов. Осуществлён дизайн пористых электропроводящих слоёв макромолекулярных этанола- и ацетатоциклов на модифицированной поверхности покрытия из наполненного активным электропроводным углём ПВХ, капсулирующего волокна целлюлозной, асбестовой и угольной ткани. Установлено, что синтезированные материалы являются полупроводниками, сопротивление которых зависит от адсорбции органических растворителей и от их сольватации.

Все эти разработки являются в настоящее время основой крупных государственных научно-технических программ, новейших технологий XXI века.

## ПРЕМИЯ ИМЕНИ Д.Н. ПРЯНИШНИКОВА 2017 ГОДА – Г.П. ГАМЗИКОВУ



Президиум РАН присудил премию им. Д.Н. Прянишникова 2017 г. академику Геннадию Павловичу Гамзикову за монографию “Агрохимия азота в агроценозах”.

В удостоенной премии работе обобщены результаты почти полувековых исследований автора и его

учеников по проблеме азота в земледелии северной части Азиатского континента. Использование комплексного системного подхода и современных методов агрохимических исследований позволило получить основополагающую информацию о биоцикле азота в системе почва–удобрение–растение. Установлены качественные и количественные параметры азотного фонда основных пахотных почв региона, режимы мобильных форм азота и приёмы управления ими.

## ПРЕМИЯ ИМЕНИ С.О. МАКАРОВА 2017 ГОДА – Г.Г. МАТИШОВУ



Президиум РАН присудил премию им. С.О. Макарова 2017 г. академику РАН Геннадию Григорьевичу Матишову за цикл работ “Использование морских млекопитающих в служебных целях”.

Удостоенный премии цикл работ – не имеющее аналогов научное обобщение по физиологии морских

млекопитающих, изучению их поведенческих реакций и по использованию этих животных для решения широкого круга задач, в том числе двойного назначения.

Научная работа по исследованию возможностей служебного использования китообразных и

ластоногих Арктических морей начата под руководством Г.Г. Матишова в 1984 г. и активно продолжается в настоящее время. Результаты опубликованы в ряде статей и пяти монографиях. Рассмотрены основные проблемы создания биотехнических систем, экономическая эффективность их применения, перспективы развития этого направления. В работах Г.Г. Матишова показано, что применение управляемых биотехнических комплексов актуально для мониторинга опасных явлений в морях, поиска и обезвреживания подводных взрывных устройств.

Научные труды Г.Г. Матишова нацелены на решение прикладных задач для повышения обороноспособности нашей страны, продолжают традиции, заложенные выдающимся учёным-океанографом и военачальником вице-адмиралом С.О. Макаровым.

## ПРЕМИЯ ИМЕНИ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО 2017 ГОДА – В.Я. НЕЙЛАНДУ



Президиум РАН присудил премию им. К.Э. Циолковского 2017 г. члену-корреспонденту РАН Владимиру Яковлевичу Нейланду за работу по аэродинамике и аэродинамическому нагреванию ВКС “Буран”.

Удостоенный премии автор работы является ведущим специалистом в области аэродинамики и теплового нагрева летательных аппаратов. Он обосновал и разработал методологию проведения расчётных

и экспериментальных исследований аэродинамических и тепловых процессов, протекающих на корпусе летательных аппаратов, по испытаниям в аэродинамических трубах и сопоставил расчётные и экспериментальные результаты с данными лётных испытаний моделей воздушно-космических аппаратов Бор-4 и Бор-5.

Полёт ВКС “Буран” и полученные при этом характеристики подтвердили обоснованность и применимость разработанной методологии расчёта аэродинамики и тепловых нагрузок на корпус ВКС и позволили создать эталонный банк аэродинамических характеристик, а также реализовать в полёте автоматическую систему управления ВКС “Буран”.

## ПРЕМИЯ ИМЕНИ А.Н. СЕВЕРЦОВА 2017 ГОДА – А.Н. ОСТРОВСКОМУ



Президиум РАН присудил премию им. А.Н. Северцова 2017 г. доктору биологических наук Андрею Николаевичу Островскому (Санкт-Петербургский государственный университет) за цикл работ “Морфофункциональный анализ ключевых инноваций в различных филогенетических линиях типа Vryozoa”.

В удостоенный премии работах представлены результаты многолетних исследований различных аспектов эволюционной и функциональной морфологии и репродуктивной биологии Vryozoa — широко распространённой группы водных колониальных беспозвоночных-фильтраторов. Используя богатейший палеонтологический и рецентный материал и отталкиваясь от идей А.Н. Северцова о морфологических закономерностях эволюции,

автор впервые осуществил широкий анализ эволюционных инноваций, а именно независимого возникновения специализированных скелетных и тканевых структур, связанных с размножением мшанок, с целью оценить их роль в эволюционном успехе этой группы. В ходе исследований были выявлены разнообразные структурные варианты инкубационных камер, а также определены основные этапы и тенденции их эволюции в разных отрядах. Палеонтологические исследования А.Н. Островского показывают, что эволюционному успеху Vryozoa способствовало конвергентное возникновение и широкое распространение зооидального полиморфизма — полового и защитного. Были обнаружены древнейшие защитные полиморфные зоотды-авикуляррии и восстановлена морфологическая серия, демонстрирующая направление перехода от наименее к наиболее модифицированным полиморфам. Сегодня это лучший из известных примеров эволюции полиморфизма у колониальных беспозвоночных.

## ПРЕМИЯ ИМЕНИ С.В. КОВАЛЕВСКОЙ 2018 ГОДА – И.А. ТАЙМАНОВУ



Президиум РАН присудил премию им. С.В. Ковалевской 2018 г. академику Искандеру Асановичу Тайманову за цикл работ “Топологические препятствия к интегрируемости геодезических потоков”.

Удостоенный премии цикл работ посвящён исследованию вопроса о существовании римановых метрик на многообразиях, соответствующие геодезические потоки которых являются интегрируемыми. В частности, получены необходимые условия

существования полного набора вещественно-аналитических первых интегралов геодезического потока, а также более широкого класса первых интегралов. Работы И.А. Тайманова широко цитируются, отличаются новыми идеями, стали основой исследований многих авторов.

Актуальность изучения геодезических потоков обусловлена тем, что они представляют собой математические модели реальных механических систем. Нельзя не отметить, что один из первых примеров интегрируемого геодезического потока на сфере был построен именно С.В. Ковалевской при исследовании движения тяжёлого твёрдого тела с неподвижной точкой.

## ПРЕМИЯ ИМЕНИ В.О. КЛЮЧЕВСКОГО 2018 ГОДА – Б.Н. ФЛОРЕ



Президиум РАН присудил премию им. В.О. Ключевского 2018 г. члену-корреспонденту РАН Борису Николаевичу Флоре за монографии “Русское государство и его западные соседи (1655–1611 гг.)” и “Внешнеполитическая программа А.Л. Ордина-Нащокина и попытка её осуществления”.

Удостоенные премии монографии представляют собой крупный вклад в историографию российской истории. Научная и общественно-политическая актуальность представленных работ состоит в новаторском освещении истории становления России в качестве великой европейской державы в период,

предшествующий деятельности Петра I. Опираясь на богатую базу источников, в том числе архивных, впервые вводимых в научный оборот, автор убедительно показал постепенное и неуклонное возрастание политического авторитета России в международных делах Европы и уделил особое внимание А.Л. Ордину-Нащокину как политику Нового времени, сформировавшемуся в условиях, когда сложились объективные предпосылки для превращения нашей страны в подлинно европейскую державу, играющую важную роль на мировой арене.

Заслугой Б.Н. Флори является не только оригинальная постановка вопросов и привлечение к исследованию неизвестного ранее архивного материала, но и тонкий источниковедческий анализ многих видов и разновидностей источников на русском и иностранных языках.

## ПРЕМИЯ ИМЕНИ А.П. ВИНОГРАДОВА 2017 ГОДА – И.В. ЧЕРНЫШЕВУ



Президиум РАН присудил премию им. А.П. Виноградова 2017 г. академику РАН Игорю Владимировичу Чернышеву за серию работ под общим названием “Изотопные U-Pb и Pb-Pb системы: геохронология и источники вещества рудных месторождений”.

В удостоенной премии серии работ рассмотрены вариации изотопного состава свинца как важнейшего критерия для идентификации источников рудного вещества. Они изучены на примере ши-

рокого спектра месторождений, различающихся по возрасту, геологическому положению, минерально-элементному составу и генезису. И.В. Чернышев внёс значительный вклад в разработку методов масс-спектрометрического анализа свинца, точность и чувствительность которых во многом определяют достоверность генетических реконструкций на основе свинцово-изотопных данных и надёжность уран-свинцового датирования. Предложен высокоточный метод анализа свинца на основе современного метода изотопной геохимии – масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой MC-ICP-MS, применение которого резко повысило точность определения и последующего сравнения изотопных характеристик свинца отдельных образцов и месторождений.

**О ПРИСУЖДЕНИИ МЕДАЛЕЙ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
С ПРЕМИЯМИ ДЛЯ МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ РОССИИ  
И ДЛЯ СТУДЕНТОВ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ РОССИИ  
ПО ИТОГАМ КОНКУРСА 2017 ГОДА  
(ПРЕДСТАВЛЕНИЕ КОМИССИИ РАН ПО РАБОТЕ С МОЛОДЁЖЬЮ)**

В соответствии с Положением о медалях Российской академии наук с премиями для молодых учёных России и для студентов высших учебных заведений России, утверждённым постановлением Президиума РАН от 24 декабря 2002 г. № 376, а также постановлением Президиума РАН от 23 января 2007 г. № 10 и решениями экспертных комиссий РАН по оценке научных проектов молодых учёных РАН и научных работ молодых учёных и студентов высших учебных заведений президиум РАН ПОСТАНОВЛЯЕТ:

1. Присудить медали Российской академии наук с премиями в размере 50 000 (пятидесяти тысяч) рублей каждая для молодых учёных России по итогам конкурса 2017 г.:

1.1. в области математики – кандидату физико-математических наук **Ефимову Александру Ивановичу** (Математический институт им. В.А. Стеклова РАН) за цикл работ “Производные категории и циклические гомологии” и кандидату физико-математических наук **Трофимову Сергею Павловичу**, кандидату физико-математических наук **Широбокову Максиму Геннадьевичу** (Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН) за цикл научных работ “Разработка математических методов проектирования и высокоточного моделирования перспективных миссий малых космических аппаратов”;

1.2. в области общей физики и астрономии – кандидату физико-математических наук **Конькову Анатолию Сергеевичу**, кандидату физико-математических наук **Шевелёву Михаилу Викторовичу** (Национальный исследовательский Томский политехнический университет) за цикл научных работ “Исследование свойств поляризационного излучения релятивистских электронов от макроскопических структур” и кандидату физико-математических наук **Балашёву Сергею Александровичу** (Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН) за цикл работ “Спектроскопия ранней Вселенной: абсорбционные системы в спектрах квазаров”;

1.3. в области ядерной физики – **Задебе Егору Александровичу** (Национальный исследовательский ядерный университет “МИФИ”) за цикл работ “Координатно-трековый детектор на дрейфовых камерах для регистрации околоразрывного потока мюонов космических лучей сверхвысоких энергий”;

1.4. в области физико-технических проблем энергетики – кандидату технических наук **Власкину Михаилу Сергеевичу**, кандидату физико-математических наук **Кисленко Сергею Александровичу** (Объединённый институт высоких температур РАН) за работу “Атомистическое моделирование электродных процессов в перспективных электрохимических устройствах и разработка энергетических установок на их основе” и кандидату технических наук **Федосеевой Александре Эдуардовне**, **Мишневу Роману Владимировичу**, **Ткачёву Евгению Сергеевичу** (Белгородский государственный национальный исследовательский университет) за научную работу “Разработка улучшенных высокохромистых сталей мартенситного класса с повышенными свойствами для тепловой энергетики”;

1.5. в области проблем машиностроения, механики и процессов управления – кандидату технических наук **Гайсину Алмазу Фивзатовичу** (Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ) за цикл научно-исследовательских работ по теме “Высокочастотный (ВЧ) ёмкостной разряд и разряд постоянного тока с проточными жидкими электродами в процессах обработки изделий” и кандидату технических наук **Терауду Валентину Викторовичу** (Научно-исследовательский институт механики МГУ им. М.В. Ломоносова) за цикл экспериментально-теоретических работ по высокотемпературной ползучести и длительной прочности металлов;

1.6. в области информатики, вычислительной техники и автоматизации – кандидату физико-математических наук **Панову Александру Игоревичу** (Федеральный исследовательский центр “Информатика и управление” РАН) за работу “Исследование механизмов формирования и функционирования знаковой картины мира человека” и **Лопато Александру Игоревичу** (Институт автоматизации проектирования РАН) за работу “Новые вычислительные технологии для математического моделирования течений с волнами детонации”;

1.7. в области общей и технической химии – кандидату химических наук **Ефимову Николаю Николаевичу**, **Гаврикову Андрею Вячеславовичу** (Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН) за цикл работ “Направленный синтез новых комплексов редкоземельных элементов – молекулярных магнетиков и эффективных прекурсоров оксидных функцио-

нальных материалов” и кандидату химических наук **Кашину Алексею Сергеевичу**, кандидату химических наук **Галкину Константину Игоревичу**, **Ерёмину Дмитрию Борисовичу** (Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН) за цикл трудов “Изучение механизмов химических реакций комплексом физико-химических методов”;

1.8. в области физикохимии и технологии неорганических материалов – кандидату технических наук **Ерисову Ярославу Александровичу**, кандидату технических наук **Бобровскому Игорю Николаевичу** (Самарский научный центр РАН), кандидату технических наук **Гречниковой Анне Фёдоровне** (Самарский национальный исследовательский университет им. С.П. Королёва) за работу “Разработка и освоение технологий создания и обработки конструкционных материалов с многоуровневой структурой” и **Гайтку Ольге Максимовне** (Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН), **Кузнецовой Елене Сергеевне** (МГУ им. М.В. Ломоносова) за цикл работ “Новые магнетики на основе сложных оксидов висмута и РЗЭ с 2D и 3D тригональными подрешётками, содержащими переходные элементы”;

1.9. в области физико-химической биологии – кандидату биологических наук **Кадникову Виталию Валерьевичу** (Федеральный исследовательский центр “Фундаментальные основы биотехнологии” РАН) за работу “Метагеномный анализ микробных сообществ экстремальных экосистем” и кандидату биологических наук **Шипуновой Виктории Олеговне** (Институт биоорганической химии им. академиком М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН) за работу “Комплексное исследование многофункциональных надмолекулярных комплексов, контролируемо воздействующих на клетки эукариот, с целью создания эффективных агентов для тераностики”;

1.10. в области общей биологии – кандидату биологических наук **Карасёвой Надежде Петровне**, кандидату биологических наук **Римской-Корсаковой Надежде Николаевне** (МГУ им. М.В. Ломоносова) за цикл работ “Эволюционная морфология бескишечных симбиотрофных аннелид *Siboglinidae*” и кандидату биологических наук **Волковой Полине Юрьевне**, **Чурюкину Роману Сергеевичу**, **Казаковой Елизавете Александровне** (Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии) за цикл работ “Анализ механизмов формирования стрессовых реакций растений при действии ионизирующего излучения в малых дозах”;

1.11. в области физиологии – доктору биологических наук **Абрамочкину Денису Валерьевичу** (МГУ им. М.В. Ломоносова) за цикл статей “Неквантовая секреция ацетилхолина в сердце и механизмы холинергической регуляции миокарда позвоночных” и кандидату биологических наук **Котовой Полине Дмитриевне** (Институт биофизики клетки РАН), кандидату био-

логических наук **Тюрину-Кузьмину Петру Алексеевичу** (МГУ им. М.В. Ломоносова) за цикл работ “Рецепторные и сигнальные системы мезенхимных стволовых клеток человека”;

1.12. в области геологии, геофизики, геохимии и горных наук – кандидату физико-математических наук **Преснову Дмитрию Александровичу**, кандидату физико-математических наук **Жосткову Руслану Александровичу** (Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН) за цикл работ “Сейсмоакустический мониторинг неоднородной среды типа литосфера–гидросфера–ледовый покров–атмосфера” и кандидату геолого-минералогических наук **Житовой Елене Сергеевне** (Санкт-Петербургский государственный университет) за цикл работ “Кристаллохимия ряда редких минералов со слоистыми и цепочечными структурами в широком интервале температур”;

1.13. в области океанологии, физики атмосферы и географии – кандидату химических наук **Дину Марине Ивановне** (Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН) за цикл работ “Роль органического вещества гумусовой природы в формировании равновесных форм нахождения металлов в природных водах” и кандидату физико-математических наук **Коношонкину Александру Владимировичу** (Национальный исследовательский Томский государственный университет) за научную работу “Рассеяние света на атмосферных ледяных кристаллах в приложении к задачам лазерного зондирования”;

1.14. в области истории – кандидату исторических наук **Прусской Евгении Александровне** (Институт всеобщей истории РАН) за монографию “Французская экспедиция в Египет 1798–1801 гг.: взаимное восприятие двух цивилизаций” и **Плеханову Артемию Александровичу** (Институт этнологии и антропологии им. Н.Н. Миклухо-Маклая РАН) за научно-исследовательскую работу “Инструментализация истории в политике национал-социализма в истории постсоветской Украины”;

1.15. в области философии, социологии, психологии и права – **Миронову Василию Анатольевичу** (Национальный исследовательский Томский государственный университет) за научную работу “Неопределённость научного статуса геологического познания и её решение в свете нарративного и герменевтического подходов” и кандидату юридических наук **Колоткову Михаилу Борисовичу** (Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого) за монографию “Терроризм и государство: технология конфликта”;

1.16. в области экономики – **Абрамову Владимиру Ивановичу**, **Самсоновой Наталье Александровне** (Центральный экономико-математический институт РАН), **Лысогор Алёне Сергеевне** (ООО “Финистерра”) за научную работу “Агент-ориентированное модели-

рование процессов развития индустриальных кластеров России в привязке к внешнеэкономическим транспортным и энергетическим коридорам”;

1.17. в области мировой экономики и международных отношений – кандидату экономических наук **Невской Анастасии Алексеевне** (Национальный исследовательский институт мировой экономики и международных отношений им. Е.М. Примакова РАН) за монографию “Корпоративные связи России и Европейского союза” и кандидату экономических наук **Дёминой Яне Валерьевне** (Институт экономических исследований ДВО РАН) за цикл работ “Перспективы и эффекты экономической интеграции в странах Восточной Азии”;

1.18. в области литературы и языка – кандидату филологических наук **Пиперски Александру Чедовичу** (Национальный исследовательский университет “Высшая школа экономики”) за книгу “Конструирование языков: от эсперанто до дотракийского”;

1.19. в области разработки или создания приборов, методик, технологий и новой научно-технической продукции научного и прикладного назначения:

1.19.1. кандидату технических наук **Татараидзе Александру Бидзиновичу** (Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)) за работу “Разработка технологии определения структуры сна человека по кардиореспираторным параметрам” и кандидату химических наук **Заходяевой Юлии Алексеевне** (Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН) за цикл работ «“Умные” экстракционные системы в химико-технологических процессах извлечения и разделения компонентов жидких смесей. Теория и практика»;

1.19.2. кандидату медицинских наук **Апаринной Ольге Петровне** (Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии Минздрава России) за научную работу “Разработка оригинальной методики по количественной и топографической оценке структуры миокарда у пациентов с нарушениями ритма сердца на основании применения магнитно-резонансной томографии сердца с отсроченным контрастированием”<sup>1</sup>.

2. Присудить медали Российской академии наук с премиями в размере 25 000 (двадцати пяти тысяч) рублей каждая для студентов высших учебных заведений по итогам конкурса 2017 г.:

2.1. в области математики – не присуждать;

2.2. в области общей физики и астрономии – студентке 2 курса магистратуры физического факультета Южного федерального университета **Рошаль Дарья Сергеевне** за работу “Симметричные и топологи-

ческие методы исследования порядков в двумерных неплоских нанообъектах и моделирование их самосборки”;

2.3. в области ядерной физики – не присуждать;

2.4. в области физико-технических проблем энергетики – студенту 6 курса факультета молекулярной и химической физики Московского физико-технического института (государственного университета) **Орехову Максиму Александровичу** за научно-исследовательскую работу “Новый эффект: ускорение диффузии ионов в жидкости” и студенту 6 курса физического факультета Новосибирского национального исследовательского государственного университета **Кириченко Дмитрию Павловичу** за цикл работ “Левитация и самоорганизация микрокапель жидкости над сухой нагреваемой поверхностью и их взаимодействие с паровоздушным потоком вблизи контактной линии”;

2.5. в области проблем машиностроения, механики и процессов управления – студенту 1 курса магистратуры Института прикладной математики и механики Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого **Третьякову Дмитрию Алексеевичу** за цикл работ “Исследование акустопругости конструкционных материалов при больших пластических деформациях, микрорастрескивании и разрушении” и студенту 2 курса магистратуры Института математики механики и компьютерных наук им. И.И. Воровича Южного федерального университета **Юрову Виктору Олеговичу** за работу “Распространение волн в неоднородных волноводах”;

2.6. в области информатики, вычислительной техники и автоматизации – студентке 1 курса магистратуры факультета информатики и вычислительной техники Ярославского государственного университета им. П.Г. Демидова **Лагутиной Ксении Владимировне** за дипломную научную работу “Разработка метода выделения ключевых слов для информационной системы электронного туризма Open Karelia” и студентке 5 курса факультета безопасности Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники **Кокуриной Анне Сергеевне** за цикл научных работ “Эффективные алгоритмы стеганографического встраивания информации в цифровые изображения”;

2.7. в области общей и технической химии – не присуждать;

2.8. в области физикохимии и технологии неорганических материалов – студентам 2 курса магистратуры факультета наук о материалах МГУ им. М.В. Ломоносова **Беличу Николаю Андреевичу**, **Гришко Алексею Юрьевичу**, **Петрову Андрею Андреевичу** за цикл работ “Синтез и исследование новых фотоактивных наноматериалов для применения в фотокатализе, световых излучающих и фотовольтаических устройствах”;

<sup>1</sup> Постановление президиума РАН от 16 марта 2010 г., № 58.

2.9. в области физико-химической биологии – студенту 6 курса факультета биоинженерии и биоинформатики МГУ им. М.В. Ломоносова **Артюхову Артёму Викторовичу** за работу “Системно-биологическое исследование регуляции комплексов дегидрогеназ 2-оксокислот в метаболических сетях животных”;

2.10. в области общей биологии – студенту 1 курса магистратуры Академии биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского Южного федерального университета **Чиграю Ивану Александровичу** за цикл работ, посвящённых ревизии жуков-чернотелок рода *Blaps* Палеарктики;

2.11. в области физиологии – студенту 4 курса медико-биологического факультета Российского национального исследовательского медицинского университета им. Н.И. Пирогова Минздрава России **Смирнову Ивану Васильевичу** за работу “Применение генетически кодируемых сенсоров в нейрофизиологии”;

2.12. в области геологии, геофизики, геохимии и горных наук – студенту 4 курса геолого-геофизического факультета Новосибирского национального исследовательского государственного университета **Пономарёву Денису Сергеевичу** за квалификационную работу “Минералого-геохимическое исследование и классификационные признаки железного метеорита Маслянино”;

2.13. в области океанологии, физики атмосферы и географии – студенту 6 курса факультета управления и прикладной математики Московского физико-технического института (государственного университета) **Пережогину Павлу Александровичу** за цикл работ “Исследование влияния численных схем и подсеточных параметризаций на статистические характеристики моделируемой двумерной турбулентности”;

2.14. в области истории – студенту 2 курса магистратуры Института истории и политических наук Тюменского государственного университета **Вычерову Дмитрию Александровичу** за научно-исследовательскую работу “Повседневная жизнь школьников тылового города в годы Второй мировой войны”;

2.15. в области философии, социологии, психологии и права – студенту 2 курса магистратуры факультета психологии МГУ им. М.В. Ломоносова **Бондаренко Якову Александровичу** за магистерскую диссертацию “Соотношение аналитического и холистического механизмов восприятия экспрессии лица (с помощью метода многомерного шкалирования)” и студентке 4 курса Юридического института Национального исследовательского Томского государственного университета **Козыровой Дарье Александровне** за научную работу “Правовой нигилизм”;

2.16. в области экономики – студентке 4 курса факультета международного бизнеса Омского государственного университета им. Ф.М. Достоевского **Магашевой Иман Сайд-Магомедовне** за выпускную

квалификационную работу “Международный опыт внедрения и развития инновационно-инвестиционных проектов в области альтернативных источников энергии (на примере солнечной и ветровой энергетики)”;

2.17. в области мировой экономики и международных отношений – студентке 2 курса магистратуры исторического факультета Национального исследовательского Томского государственного университета **Безгачевой Веронике Викторовне** за цикл работ “Региональная политика по переселению соотечественников, проживающих за рубежом, на территорию России в 1990–2000-е годы (на примере субъектов Сибирского федерального округа)” и студентке 5 курса Школы педагогики Дальневосточного федерального университета **Шуйской Дарье Андреевне** за выпускную квалификационную работу “Российско-американские отношения в дискурсе российской и американской прессы 2009–2016 годов”;

2.18. в области литературы и языка – студентке 2 курса магистратуры филологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова **Бондаренко Татьяне Игоревне** за магистерскую диссертацию “Репетитивы в конструкциях с дативными аргументами”;

2.19. в области разработки или создания приборов, методик, технологий и новой научно-технической продукции научного и прикладного значения:

2.19.1. студенту 2 курса магистратуры радиофизического факультета Национального исследовательского Томского государственного университета **Горсту Александру Владимировичу** за научную работу “Разработка метаматериала для радиодиапазона”;

2.19.2. студентке 1 курса магистратуры Института металлургии машиностроения и транспорта Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого **Юдкиной Нине Александровне** за работу “Визуализация распределения эмиссионных наночастиц полевых катодов большой площади” и студенту 6 курса лечебного факультета Пермского государственного медицинского университета им. академика Е.А. Вагнера Минздрава России **Баландину Анатолию Александровичу** за научную работу “Способ определения биологического возраста неопознанного трупа по фрагменту мозжечка, направленный на установление личности погибшего человека”<sup>2</sup>.

3. Контроль за выполнением настоящего постановления возложить на Комиссию РАН по работе с молодёжью.

Главный учёный секретарь президиума РАН  
академик РАН *Н.К. ДОЛГУШКИН*

<sup>2</sup> Постановление президиума РАН от 16 марта 2010 г., № 58.