

СОДЕРЖАНИЕ

Том 88, номер 1, 2018

Наука и общество

В.Б. Бетелин

Проблемы и перспективы формирования цифровой экономики в России 3

С кафедры президиума РАН

С.А. Смоляк, С.Н. Закиров, И.М. Индрунский, М.С. Розман, Э.С. Закиров, Д.П. Аникеев

Актуальные проблемы стоимостной оценки извлекаемых запасов нефти и газа 10

О.Б. Лоран

Фундаментальные исследования и инновации в практической урологии 28

Из рабочей тетради исследователя

В.Г. Трифонов, С.Ю. Соколов

Сопоставление тектонических фаз и инверсий магнитного поля в позднем мезозое и кайнозое 33

Обозрение

Т.Я. Хабриева

Конституционная модернизация в странах СНГ: новые тенденции 40

Е.В. Трофимова

Пещеры — объекты всемирного наследия ЮНЕСКО 50

Точка зрения

В.П. Ильин

Математическое моделирование и философия науки 58

Дискуссионная трибуна

М.Ч. Залиханов, Д.Ж. Маркович, С.А. Степанов

Геополитика и славянский мир в условиях информационной войны 67

Проблемы экологии

Л.А. Сомова, Т.И. Письман, Н.С. Печуркин

Простые искусственные экосистемы для решения природоохранных задач 72

За рубежом

А.Г. Володин

Логика направляемого развития в постколониальной Индии 79

Размышления над новой книгой

Г.Б. Удинцев, Н.И. Павленкова, А.Е. Шлезингер

Новые тенденции в глобальной тектонике океанической Земли 88

Официальный отдел

Юбилеи. — Награды и премии 93

CONTENTS

Vol. 88, No. 1, 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

V.B. Betelin

- On the Problem of the Digital Economy Formation in Russia 3
-

On the Rostrum of the RAS Presidium

S.A. Smolyak, S.N. Zakirov, I.M. Indrupskii, M.S. Rozman, E.S. Zakirov, D.P. Anikeev

- Actual Problems of the Recoverable Oil and Gas Reserves Valuation 10

O.B. Laurent

- Fundamental Research and Innovation in the Practical Urology 28
-

From the Researcher's Notebook

V.G. Trifonov, S.Yu. Sokolov

- Juxtaposition of Tectonic Phase and Inversions of the Magnetic Field during
Late Mesozoic and Cainozoic 33
-

Review

T.Ya. Khabrieva

- Constitutional Modernization in the Union of Independent States: New Trends 40

E.V. Trofimova

- Caves – UNESCO World Heritage 50
-

Point of View

V.P. Ilyin

- Mathematical Modelling and Philosophy of Science 58
-

Discussion Forum

M.Ch. Zalikhanov, D.Zh. Marković, S.A. Stepanov

- Geopolitics and Slavic World in the Terms of Information War 67
-

Problems of Ecology

L.A. Somova, T.I. Pisman, N.S. Pechurkin

- Simple Artificial Ecosystems for Environmental Objectives 72
-

Abroad

A.G. Volodin

- Logic of Directed Development in Postcolonial India 79
-

Reflections on a New Book

[G.B. Udintsev], N.I. Pavlenkova, A.E. Schlezinger

- New trends in global tectonics of oceanic Earth 88
-

Official Section

- Anniversaries. Awards and Prizes 93
-
-

НАУКА
И ОБЩЕСТВО

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ В РОССИИ

© 2018 г. В.Б. Бетелин

*Федеральный научный центр Научно-исследовательский институт системных исследований РАН,
Москва, Россия*

e-mail: betelin@niisi.msk.ru

Поступила в редакцию 13.09.2017

В статье обсуждаются вызовы и риски формирования цифровой экономики в России. Показывается, что они связаны с отсутствием в стране компаний, адекватных по экономической и социальной значимости компаниям — лидерам глобальных мировых рынков полупроводников и радиоэлектроники. Половина мирового рынка полупроводников контролируется американскими компаниями, они составляют основу уже сформировавшейся “цифровой экономики полупроводников США”, потребителем продукции которой является в том числе и Россия. “Цифровая экономика США” — проект лидеров глобального полупроводникового рынка, нацеленный на формирование новых глобальных рынков в условиях снижения доходности полупроводников. В сложившейся ситуации реализация большинства проектов Национальной технологической инициативы будет вестись на базе заёмных технологий и комплектующих, порождая как угрозу того, что Россия не сможет занять сколько-нибудь значимую долю новых глобальных рынков, так и реальную угрозу ослабления информационной безопасности и нарастания кибератак. Парирование вызовов и рисков формирования цифровой экономики в России возможно путём создания экономически и социально значимых ИТ-компаний, ориентированных на цифровизацию стратегических отраслей страны и способных претендовать на лидерство на глобальных мировых рынках.

Ключевые слова: цифровая экономика, вызовы и риски научно-технологического развития, глобальные рынки полупроводников и радиоэлектроники, заёмные технологии и комплектующие, доходность полупроводников и финишных радиоэлектронных изделий, модели товарного производства короткоживущих и долгоживущих товарных изделий.

DOI: 10.7868/S0869587318010012

Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации, утверждённая указом Президента РФ № 642 от 01.12.2016 г., определяет ключевую роль фундаментальной науки в обеспечении готовности страны отвечать на вызовы, обусловленные рисками научно-технологического

развития. Речь идёт о будущих, ещё не проявившихся угрозах, требующих научной оценки и общественного признания. Рассмотрим с этих позиций материалы экспертной группы Digital McKinsey “Цифровая Россия: новая реальность” [1]. В представленном отчёте утверждается, что Россия уже живёт в цифровой эре, поскольку по количеству пользователей Интернета занимает первое место в Европе и шестое — в мире, смартфоны имеют 60% населения, а количество пользователей порталов государственных и муниципальных услуг в 2016 г. достигло 40 млн. человек [1, с. 7]. При этом далее приводятся цифры, отражающие критическую зависимость России от импорта ИТ-оборудования (от 80 до 100% по различным категориям) и программного обеспечения (около 75%) [1, с. 43]. Так, по данным компании IDC, в 2016 г. объём продаж смартфонов в России достиг почти 30 млн. штук,



БЕТЕЛИН Владимир Борисович — академик РАН, научный руководитель ФНЦ НИИСИ РАН.

ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ США

а персональных компьютеров — 5 млн. штук. Доля продуктов российских производителей в этих объёмах составляет единицы процентов, более того, и эти продукты практически полностью реализованы на основе зарубежной элементной базы.

В отчёте также отмечается, что в России достаточно хорошо развита инфраструктура информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), цифровые услуги доступны для большей части населения страны [1, с. 36]. В 2018 г. планируется полномасштабное тестирование технологии 5G, государством реализуется программа, в рамках которой к 2018 г. 13 тыс. малых населённых пунктов будут располагать точками широкополосного доступа. И снова как существующая ИКТ-инфраструктура, так и её развитие практически полностью обеспечиваются за счёт импортного телекоммуникационного оборудования с незначительной долей оборудования отечественных производителей, в основе которого — элементная база зарубежных компаний.

По уровню цифровизации сильнее всего от стран ЕС отстают добывающая и обрабатывающая промышленность и транспорт России [1, с. 40], одна из основных причин — дефицит современного оборудования с цифровым управлением. Так, на 10 тыс. работающих в России приходится в 23 раза меньше промышленных роботов, чем в среднем по миру. Доля станков с числовым программным управлением составляет 10%, тогда как в Германии и США — более 70%, в Китае — около 30%. Используется только 1% данных, генерируемых сенсорами и датчиками, которыми оснащено современное оборудование [1, с. 71]. Общая оценка доли импорта в станкостроении превышает 90% [1, с. 72].

Технологии принципиально новой “индустрии 4.0” включают анализ больших массивов данных, промышленный Интернет вещей, трёхмерное моделирование, машинное обучение, машинное зрение, виртуальную реальность, дополнительную реальность и т.д. Лидирующие позиции на этих рынках занимают компании США, Германии и Японии. Американские компании доминируют на рынках Интернета вещей (GE, Intel), его безопасности (Symantec, IBM, Intel), систем дополненной и виртуальной реальности (Facebook, AMD, Google, Microsoft). Именно их продукция на рынках полупроводников, радиоэлектронных изделий и программного обеспечения выступает основой формирования цифровой экономики. Поэтому главные риски и вызовы развития цифровой экономики в России связаны с отсутствием в нашей стране компаний, адекватных по экономической и социальной значимости американским ИТ-корпорациям, — российские компании на мировом рынке технологий ИТ-оборудования и программного обеспечения не имеют сколько-нибудь значимых позиций.

Эпоха высокой доходности полупроводников.

В настоящее время именно экономика, ориентированная на *проектирование и производство полупроводников*, в наибольшей степени соответствует сути термина “цифровая экономика”. Действительно, невозможно произвести полупроводниковый прибор без создания его цифровой модели. Цифровые модели полупроводников или отдельных компонентов (IP-блоки) могут становиться объектами лицензирования или купли/продажи с целью дальнейшего производства полупроводников на их основе.

Производство полупроводников ведётся на полупроводниковых фабриках. Они в свою очередь воплощают идею “цифрового производства”: исходные данные для изготовления полупроводникового прибора заложены в его цифровой модели, которая разрабатывается в соответствии с предоставленными разработчику конкретной фабрикой правилами и технологическим процессом, выбранным разработчиком из числа реализующихся на данном предприятии. Процесс производства состоит в последовательном выполнении большого ряда технологических операций над кремниевыми пластинами путём их автоматического перемещения робототехническим комплексом от одной технологической машины к другой. Время и режим обработки пластин на конкретной машине, последовательность выполнения и количество технологических операций автоматически определяются выбранным разработчиком технологическим процессом. Завершающая операция — автоматическая проверка изготовленных полупроводниковых приборов на тестах, предоставленных разработчиком прибора. Современная полупроводниковая фабрика — это *полностью автоматизированное* производство, занимающее десятки и сотни тысяч квадратных метров площадей, на которых размещены сотни единиц технологического оборудования, объединённые робототехническим комплексом. Такая фабрика обеспечивает производство десятков и сотен миллионов полупроводниковых приборов в год. Например, площадь полупроводниковой фабрики компании Texas Instruments RFab составляет более 100 тыс. м². Эта компания ежегодно производит миллиарды полупроводников на 150-, 200- и 300-миллиметровых кремниевых пластинах. В 2016 г. её оборот составил более 13 млрд. долл., из которых 8,5 млрд. — доля аналоговых полупроводниковых сверхбольших интегральных схем (СБИС).

Мировым лидером цифровой экономики полупроводников в настоящее время является полупроводниковая отрасль США, которая, по данным “SIA 2016 Factbook”, контролирует 50% глобального рынка полупроводников ёмкостью около 350 млрд. долл.

Доля Кореи на этом рынке — 17%, Японии — 11%, Европы — 9%, Тайваня — 6%, Китая — 4%. Экспорт полупроводников оказывается третьей по величине статьёй экспорта промышленных изделий США после автомобилей (55 млрд. долл.) и самолётов (119 млрд. долл.), составляя 42 млрд. долл. “Цифровая экономика полупроводников США” обеспечивает около 250 тыс. рабочих мест и ещё 1 млн. в других отраслях экономики [2].

“Цифровая экономика США” как программа формирования новых глобальных рынков. Ключевой технико-экономический фактор роста объёмов товарного производства полупроводников в последние 20 лет (в США 5,3% в год) — снижение стоимости одного транзистора при переходе на меньшие проектные нормы. Так, стоимость 1 бита в микросхемах памяти ежегодно снижалась на 30–35%. Однако при переходе от проектных норм 28 нм к 20 нм стоимость транзистора перестала снижаться. Для такой технологии существенно возросли затраты на разработку технологического процесса (до 1 млрд. долл.) и общую стоимость заводского предприятия (10 млрд. долл.). Это обусловлено в основном высокой стоимостью и сложностью технологического оборудования, в частности, фотолитографических устройств и фотошаблонов, цена комплекта которых, например, для проектных норм 32 нм составляет от 4 до 6 млн. долл. Рост операционных расходов современного завода, обеспечивающего массовое производство полупроводников, в значительной степени определяется также возросшим энергопотреблением, которое достигает 100 МВт, превышая потребление многих автомобильных и нефтеперерабатывающих заводов. В результате порог безубыточности, например, для компаний, работающих в сегменте производства микропроцессоров и памяти, в зависимости от модели производства — от 3 до 6 млрд. долл. [3].

В новых условиях доходность полупроводниковых производств существенно снизилась, а риски достижения в ближайшие 5–10 лет технических, энергетических, экологических и ресурсных барьеров выросли. К числу таких рисков относится и прекращение действия закона Мура. Проблему действия закона Мура после преодоления рубежа 10 нм обсуждали на конференции ISSCC (International Solid-State Circuits Conference) в 2015 г. представители крупнейших микрoeлектронных компаний Intel, Samsung, TSMC, IBM и др.

По-видимому, 10-нанометровый технологический процесс будет последним, построенным Intel по чисто кремниевой технологии. Наиболее вероятно, что в 7-нанометровом технологическом процессе кремний заменят полупроводники группы III–V, такие как индий арсенида галлия. Основная научная и технологическая проблема, которую необходимо при этом решить, — обеспечить приемлемый уровень

пространственных дефектов, порождённых разницей типов объединяемых кристаллических решёток. Компании IMEC и IBM уже добились заметных успехов на этом пути, создав образцы высокоэффективных транзисторов на основе полупроводников группы III–V. То есть имеются реальные предпосылки к продлению закона Мура, по крайней мере, ещё на 5–7 лет. Однако ожидаемые технологические успехи, скорее всего, не позволят существенно увеличить доходность производства полупроводников в связи с возрастающей стоимостью технологического оборудования и технологических процессов, а значит, и доходность производства аппаратуры обработки и передачи данных и соответствующего программного обеспечения [3].

Таким образом, цифровая экономика полупроводников США как модель развития, основанная на высокой доходности этих изделий, себя исчерпала, и ответом полупроводниковой отрасли США на этот вызов стало формирование новой программы “цифровой экономики США”. Её реализация должна обеспечить отрасли многократное увеличение объёмов производства и продаж полупроводников как внутри страны, так и за рубежом. По сути, “цифровая экономика США” представляет собой программу формирования крупнейшими полупроводниковыми и финансовыми компаниями США новых глобальных рынков на основе существующих глобальных финансовых и полупроводниковых рынков, лидерами которых эти компании в настоящее время являются. Действительно, промышленный Интернет, “умный” дом, “умный” город, цифровое предприятие, автомобиль без водителя, криптовалюты и т.д. — это прежде всего массовые потребители полупроводников и электронной аппаратуры на их основе.

Россия — потребитель продукции цифровой экономики полупроводников США. Из 100 компаний, вошедших в рейтинг CNews100¹ в 2016 г., более половины (64%) занимаются оказанием ИТ-услуг и дистрибуцией оборудования и программного обеспечения, а не товарным производством. Суммарный оборот этих компаний составляет менее 600 млрд. руб., а численность сотрудников — около 55 тыс. человек. Производством оборудования и полупроводников занимаются порядка 10 компаний с суммарным оборотом около 27 млрд. руб. (450 млн. долл. по курсу 60 руб. за 1 долл.) и общей численностью работников менее 4 тыс. человек. Разработкой программного обеспечения — около 20 компаний с суммарным оборотом менее 180 млрд. руб. (3 млрд. долл. по курсу 60 руб. за

¹ CNews100 — рейтинг крупнейших ИТ-компаний России, составляемый экспертами отечественного информационно-аналитического холдинга CNews, специализирующегося на освещении состояния и перспектив высокотехнологического сектора экономики России и стран СНГ.

1 долл.) и общей численностью около 26 тыс. человек. При этом оборот крупнейшей российской полупроводниковой компании “НИИМЭ и Микрон” в 2016 г. составил около 6,6 млрд. руб. (110 млн. долл. по курсу 60 руб. за 1 долл.) при численности персонала немногим более 1,5 тыс. человек, а оборот одной из крупнейших российских компаний, выпускающих программное обеспечение, — “Лаборатории Касперского”, в 2016 г. превысил 43 млрд. руб. (около 700 млн. долл. по курсу 60 руб. за 1 долл.) при численности сотрудников 3,6 тыс. человек.

В целом суммарная выручка первых 100 крупнейших ИТ-компаний России составила в 2016 г., по данным CNews100, около 1,2 трлн. руб. (около 20 млрд. долл. по курсу 60 руб. за 1 долл.) при общей численности работников менее 130 тыс. человек. Однако неизвестно, какая доля этой выручки пришлась на закупку зарубежной аппаратуры и программного обеспечения, то есть ушла за рубеж. Неизвестны также и объёмы отчислений в бюджет, в фонды оплаты труда и фонды развития этих 100 компаний. Для сравнения: оборот компании Intel в 2015 г. составил 55 млрд. долл., численность сотрудников — более 100 тыс. человек, оборот компании Microsoft в 2016 г. при почти аналогичной численности персонала превысил 86 млрд. долл. Таким образом, CNews100 ясно показывает масштабы импортозависимости России в области полупроводников, радиоэлектроники и программного обеспечения.

Кроме компаний, представленных в списке CNews100, разработкой и производством микропроцессоров и больших интегральных схем занимаются ЗАО “МЦСТ”, АО “Байкал-Электроникс”, ЗАО “НТЦ-Модуль”, АО “Элвис”, АО “Миландр” и ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН. Их суммарная численность, объёмы выручки и производства составляют не более 2500 тыс. человек, 10–15 млрд. руб. и 0,5 млн. СБИС/год соответственно. Компании с такими экономическими показателями в принципе не способны создавать и производить массовый продукт, не уступающий по технико-экономическим характеристикам, а значит, и конкурентоспособности массовым продуктам зарубежных компаний с оборотами в десятки и сотни миллиардов долларов в год и численностью сотрудников, превышающей 100 тыс. человек. Другими словами, в России нет полупроводниковых компаний, которые соответствовали бы сути термина “цифровая экономика”. Основная причина такого положения — многолетняя политика государства в области развития инновационной системы, утверждённая Правительством РФ 05.08.2005 г. (№ 2473п-П7). В основе этой политики — формирование государством благоприятных экономических и правовых условий для инновационной деятельности, в первую очередь малых и средних предприятий. Трактовка в этом документе инновационной деятельности как “работ и услуг, направленных на...”, и оценка её успешности

по вторичным, не рыночным показателям делают ненужным создание продукта с высокой добавленной стоимостью [4].

Сформировавшаяся в существующих экономических и правовых условиях ИТ-отрасль России состоит только из малых и средних предприятий и нацелена прежде всего на зарабатывание денег, а не на развитие технологий. Для неё характерны институты развития, финансируемые из средств федерального бюджета, такие как АО “РВК”, АО “Роснано”, фонд “Сколково”, которые отвечают только за *создание условий для разработки новых технологий*, но не за само их создание. Критерий успеха их деятельности — чисто финансовый [4]. Именно поэтому “когда деньги... буквально разбрасывались с вертолёт, стало наблюдаться снижение производительности”, и “Россия задержалась с активным включением в новую промышленную революцию” [5].

НАЦИОНАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНИЦИАТИВА

Постановлением Правительства РФ от 18 апреля 2016 г. № 317 “О реализации Национальной технологической инициативы” (НТИ) утверждены правила разработки и реализации планов мероприятий НТИ, положение о разработке, отборе, реализации и мониторинге проектов, правила предоставления субсидий из Федерального бюджета проектов (п. 1). На реализацию ключевых проектов предусмотрены бюджетные ассигнования в размере 8 млрд. руб. (п. 2).

В докладе на заседании Президиума Совета по модернизации экономики и инновационному развитию России при Президенте РФ 9 июня 2015 г. директор направления “молодые профессионалы” Агентства стратегических инициатив (АСИ) Д. Песков без какого-либо анализа причин отметил, что на тот момент не было ни одного примера, когда российские компании стали бы лидерами уже сложившегося, зрелого мирового рынка. В том же году АСИ опубликовало аналитический доклад «Подходы к формированию и запуску новых отраслей промышленности в контексте Национальной технологической инициативы на примере сферы “Технологии и системы цифровой реальности и перспективные человеко-компьютерные интерфейсы (в части нейроэлектроники)”» [6]. В разделе “Стратегии для государства” [6, с. 71, 72] авторы предлагают “рассмотреть рынки будущие, не оформленные, поскольку сегодняшних развитых рынков у России практически нет” [6, с. 71], не приводя при этом ни обоснований невозможности выхода России на “сегодняшние развитые рынки”, ни обоснований возможности выхода России на “рынки будущие, неоформленные”.

Доклад “Подходы к формированию...” фактически представляет собой упрощённую компиляцию отдельных разделов 211-страничного документа “Будущее образования: глобальная повестка” [7], в котором изложены принципы построения глобальной образовательной системы как основы нового “не распакованного” рынка образования на многие миллиарды долларов [7, с. 12]. Зачатки этой системы сегодня главным образом сосредоточены в США [7, с. 75], а инициаторами и движителями построения новой образовательной системы выступают такие отрасли, как информационные технологии, медицина и финансы, в которых мировыми лидерами также являются компании США [7, с. 5]. Наиболее адекватная формулировка основной цели предлагаемой в повестке [7] глобальной образовательной системы представлена в статье [8]: формирование идеального потребителя, полностью лишённого рационального сознания и научных знаний о мире, то есть потребителя продукции компаний — лидеров сегодняшних развитых рынков информационных и медицинских технологий, лекарственных средств и финансов. Это означает, что без лидерства на каком-то из уже сложившихся рынков, и в первую очередь на глобальном рынке полупроводников, нельзя завоевать лидерство на будущих, “неоформленных” рынках [9].

6 июня 2017 г. президиум РАН провёл совещание по вопросу вовлечения потенциала Российской академии наук в реализацию НТИ как технологической основы завоевания Россией экономически значимой доли складывающихся глобальных массовых рынков. Из докладов, посвящённых основным направлениям реализации как НТИ в целом, так и дорожных карт уже финансируемых проектов (Нейронет, Энерджинет, Аэронет и т.д.), следует, что массовые информационные технологии являются ключевыми технологиями для реализации НТИ и её отдельных проектов. Однако состояние технологий массового производства полупроводников, радиоэлектроники и программного обеспечения в России можно охарактеризовать, прибегая к терминологии докладов, как “технологические барьеры”. С учётом сказанного выше ясно, что в сегодняшних российских условиях реализация большинства проектов НТИ будет вестись на основе заёмных технологий и комплектующих, приобретённых на существующих глобальных рынках полупроводников, радиоэлектроники и программного обеспечения. Не стоит забывать и о формируемом мировыми лидерами перечисленных производственных направлений новом рынке — рынке комплексных аппаратно-программных решений, все основные компоненты которых (элементная база, аппаратура и программное обеспечение) разрабатываются в рамках одной компании и оптимизированы на обеспечение максимальной эффективности продукта. Так, в настоящее время лидером ниши высокодоходных финишных радиоэлектронных изделий этого

становящегося глобального рынка является компания Apple, оборот которой в 2016 г. составил 215 млрд. долл. при численности персонала более 100 тыс. человек. Apple ведёт разработку и производство 64-разрядных микропроцессоров (Apple A7), операционных систем, прикладного программного обеспечения и на основе этих компонентов реализует массовое производство таких финишных изделий, как мобильные телефоны, планшетные компьютеры, смартфоны, “умные” часы, ноутбуки, серверы и т.д.

Лидер массового рынка полупроводников компания Intel формирует ещё одну нишу нового глобального рынка, массовым продуктом которой будут технологии и комплексные аппаратно-программные решения для создания систем управления автомобилем без водителя. Ёмкость этого сегмента к 2030 г. Intel оценивает в 70 млрд. долл. [9]. В рамках данного направления деятельности корпорация приобрела в 2015 г. за 16,7 млрд. долл. компанию Altera — разработчика и производителя программируемых логических интегральных схем (ПЛИС). В июле 2016 г. компании BMW, Intel и Mobileye объявили о совместной разработке к 2021 г. самоуправляемого автомобиля для городских улиц и технологии открытой платформы, которую смогут использовать другие автопроизводители. В ноябре 2016 г. Intel организовала новое подразделение, занимающееся вопросами автоматического управления движением автомобиля, инвестиции в это направление составляют 250 млн. долл. В январе 2017 г. началась разработка нового семейства аппаратных и программных инструментов для проекта автомобиля без водителя. Под эти цели разработчик систем компьютерного видения компания Mobileye была приобретена за 15,3 млрд. долл. В январе 2017 г. BMW, Intel и Mobileye объявили о выпуске партии из 40 автомобилей BMW к концу года. В подобных условиях реализуемый в рамках НТИ проект Автонет, нацеленный на завоевание Россией к 2035 г. экономически значимой для страны доли рынка беспилотных автомобилей, может быть реализован только на основе заёмных массовых комплексных аппаратно-программных решений компании Intel, поскольку в НТИ не предусмотрены проекты технологического обеспечения разработки и массового производства комплексных аппаратно-программных решений. Аналогичным образом обстоит дело с реализацией проектов Аэронет, Нейронет и Технет.

Имеющийся опыт использования заёмных решений в микроэлектронике свидетельствует о том, что российским предприятиям доступны только технологии и технические решения с отставанием на два и более поколений, а размер платежей за их использование составляет от 30 до 80% от затрат на разработку и до 50% при серийном производстве. Такова одна из основных причин того, что полупроводниковая отрасль

России не является ни экономически, ни социально значимой. Поэтому существует реальная угроза, что в результате реализации проектов НТИ на основе заёмных массовых комплексных аппаратно-программных решений Россия не получит сколько-нибудь значимой доли формирующихся глобальных массовых рынков. Другая реальная угроза использования заёмных решений в системах управления, например, автомобилем без водителя или самолётом без пилота, — заведомое наличие в этих решениях непреднамеренных, а возможно, и преднамеренных уязвимостей, которые могут быть использованы для организации кибератак.

СОЗДАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИ И СОЦИАЛЬНО ЗНАЧИМЫХ ИТ-КОМПАНИЙ НА ОСНОВЕ ПОТРЕБНОСТЕЙ ВНУТРЕННЕГО РЫНКА РОССИИ

По данным, представленным в докладах на конференции SEMI-2015 [10], в 2015 г. объём продаж массовых короткоживущих электронных устройств (мобильные устройства, телефоны, компьютеры и т.д.) на глобальном мировом рынке составил 1,584 трлн. долл., а объём продаж необходимых для производства этих изделий полупроводников — 378 млрд. долл., то есть 24%. Объёмы продаж полупроводникового технологического оборудования и расходных материалов, требуемых для производства этой полупроводниковой продукции, достигли в 2015 г. 42 млрд. и 46 млрд. долл. соответственно, то есть 2,7 и 2,9% от объёма продаж электронных устройств.

Согласно сведениям, приведённым в рейтинге CNews100 за 2016 г., объём продаж на внутреннем ИТ-рынке России — не менее 1,2 трлн. руб., или около 20 млрд. долл. С учётом экспертных оценок НП “Руссофт” доля продаж программного обеспечения в нашей стране составляет порядка 4–5 млрд. долл. Другими словами, на долю радиоэлектронного оборудования приходится около 80% от объёма ИТ-рынка России. Исходя из соотношений объёмов продаж для глобальных рынков, можно заключить, что годовые объёмы продаж на внутреннем российском рынке полупроводников, технологического оборудования и расходных материалов могли бы составлять около 4 млрд. долл. (24%), 430 млн. долл. (2,7%) и 460 млн. долл. (2,9%) соответственно. Этот объём продаж полупроводников очень близок к годовой выручке компании UMC (4,4 млрд. долл.), которая, по оценке корпорации Gartner, занимает третье место в мире на рынке услуг кремниевых заводов и обеспечивает при численности персонала более 18 тыс. человек производство не менее 500 тыс. 200- и 300-миллиметровых кремниевых пластин в месяц по технологиям 65 нм, 45/40 нм, 28 нм.

Как сообщает информационно-консультационная компания IDC, в 2016 г. объём российского рынка

персональных компьютеров насчитывал около 5 млн. штук, серверов — более 100 тыс., смартфонов — более 30 млн. [11]. Суммарное количество микропроцессоров и сложных СБИС во всех этих устройствах — не менее 70 млн. штук. Для производства такого количества (с учётом размера кристаллов и выхода годных) потребуется не менее 140 тыс. 200-миллиметровых кремниевых пластин, что практически соответствует годовому объёму производства АО “Ангстрем-Т”. Не меньшим по объёмам сегментом внутреннего рынка являются низко- и среднестоимостные настольные компьютеры и планшеты, контроллеры для промышленного оборудования, добычи и транспортировки нефти и газа, железнодорожного и авиационного транспорта, атомной энергетики и т.д. Таким образом, объём внутреннего ИТ-рынка России достаточен для создания, по крайней мере, одной экономически и социально значимой полупроводниковой компании, которая могла бы стать основой реализации проектов НТИ и формирования цифровой экономики в России. В существующих экономических и правовых условиях создание такой компании возможно только на основе закона прямого действия, аналогичного, например, закону о фонде “Сколково”, с тем принципиальным отличием от последнего, что результатом его реализации должно быть создание экономически и социально значимой полупроводниковой компании, а не условий для её создания. Тем не менее необходимой предпосылкой обеспечения лидерства России на мировых глобальных высокотехнологичных рынках (авиация, космос, энергетика, транспорт, машиностроение и т.д.) представляется создание государством экономических и правовых условий для формирования экономически и социально значимых комплексных производителей массовых финишных радиоэлектронных изделий.

ДВЕ МОДЕЛИ ТОВАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Стратегическая цель экономики России, сформулированная в ряде директивных документов, — лидерство на мировых глобальных высокотехнологических рынках. Наиболее динамично развиваются глобальные рынки массовых короткоживущих (один-три года) высокотехнических продуктов, в основе производства которых лежит стратегия “двойного сокращения” — времени жизни производимого продукта и сроков разработки нового продукта. Эта стратегия предполагает также меры принуждения потребителя к приобретению нового продукта взамен старого (например, высокая стоимость или невозможность ремонта по истечению трёх лет эксплуатации). Так формируется современная модель производства не только бытовой техники — холодильников, стиральных машин, телевизоров, мобильных компьютеров и телефонов и т.д., но и, например, легковых автомобилей, в том

числе Mercedes, которые ещё 15–20 лет назад считались практически “вечными”.

Стратегия “двойного сокращения” — наиболее эффективный на сегодня инструмент формирования лидерами глобальных массовых мировых рынков всё новых и новых потребностей и триумфального их удовлетворения [8]. Среди сопровождающих её экологических, ресурсных и энергетических проблем — огромная ресурсо- и энергоёмкость массовых производств, необходимость утилизации стремительно растущего числа выведенных из эксплуатации автомобилей, телевизоров, компьютеров. В условиях реализации стратегии двойного сокращения приоритеты научно-технологического развития жёстко ограничены интересами снижения себестоимости производства и увеличения его объёмов. То есть в рамках стратегии лидерство в высоких технологиях — это лидерство в объёмах производимых по данным технологиям продуктов.

Альтернативная модель товарного производства, предполагающая удовлетворение нормальных потребностей на заработанные людьми деньги [8], опирается на идею долгоживущих (10–15 лет и более) ремонтпригодных промышленных изделий высокой надёжности и готовности. Именно эта модель реализовывалась ОПК и гражданскими отраслями СССР [12] при изготовлении гражданских самолётов и автомобилей, бытовой техники и т.д.

В России сегодня нет экономически и социально значимых компаний — лидеров глобальных массовых мировых рынков, деятельность которых строится на основе стратегии “двойного сокращения”. Поэтому представляется целесообразным рассмотреть модель развития страны на основе лидерства на глобальных рынках изделий, длительный срок службы которых обеспечивается как высокой надёжностью отдельных агрегатов, так и заменой отдельных деталей и узлов в процессе их планового ремонта. К таким изделиям относится продукция авиационно-космического комплекса, тяжёлого энергетического и транспортного, атомного машиностроения, судостроения. Это дорогостоящие изделия, продажа их на мировом рынке, наряду с энергоносителями, может привлечь финансовые потоки, достаточные для устойчивого социально-экономического развития страны. При этом ИТ-отрасль России должна быть нацелена как на цифровизацию перечисленных стратегических отраслей, обеспечивая их лидерство на мировом рынке, так и на потребности внутреннего потребительского рынка, поскольку, как отмечается в докладе “Цифровая Россия: новая реальность”, “именно внутренний рынок является первой ступенькой для роста будущих цифровых лидеров” [1, с. 39].

ЛИТЕРАТУРА

1. Цифровая Россия: новая реальность. Отчёт экспертной группы Digital Mckinsey. ООО “Мак-Кинзи и Компания СиАйЭс”, 2017. <http://www.tadviser.ru/images/c/c2/Digital-Russia-report.pdf> (дата обращения 15.09.2017).
2. 2016 SIA Factbook. <http://go.semiconductors.org/2016-sia-factbook-0-0> (дата обращения 15.09.2017).
3. Бетелин В.Б. О проблеме импортозамещения и альтернативной модели экономического развития России // Стратегические приоритеты. 2016. № 1 (9). С. 11–21.
4. Бетелин В.Б. Критерий успеха инновационной деятельности — технологическая конкурентоспособность России на мировом рынке // Альманах по итогам I Всероссийского форума технологического лидерства “Технодоктрина 2014”, 6 ноября 2014 г., Москва. М.: МОО “Русто”, 2014. С. 29–31.
5. К платформе будущего. <http://csr.ru/news/k-platforme-buduhhego/> (дата обращения 15.09.2017).
6. Подходы к формированию и запуску новых отраслей промышленности в контексте Национальной технологической инициативы на примере сферы “Технологии и системы цифровой реальности и перспективные человеко-компьютерные интерфейсы (в части нейроэлектроники)”. Аналитический доклад. М., 2015. <https://asi.ru/nti/docs/Doklad.pdf> (дата обращения 15.09.2017).
7. Будущее образования: глобальная повестка. https://edu2035.org/pdf/GEF.Agenda_ru_full.pdf (дата обращения 15.09.2017).
8. Давыдов Л. Главный ресурс современного капитализма — дебилы. davydov-index.livejournal.com/544785.html (дата обращения 15.09.2017).
9. Бетелин В.Б. О задачах академического сектора науки России в реализации Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации в области информационных технологий // Информационные технологии и вычислительные системы. 2017. № 1. С. 3–9.
10. SEMI, SEMICON Russia. Moscow, June, 2015. <http://www.semiconrussia.org/ru/Programs/Microelectronic-Conference> (дата обращения 15.09.2017).
11. Пресс-релиз IDC RESEARCH PRESS RELEASE. 3 April 2017, Moscow. <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prCEMA42443617> (дата обращения 15.09.2017).
12. Бетелин В.Б. Объём товарного производства реального сектора экономики — ключевой показатель уровня социально-экономического развития страны // Сборник докладов Второй конференции “Экономический потенциал промышленности на службе оборонно-промышленного комплекса”, Финансовый университет при Правительстве РФ, 9–10 ноября 2016 г., Москва. М.: Изд. дом “Connect”, 2016. С. 174–175.

С КАФЕДРЫ
ПРЕЗИДИУМА РАН

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СТОИМОСТНОЙ ОЦЕНКИ
ИЗВЛЕКАЕМЫХ ЗАПАСОВ НЕФТИ И ГАЗА**

© 2018 г. С.А. Смоляк^а, С.Н. Закиров^б, И.М. Индрупский^б,
М.С. Розман^б, Э.С. Закиров^б, Д.П. Аникеев^б

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

^б *Институт проблем нефти и газа РАН, Москва, Россия*

e-mail: smolyak1@yandex.ru; ezakirov@ogri.ru; i-ind@ipng.ru;
mrozman@bk.ru; ezakirov@ogri.ru; anikeev@ipng.ru

Поступила в редакцию 25.05.2017

В статье рассмотрены экономические, технические, технологические и организационные проблемы недропользования, прежде всего нефтегазового. Авторы обосновывают необходимость кардинальной перестройки системы стоимостной оценки запасов полезных ископаемых и оценки эффективности проектов их разработки. Во главу угла здесь должны быть поставлены, как и в ряде развитых стран, показатели общественной эффективности. Это, в частности, позволит не только учесть требования долгосрочного устойчивого развития страны, но существенно повысить коэффициенты извлечения нефти, газа и конденсата, уменьшить негативные экологические последствия. Одновременно необходимо обеспечить сбалансированность интересов недропользователя, государства и общества, что требует определённых изменений в организационно-экономическом механизме реализации проектов недропользования. Учёт существенных для нефтегазовых проектов факторов риска и неопределённости требует также адаптации проектов к меняющимся условиям и внесения необходимых корректировок в методы стоимостной оценки запасов.

Ключевые слова: недропользование, месторождения, полезные ископаемые, стоимостная оценка, разработка месторождений углеводородного сырья, недропользователь, ликвидация скважин.

DOI: 10.7868/S0869587318010024

Нефтегазодобывающая отрасль — одна из системообразующих для экономики Российской Федерации. Месторождения углеводородного сырья (УВС) являются важным элементом национального богатства и находятся в государственной собственности. Разработка месторождений УВС осуществляется компаниями-недропользователями по

утверждаемым государством долгосрочным проектам на условиях лицензирования. Рациональное использование ресурсов УВС — необходимая составляющая обеспечения национальной безопасности и устойчивого развития страны в краткосрочной и долгосрочной перспективе.

Рациональное освоение и разработка месторождений УВС — комплексная междисциплинарная проблема, требующая внедрения передовых достижений и согласованных усилий специалистов в области геологии и геофизики, подземной гидродинамики и 3D-моделирования, техники и технологии добычи, экономики, экологии. Для её решения также необходимо эффективное взаимодействие с другими отраслями, такими как металлургия, машиностроение, нефтегазопереработка, нефтегазохимия. Нефтегазовые проекты значительно влияют на социально-экономическое

СМОЛЯК Сергей Абрамович — доктор экономических наук, главный научный сотрудник ЦЭМИ РАН. ЗАКИРОВ Сумбат Набиевич — доктор технических наук, главный научный сотрудник ИПНГ РАН. ИНДРУПСКИЙ Илья Михайлович — доктор технических наук, заведующий лабораторией газонефтеконденсатоотдачи пластов ИПНГ РАН. РОЗМАН Михаил Семёнович — кандидат экономических наук, старший научный сотрудник ИПНГ РАН. ЗАКИРОВ Эрнест Сумбатович — доктор технических наук, главный научный сотрудник ИПНГ РАН. АНИКЕЕВ Даниил Павлович — кандидат технических наук, старший научный сотрудник ИПНГ РАН.

развитие регионов и страны в целом, а внедрение в отрасли отечественных инноваций играет большую роль в общегосударственной проблеме импортозамещения.

Обеспечить рациональное использование богатств недр при проектировании разработки месторождений и в процессе реализации этих проектов невозможно без эффективного государственного регулирования, опирающегося на современное научно-методическое и экспертное сопровождение. При этом важна и стоимостная оценка извлекаемых запасов, требующая одновременного учёта экономических, технологических, экологических, организационных и других аспектов процесса недропользования. Ниже будет рассмотрен широкий круг возникающих при этом междисциплинарных проблем.

Критерии стоимостной оценки. Такие активы, как земельные участки, здания, станки, суда, обращаются на рынке, и стоимостная оценка каждого из них выражается *рыночной стоимостью*, отражающей чистый дисконтированный доход владельца от наиболее эффективного использования актива. Рыночные стоимости активов используются не только коммерческими и финансовыми структурами, но и государством, выступающим в качестве участника и регулятора рыночных отношений.

Казалось бы, для государственного регулирования отношений недропользования также нужны стоимостные оценки месторождений полезных ископаемых, тем более что об этом прямо говорится в статье 23.1 Закона “О недрах” (ФЗ от 21.02.1992 г. № 2395—1 в редакции от 03.03.1995 г. № 27-ФЗ). Однако запасы полезных ископаемых, являющиеся недвижимым имуществом, не имеют пока официальной стоимостной оценки и отражены на государственном балансе только в натуральном выражении.

Участникам фондового рынка и финансовым структурам необходимы прежде всего оценки рыночной стоимости месторождений полезных ископаемых на определённую дату. Они даются специализированными оценочными компаниями, руководствующимися международными стандартами оценки (соответствующие национальные стандарты пока ещё не разработаны). Эти стандарты увязаны с методологией оценки эффективности инвестиционных проектов и предусматривают следующий порядок оценки рыночной стоимости.

Сначала формируется некоторое количество допустимых с технической, технологической, экологической и правовой точки зрения вариантов разработки (или продолжения разработки) месторождения начиная с даты оценки. Для каждого

такого варианта рассчитываются денежные потоки, отражающие коммерческие выгоды недропользователя (типичного участника рынка) на каждом году разработки, и находится сумма дисконтированных потоков — коммерческий эффект или чистый дисконтированный (по рыночной ставке) доход недропользователя (ЧДДН) за так называемый рентабельный период разработки. Наиболее эффективным признаётся вариант с максимальным ЧДДН, а рыночная стоимость запасов при этом определяется как значение ЧДДН по этому варианту. При необходимости отчёты об оценке рыночной стоимости проходят экспертизу, проводимую другими квалифицированными оценщиками.

Таким образом, оценки рыночной стоимости запасов ориентированы на наиболее эффективную их разработку для недропользователя. При этом компании-недропользователи, стремясь повысить свою рыночную стоимость (капитализацию), на стадии проектирования разработки месторождений и в процессе реализации проектов принимают направленные на это технические, технологические и организационные решения. В задачи государства входят проведение государственной экспертизы проектов разработки месторождений и выбор для утверждения лучших вариантов.

Отметим, что если для выбора оптимального проектного варианта разработки месторождения необходим критерий эффективности, то в основе формирования допустимых вариантов должны лежать требования к рациональной разработке месторождений [1]. Совокупность таких требований отражает *критерий рациональности*, формулировки которого представлены в работах С.Н. Закирова и Р.Х. Муслимова. Этот критерий задаёт обязательные условия, которым должен удовлетворять проект разработки месторождения, и позволяет отсеивать заведомо не удовлетворяющие им варианты. В частности, проект должен обеспечивать рациональное использование всех видов природного сырья (нефти, газа и конденсата в случае УВС), учитывать современные научно-методические, технические и технологические решения, обеспечивать соблюдение требований защиты окружающей среды и недр, ФЗ “О недрах”, интересов населения страны и региона. Технические и технологически обоснованными должны быть предусматриваемые в проектных документах кондиции полезных ископаемых, коэффициенты извлечения нефти (КИН), газа (КИГ) и конденсата (КИК).

Очевидно, что условия рациональности разработки месторождений должны быть отражены и в положениях нормативно-методических документов, регламентирующих подготовку проектной

документации, а соблюдение требований рациональности в проектных вариантах должно контролироваться квалифицированной государственной экспертизой. Однако оба эти требования в должной мере не выполняются, о чём будет сказано ниже.

Сегодня практически отсутствует квалифицированная экспертиза экономической части проектов разработки месторождений полезных ископаемых. При выборе проектных технических и технологических решений и вариантов проекта в целом не используются ни современная методология стоимостной оценки запасов, ни современные методы оценки эффективности инвестиционных проектов. Дело в том, что выбор лучшего варианта проекта определяется тем, в чьих интересах он осуществляется. Если во главу угла поставить интересы участников рынка, то критерием выбора становится максимум коммерческого эффекта — рыночной стоимости запасов. Но в этом случае проекты будут предусматривать так называемую выборочную разработку запасов — добычу только наиболее простой и выгодной недропользователю части УВС — и низкие значения КИН, КИГ, КИК. Такие правила отбора вариантов проекта в конечном счёте приводят не только к нарушению требований ФЗ “О недрах” по рациональному использованию богатств недр, но и к уменьшению поступлений в государственный бюджет.

Попытка хоть как-то избежать подобных последствий предпринята в Методических рекомендациях по подготовке технических проектов разработки месторождений УВС, утверждённых распоряжением Минприроды России от 18 мая 2016 г. № 12-р. (далее — рекомендации). В результате для выбора наилучшего варианта установлен гибридный критерий Т, учитывающий коэффициенты извлечения УВС и чистые дисконтированные (по ставке 15%) доходы недропользователя и бюджета. При этом, естественно, возникают вопросы: обеспечивает ли внедрение такого критерия рациональное использование богатств недр, и, если нет, то каким должен быть критерий выбора наилучшего варианта?

Надо иметь в виду, что запасы полезных ископаемых являются государственной собственностью (ст. 1.2 ФЗ “О недрах”), а проекты их разработки должны включать расчёты эффективности — обоснование экономической целесообразности, объёма и сроков осуществления капитальных вложений (ст. 1 ФЗ № 39-ФЗ от 25.02.1999 г. “Об инвестиционной деятельности в Российской Федерации, осуществляемой в форме капитальных вложений”). Поэтому для регулирования недропользования необходимо опираться прежде всего на потоки выгод, получаемых национальной экономикой, страной

и обществом. Должны учитываться прямые и косвенные экономические, социальные, экологические и иные последствия реализации проекта.

Соответствующие расчёты *общественного эффекта* российских проектов (в нашем случае он отражает общественную стоимость запасов) предусмотрены и утверждёнными Методическими рекомендациями по оценке эффективности инвестиционных проектов [2], в разработке которых принимали участие учёные РАН. Такой критерий учитывает как ценность добываемого сырья и расходовемых при этом ресурсов для национальной экономики, так и экологические и социальные последствия разработки месторождения.

Разумеется, утверждая проекты и оказывая поддержку компаниям, государство должно знать, как это повлияет на бюджет. Рекомендации [2] предусматривают определение бюджетного эффекта — чистого дисконтированного дохода государства (ЧДДГ). Реализация проекта должна быть выгодна и самим недропользователям, что требует применения показателя коммерческого эффекта (ЧДДН). Однако ранжирование указанных критериев здесь иное: приоритет отдаётся критерию общественного эффекта. Так, если общественный эффект проекта отрицателен, от его реализации следует отказаться; в противном случае проект следует поддержать, обеспечив при необходимости неотрицательный коммерческий эффект недропользователя.

Ориентация на показатели общественной, а не коммерческой или бюджетной эффективности представляется вполне правомерной. Рыночная стоимость любого месторождения, как и рыночная стоимость квартир, зданий или земельных участков, постоянно колеблется вслед за изменениями рыночной ситуации. Бюджетная эффективность проектов также сильно варьируется при любых изменениях системы налогообложения и рыночной конъюнктуры. Между тем утверждаемые сегодня проекты разработки месторождений определяют технологию и экономику разработки на десятилетия вперёд, и их нельзя ставить в столь сильную зависимость от текущих конъюнктурных условий и состояния государственного бюджета.

В расчётах общественного эффекта используется и общественная ставка дисконтирования. По оценкам российских и иностранных учёных [3], такая ставка для России составляет порядка 5–8% в реальном выражении. Она намного ниже установленной в рекомендациях величины 15%, и это отвечает *долгосрочной стратегии* рационального использования богатств недр. Более того, в работах [4, 5 и др.] аргументируется, что в долгосрочных проектах денежные потоки надо дисконтировать по снижающимся со временем ставкам. Отметим, что критерий общественной эффективности

Таблица 1. Расчёт критерия эффективности Т (пример 1)

Показатель	До замены варианта 1				После замены варианта 1 на вариант 1а			
	варианты			Максимум	варианты			Максимум
	1	2	3		1а	2	3	
КИН	0,290	0,3	0,33	0,33	0,291	0,3	0,33	0,33
ЧДДН	1800	2000	1990	2000	1850	2000	1990	2000
ЧДДГ	4480	4400	4000	4480	4840	4400	4000	4840
КИН/КИН _{макс}	0,879	0,909	1,000	—	0,882	0,909	1,000	—
ЧДДН/ЧДДН _{макс}	0,900	1,000	0,995	—	0,925	1,000	0,995	—
ЧДДГ/ЧДДГ _{макс}	1,000	0,982	0,893	—	1,000	0,909	0,826	—
Критерий Т	2,7788	2,8912	2,8879	—	2,8068	2,8182	2,8214	—
Оценка варианта	худший	лучший	—	—	худший	—	лучший	—

используется в таких странах, как Франция, Англия, США, а также Европейским инвестиционным банком, Мировым банком и Азиатским банком развития при финансировании крупных проектов в разных странах [6, 7].

Ориентация на критерий общественной эффективности обуславливает и более длительные рациональные сроки разработки месторождений, и больший объём извлекаемых запасов. Учитывая этот критерий при выборе рациональных моментов выбытия скважин из эксплуатации при экспертизе проектов в Государственной комиссии по запасам полезных ископаемых (ГКЗ), удавалось заметно повысить коэффициент извлечения нефти.

Но чем же плох официально установленный в рекомендациях критерий Т? Применительно к разработке нефтяных месторождений для каждого варианта он рассчитывается по следующей формуле:

$$T = \frac{КИН}{КИН_{макс}} + \frac{ЧДДН}{ЧДДН_{макс}} + \frac{ЧДДГ}{ЧДДГ_{макс}},$$

где в знаменателях стоят максимальные по вариантам значения соответствующих показателей.

Необходимо отметить, что такой раздел экономической науки, как теория полезности, специально занимается выработкой требований к критериальным показателям. В данном случае эти требования проигнорированы, что может стать причиной неверных технических решений и умышленных фальсификаций. Приведём два примера.

Первый: варьируя показателями “худшего” варианта, любой другой вариант можно сделать

“лучшим”. В таблице 1 показано, как меняется ранжировка вариантов при замене “худшего” варианта 1 на вариант 1а.

Второй: допустим, что в течение первых четырёх лет три сопоставляемых варианта проекта предусматривают одни и те же технические решения. При этом объём добычи нефти по всем вариантам один и тот же, а суммарные за четыре года дисконтированные чистые доходы недропользователя и государства составляют, соответственно, –400 и +700. В таблице 2 показано, что “лучший” вариант, выбранный в начале периода, перестаёт быть таковым через четыре года. Для большей наглядности чистые дисконтированные доходы в таблице приведены не к концу четвёртого года, а к началу проектного периода. У недропользователя появляется возможность влиять на принятие лучшего варианта проекта, выбирая надлежащим образом момент представления этих вариантов на государственную экспертизу. Нетрудно убедиться, что подобная ситуация не возникнет, если использовать любой из частных критериев (КИН, ЧДДН, ЧДДГ).

Более важными, однако, представляются другие причины непригодности рассматриваемого критерия как для участников рынка, так и для системы государственного регулирования.

Во-первых, лучший по критерию вариант может не отвечать наиболее эффективному для участников рынка способу использования богатств недр. Это связано с тем, что такой вариант может не обеспечить максимального ЧДДН, а даст, например, максимальный КИН.

Во-вторых, даже когда по критерию Т отбирается вариант с наибольшим ЧДДН, само значение

Таблица 2. Расчёт критерия эффективности Т (пример 2)

Показатель	В начале проектного периода				Через 4 года			
	варианты			Максимум	варианты			Максимум
	1	2	3		1	2	3	
КИН	0,280	0,300	0,310	0,310	0,280	0,300	0,310	0,310
ЧДДН	800	970	1000	1000	1200	1370	1400	1400
ЧДДГ	4500	4400	4150	4500	3800	3700	3450	3800
КИН/КИН _{макс}	0,903	0,968	1,000	—	0,903	0,968	1,000	—
ЧДДН/ЧДДН _{макс}	0,800	0,970	1,000	—	0,857	0,979	1,000	—
ЧДДГ/ЧДДГ _{макс}	1,000	0,978	0,922	—	1,000	0,974	0,908	—
Критерий Т	2,7032	2,9155	2,9222	—	2,7604	2,9200	2,9079	—
Оценка варианта	—	—	лучший	—	—	лучший	—	—

ЧДДН не будет совпадать с рыночной стоимостью запасов. Дело в том, что в соответствии с рекомендациями чистый доход недропользователя исчисляется в ценах года, предшествующего дате подготовки проектной документации, а его дисконтирование производится по установленной ставке (15%). Между тем при определении рыночной стоимости чистый доход исчисляется в ценах на дату оценки и дисконтируется по рыночной ставке на эту же дату. Поэтому если участникам рынка, включая государство, в какой-то момент понадобится оценка рыночной стоимости нефтегазовых активов, её будут выполнять специализированные оценочные фирмы, опираясь на международные стандарты оценки, а не на устаревшие к этому моменту расчёты по государственным рекомендациям. Исходить они будут из тех вариантов разработки месторождений, которые представляются наиболее эффективными участникам рынка, а не государственным органам.

В-третьих, согласно рекомендациям, денежные потоки рассчитываются за так называемый рентабельный период, которому отвечает максимальное значение ЧДДН. Естественно, что за пределами периода оказывается выполнение ликвидационных работ по завершению разработки месторождения. Это, по сути, означает, что ликвидационные работы будет финансировать государство, причём такие затраты в показателях бюджетной эффективности не отражены.

Помимо изложенного, большие сомнения вызывает реальная *коммерческая ставка* дисконтирования 15%, применяемая для дисконтирования чистого дохода недропользователей. Она должна отражать реальную доходность их альтернативных вложений. Между тем доступных для недропользователей направлений инвестирования с реальной

доходностью 15% на фондовом рынке нет, да и технических и технологических проектных решений, дающих такую доходность, не так уж много. Расчёты денежных потоков по вариантам проекта, как уже отмечалось, не подвергаются квалифицированной экспертизе. В таких условиях недропользователь может представить на рассмотрение узкий перечень выгодных для него вариантов, предусматривающих короткие сроки разработки, выборочную отработку наиболее выгодных залежей и малые объёмы извлекаемых запасов. Показатели же менее выгодных альтернативных вариантов он может искусственно “ухудшить”.

Необоснованным представляется и установление реальной ставки дисконтирования 15% для *бюджетных доходов*. Такая ставка не может быть выше ставки рефинансирования, по которой у ЦБ РФ могут занимать средства коммерческие банки. Но при утверждении рекомендаций номинальная ставка составляла 11%, а реальная (очищенная от влияния инфляции) — около 5%. Объяснить такое расхождение высокими рисками неполучения бюджетных доходов от добычи нефти и газа невозможно. К тому же при бюджетной ставке дисконтирования 15% оказывается невыгодным предоставлять налоговые льготы при разработке старых месторождений с небольшими дебитами скважин. Естественно, это стимулирует прекращение добычи из низкодебитных скважин и снижение коэффициента извлечения нефти, что никак не вяжется с требованием ст. 23 ФЗ “О недрах” по “обеспечению наиболее полного извлечения из недр запасов основных и совместно с ними залегающих полезных ископаемых и попутных компонентов”. Текущие проблемы наполнения государственного бюджета нельзя ставить выше требований ФЗ “О недрах” и долгосрочных интересов страны, а позиции

различных государственных органов в сфере недропользования должны быть согласованными. Другие существенные недостатки критерия Т рассмотрены в работе [8].

Изложенные соображения приводят к выводу, что решения государственных органов о выборе лучшего варианта проекта нельзя основывать только на показателях коммерческой и бюджетной эффективности. Однако не учитывать их тоже нельзя. В экономике государство играет три роли. Прежде всего оно выражает коренные долгосрочные интересы общества. Именно поэтому основным критерием выбора лучших вариантов инвестиционных проектов должен быть их общественный эффект. Кроме того, государство является распорядителем бюджетных средств. Ему необходимо знать, как повлияет разработка месторождения на доходы государственного бюджета. Это выражается показателями бюджетной эффективности проекта. Наконец, предлагая недропользователю разработку месторождения по определённому варианту проекта, государство должно быть уверено, что такой вариант будет для недропользователя выгодным, что возможно, только если коммерческий эффект утверждаемого варианта (рыночная стоимость запасов) будет неотрицательным.

Отметим также, что в функции государства входит регулирование процессов использования национального богатства страны. Это требует стоимостных оценок национального богатства, в том числе запасов полезных ископаемых. Для учёта многих видов недвижимого имущества и регулирования его оборота государство использует показатели *кадастровой стоимости*, отражаемые в Государственном кадастре недвижимости. По определению кадастровая стоимость близка к рыночной, но исчисляется по единой методологии и принимается стабильной на несколько лет вперёд. Переход к оценке кадастровой стоимости месторождений полезных ископаемых в России был бы полезен [9], особенно если будет решено распространить на месторождения налог на имущество, как это сделано в ряде стран.

Разумеется, оценки рыночной и кадастровой стоимости месторождений и коммерческой эффективности проектов их разработки могут быть полезны для системы *текущего государственного управления*, например, при выдаче лицензий на разработку месторождений. Однако гораздо важнее, что в целом для системы государственного регулирования недропользованием одних только этих показателей недостаточно. Изменить собственника или способ использования земельного участка государство может одномоментно, но существенно повлиять на ранее утверждённые технологии разработки нефтяного месторождения, очередность

ввода залежей в эксплуатацию, сетку скважин никакими государственными решениями обычно нельзя. Проекты разработки месторождений нефти и газа определяют этот процесс на десятилетия вперёд. Ориентироваться при этом на текущую конъюнктуру финансового рынка, да ещё и в условиях усиливающихся санкций и волатильности, недопустимо. Утверждая проекты и контролируя их реализацию, государству необходимо опираться на *долгосрочные национальные интересы*, отражаемые показателями общественной эффективности проектов.

Нельзя не отметить, что методические вопросы практического применения критерия общественной эффективности в недропользовании в условиях российской экономики проработаны ещё недостаточно глубоко в силу их междисциплинарного характера. В частности, в дальнейших исследованиях нуждается проблема стоимостной оценки социальных и экологических эффектов разработки месторождений полезных ископаемых.

Обоснованность денежных потоков. При государственной экспертизе запасов должны проверяться расчёты эффективности разных вариантов проекта их разработки. Проектные денежные потоки формируются на основе результатов технологических расчётов с использованием геологических и гидродинамических моделей залежей. Однако при этом нередко допускаются ошибки, влияющие на выбор рационального варианта проекта. Подробному рассмотрению многих таких ошибок посвящена глава 18 в работе [10]. Например, нередко в расчёт включаются имевшие место в предыдущем периоде разовые затраты. В других случаях в денежных потоках отражаются постоянные (не связанные с проектом) расходы, от которых недропользователь не может отказаться, даже если вообще не будет разрабатывать месторождение.

В отличие от жилищного и промышленного строительства для проектирования разработки месторождений УВС нет необходимой *сметно-нормативной базы*. Поэтому проектировщики обычно опираются на фактические данные о затратах компаний-недропользователей, которые, как правило, завышаются. Один из типичных примеров — затраты на сооружение скважин. Для расчётов на период массового разбуривания залежи они часто принимаются такими же, какими были при строительстве пилотных скважин на ещё не обустроенном месторождении. Между тем при промышленном освоении залежи они всегда оказываются в 2 и более раз ниже. Однако к этому времени принципиальные проектные решения уже приняты и пересматривать их поздно.

Для выявления возможных ошибок в расчётах денежных потоков и их предотвращения нужны

квалифицированная экспертиза проектов и научно обоснованные методические рекомендации для проектировщиков.

Учёт факторов неопределённости и риска. Конечно, проекты разработки месторождений должны учитывать факторы неопределённости и риска как для недропользователя, так и для бюджета и общества. Только это совсем не те риски, которые имеют место при операциях на фондовых рынках.

Курсы ценных бумаг колеблются случайно, и риск операций с такими бумагами измеряется волатильностью этих курсов. Сведения о таких рисках немедленно становятся известными всем участникам рынка. Учитываются подобные финансовые риски добавлением к безрисковой ставке дисконтирования так называемой премии за риск. Но проекты разработки месторождений — это не ценные бумаги, их реализация сопряжена с рисками совсем иного рода, например:

- неадекватность геологических и гидродинамических моделей эксплуатационных объектов;
- недостаточно отработанная технология выполнения отдельных технологических операций (особенно на месторождениях в малоизученных районах);
- отказы оборудования, аварии на скважинах и трубопроводах;
- просчёты в определении капитальных и ликвидационных затрат;
- возможность пересмотра налогового и экологического законодательства в ходе реализации проекта;
- сбои в поставках необходимого оборудования.

Каждой стадии реализации проекта отвечает свой набор рисков, а события, рискованные для одного из участников проекта, могут не быть таковыми для другого (скажем, рынок учитывает риск ужесточения налогового законодательства, что не является риском для государства).

Адекватно учесть всё это путём включения премии за риск в ставку дисконтирования нельзя. Такой приём может приводить к ошибкам в стоимостной оценке запасов и в выборе лучшего варианта проекта. Между тем стандарты оценки и теория оценки эффективности инвестиционных проектов допускают иной, более простой, наглядный и хорошо известный способ учёта реальных рисков, а именно: практически все риски можно отражать в денежных потоках, вводя туда как бы резервы и запасы на случай возможных в соответствующем году рискованных ситуаций. А вот дисконтировать полученные потоки надо по безрисковой ставке, которая намного ниже 15% [2, 10]. Здесь стоит отметить, что и сейчас в проектных денежных потоках

некоторые риски учитываются таким способом. Например, в них предусматривается резерв средств на непредвиденные капитальные расходы, пониженный коэффициент эксплуатации скважин, вводится коэффициент резерва скважин, используется умеренно пессимистический прогноз цен на нефть и т.п.

В условиях неопределённости выбор момента прекращения разработки месторождения нетривиален. Проблема оптимальной остановки случайных процессов давно изучается математиками [11]. Рекомендации предусматривают прекращение разработки в момент, когда она начинает приносить убытки. Однако такое правило отвечает интересам недропользователя только в детерминированной ситуации, а в условиях неопределённости ему будет выгоднее прекратить разработку месторождения позднее [10, гл. 16]. Более того, каждый проект разработки месторождения — уникальный, а его технико-экономические характеристики чаще всего не могут рассматриваться как случайные. Здесь уместен аппарат иных неопределённых величин. Такой аппарат уже давно разработан в ЦЭМИ РАН. Есть и методы количественного учёта различных видов неопределённости при оценке эффективности проектов [12], частично отражённые в [2, 10].

Проблемы завершения проекта. Разработка месторождения рано или поздно заканчивается. В задачу разработчиков проектных документов входит и определение момента прекращения разработки. Рекомендациями для этой цели предусмотрены технологические критерии, например, выбытие из эксплуатации добывающих скважин происходит при достижении обводнённости не менее 98% и/или дебита по нефти не более 0,5 т/сут. Однако сами предельные значения требуют экономического обоснования. Анализ показывает, что единых предельных уровней обводнённости и дебитов для всех нефтяных месторождений нет, а моменты выбытия скважин из эксплуатации должны выбираться по экономическим критериям на базе расчётов технологических показателей разработки отдельных эксплуатационных объектов [13]. При этом максимизация общественной эффективности проекта приводит к более длительным срокам разработки месторождения и большему объёму извлекаемых запасов. Но после вывода из эксплуатации скважин нужно осуществлять весьма дорогостоящие и длительные ликвидационные работы. Формально необходимость их проведения отражена в рекомендациях, однако в расчётах ЧДДН и ЧДДГ соответствующие расходы не учитываются, так как они находятся за пределами рентабельного срока разработки.

В период падающей добычи чистые доходы недропользователя уменьшаются и по истечении

рентабельного срока становятся отрицательными. Но тогда чистых доходов последних лет рентабельной добычи будет недостаточно для финансирования ликвидационных работ, без чего неизбежны будущие экологические катастрофы. Пути решения этой проблемы освещены, например, в работе [14]. Наиболее рациональным нам представляется создание специального ликвидационного фонда¹.

Создание ликвидационных фондов предусмотрено законодательством и модельными контрактами на проведение операций по недропользованию таких стран, как Индия, Нигерия, Казахстан, Вьетнам и др. Однако универсального рационального механизма формирования и использования

ликвидационного фонда нет — эти вопросы требуют дополнительного научного исследования. Проблема здесь в том, что отчисления в ликвидационный фонд уменьшают чистые доходы недропользователя, и потому их надо было бы осуществлять как можно позднее. Но тогда, поскольку в начале разработки объём и стоимость ликвидационных работ точно неизвестны, в последние годы разработки доходов недропользователя может не хватить для накопления необходимой суммы. Требуют дополнительного исследования и вопросы распределения прав распоряжения накапливаемыми в фонде средствами между недропользователем и государством. Например, до начала ликвидационных работ средства фонда целесообразно вкладывать в какие-то финансовые инструменты. Надо установить, кто и как будет это делать и будут ли доходы от таких вложений облагаться налогом. Некоторые предложения по решению данных проблем изложены в работах [15, 16].

¹ В Великобритании, Канаде и некоторых других странах проблема решается несколько иначе — путём создания необходимого резерва средств на счетах недропользователя, закрытых для его кредиторов. Такой механизм финансирования ликвидационных расходов представляется не очень удобным в российских условиях.



Рис. 1. Тушение пожара на платформе Deepwater Horizon



Рис. 2. Некоторые последствия аварии на платформе Deepwater Horizon в Мексиканский залив за 152 дня вылилось около 5 млн. баррелей нефти, нефтяное пятно достигло площади 75 тыс. км²

Нельзя не отметить, что необходимость проведения ликвидационных работ при рациональном недропользовании требует решения не только экономических, но и технологических и экологических проблем. В нашей стране и в мире отсутствуют технологии, способные обеспечить герметичность ликвидируемых скважин на многие десятки и сотни лет вперёд. Повсеместно фиксируется негерметичность даже эксплуатируемых, хотя, в отличие от ликвидированных, контроль над ними ведётся постоянно. Тем не менее негерметичность устанавливается не всегда и не сразу, а недропользователи стараются не афишировать ситуации с негерметичностью, тем более её последствия для недр и окружающей среды.

Последствия потери скважинами герметичности хорошо видны на примере известной аварии на платформе Deepwater Horizon в Мексиканском заливе (рис. 1, 2). Надо заметить, что авария случилась при наличии действующей платформы, а не на давно ликвидированной и оставленной скважине. Одна из масштабных катастроф на скважинах в СССР произошла на Тенгизском месторождении (рис. 3). Таких случаев в истории нефтегазодобычи немало. Здесь речь идёт о проблемах, носящих и всероссийский, и общемировой характер. Только в США накопилось около 3 млн. заброшенных скважин, многие из которых не были подвергнуты процедуре ликвидации, а их местоположение даже не задокументировано. В работах [17, 18] приводится масса примеров нарушения герметичности

скважин и неудовлетворительного состояния ликвидационных работ в США.

Анализ показывает, что сегодня в России и мире не уделяется должного внимания проблемам ликвидационных работ на нефтяных и газовых скважинах, отсутствуют технологии борьбы с возможными авариями в условиях арктического ледяного покрова. Это создаёт условия для будущих экологических катастроф регионального и глобального масштаба. Несмотря на ряд публикаций представителей РАН в профильных изданиях, например [19], и высокотиражных СМИ («Советская Россия». 2017. 31 января), даже прямое обращение в Минприроды России не позволило привлечь внимание к проблеме, что также является результатом отсутствия системы квалифицированного экспертного и научно-методического сопровождения деятельности профильного министерства.

Учитывая перечисленные обстоятельства, мы, как и многие другие отраслевые специалисты, считаем необходимым введение *всемирного моратория на разработку месторождений на арктическом шельфе*.

Проблемы согласования интересов. Чтобы реализация инвестиционного проекта в полном объёме отвечала интересам его коммерческого участника, недостаточно, чтобы получаемый им ЧДД (коммерческий эффект) был неотрицательным. Необходимо ещё, чтобы в каждом году проектного периода был неотрицательным и ЧДД продолжения проекта

[10, гл. 8] — сумма дисконтированных к соответствующему году чистых доходов участника в последующем периоде. В противном случае участник будет заинтересован прекратить выполнение предусмотренных проектом действий до окончания проектного периода.

Применительно к проектам разработки месторождений подобная ситуация возникает после достижения рентабельного срока разработки. Предотвратить такие ситуации административными мерами нельзя: даже получив прямое указание продолжать добычу, недропользователь приложит все усилия, чтобы уклониться от его выполнения. Были случаи, когда с этой целью недропользователь объявлял себя банкротом. Обеспечить заинтересованность недропользователя в реализации выгодного обществу варианта проекта можно, надлежащим образом формируя организационно-экономический механизм его реализации. Казалось бы, в такой ситуации необходимо предоставлять недропользователю налоговые льготы. Однако анализ показал, что даже полное освобождение от уплаты всех налогов не поможет, поскольку недропользователю всё равно невыгодно выполнять или финансировать ликвидационные работы. Более того, неправильный выбор размеров и форм налоговых льгот может стимулировать невыгодное обществу поведение недропользователя.

В статье [20] приведён следующий пример. Одно из реально заключённых соглашений о разделе продукции (СРП) предусматривало, что недропользователь получает совокупный доход (за вычетом некоторых обязательных платежей) в полном объёме до тех пор, пока накопленный за весь период разработки месторождения доход не сравняется с объёмом единовременных затрат. Далее недропользователь получает только некоторую долю g совокупного дохода, пока текущая внутренняя норма доходности не сравняется с установленным в СРП уровнем. После этого доля получаемого им совокупного дохода снижается до уровня h . Оказалось, что при предусмотренных в СРП значениях параметров g и h (и даже в достаточно широком диапазоне их изменения) недропользователю оказывается выгодным искусственно увеличивать объёмы капитальных вложений (скажем, выбирая не лучшие проектные решения или закупая чрезмерно дорогие материалы и оборудование), не применять современные эффективные технологии и т.п. Обусловлено это только тем, что при указанном налоговом режиме подобные действия увеличивают ЧДДН.

Пример показывает, что налоговые льготы нельзя рассматривать односторонне. Они действительно могут облегчить налоговую нагрузку на недропользователя и сделать привлекательным для него



Рис. 3. Аварийный фонтан нефти на месторождении Тенгиз

Для глушения гигантского фонтана на скважине 37 потребовалось 13 месяцев; за это время в атмосферу было выброшено 3,4 млн. т нефти, 1,7 млрд. м³ горючих газов, 850 т меркаптанов и 900 тыс. т сажи; заболеваемость населения Атырауской области выросла на 50%

реализацию общественно эффективного проекта. Но одновременно для недропользователя может оказаться выгодным принятие таких технических, технологических и финансовых решений по изменению проекта в ходе его реализации, которые снижают его общественную и бюджетную эффективность. Задача государства — предоставляя налоговые льготы, убедиться, что без них реализация проекта или её продолжение после определённого срока окажутся невыгодными для недропользователя, а их предоставление не приведёт к нецелесообразным с общественных позиций действиям недропользователя.

Вместе с тем нельзя согласиться со стремлением государства не допускать применения индивидуальных налоговых льгот. Сегодня их предоставление предусмотрено по формальным классификационным признакам, исходя из территориальных, геолого-физических и иных параметров объекта, но без учёта инновационно-технологической,

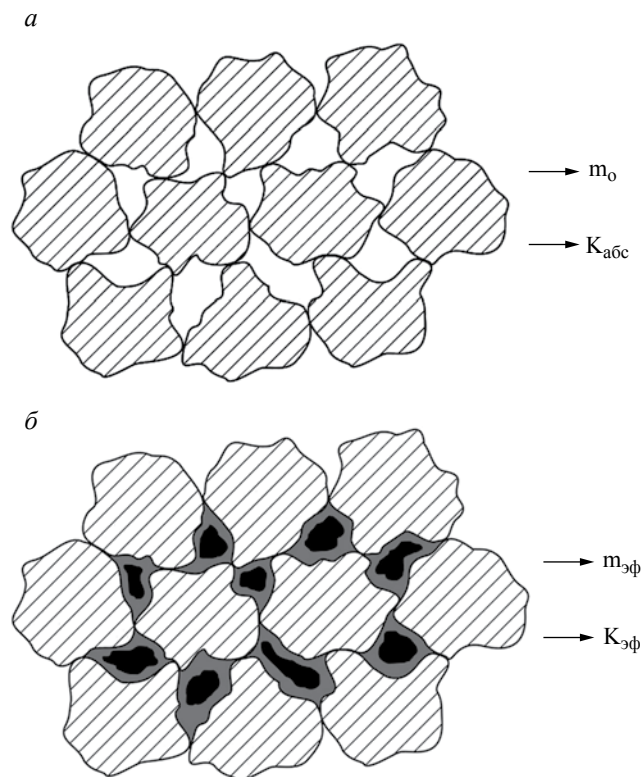


Рис. 4. Схема базисных моделей порового пространства, согласно концепции АПП (а) и концепции ЭПП (б)

m_0 , $m_{эф}$ — соответственно, открытая и эффективная пористость; K_{abs} и $K_{эф}$ — абсолютная и эффективная проницаемость; штриховкой показана нефтегазосодержащая порода; чёрным цветом — нефть или газ; серым — остаточная (связанная) вода

социальной, экологической значимости конкретного проекта и его экономических показателей. Как уже отмечалось, каждое месторождение, каждый вариант проекта его разработки уникальны. И если решения государства о приватизации объектов государственной собственности или о вложениях государственных средств в акции конкретных предприятий каждый раз принимаются индивидуально, то и решения о налоговых льготах для компаний, разрабатывающих принадлежащие государству месторождения, тоже должны приниматься в индивидуальном порядке. Разумеется, это следует делать по итогам рассмотрения соответствующих проектов государственной экспертизой, с учётом технологического уровня проектов, их социальной значимости и т.д. Правда, тогда экспертиза должна стать действительно квалифицированной и государственной, а не ведомственной: к выработке экспертного заключения нужно привлекать междисциплинарную группу независимых экспертов, а за предоставление льгот по его результатам должны отвечать не только представители Минприроды

России, но и Министерства финансов РФ, уполномоченные принимать соответствующие решения.

Учитывая указанные обстоятельства, для согласования интересов государства и недропользователя представляется более реалистичным использовать иной, предложенный в работе [21], организационно-экономический механизм. Основная его идея заключается в том, чтобы сделать продолжение разработки месторождения по окончании рентабельного срока выгодным для недропользователя. В обычных условиях хозяйствования с целью покрытия предстоящих временных убытков или финансирования больших предстоящих затрат (скажем, на капитальный ремонт дорогостоящего оборудования) предприятия создают резервные фонды, например, ремонтный фонд. Точно так же для финансирования ликвидационных работ полезным оказывается создание специального ликвидационного фонда. В рассматриваемой же ситуации целесообразно объединить оба механизма, наделив ликвидационный фонд функциями резервного, то есть разрешив использовать средства фонда не только для финансирования ликвидационных работ, но и для компенсации убытков недропользователя за пределами рентабельного срока.

Возможны различные варианты формирования такого фонда, позволяющие в ходе реализации проекта учитывать изменения рыночной ситуации и уточнять информацию о составе и стоимости ликвидационных работ (один из таких вариантов рассмотрен в работе [10, гл. 17]). Уменьшение чистого дисконтированного дохода недропользователя при этом зависит от порядка налогообложения тех или иных операций, связанных с формированием и использованием средств фонда. Например, недропользователю будет выгоднее, если отчисления в фонд уменьшают налоговую базу для исчисления налога на прибыль.

Разумеется, обеспечение наиболее эффективных для национальной экономики сроков разработки месторождений — не единственная сфера, требующая государственной поддержки. Не менее важно стимулировать компании применять новую технику и современные технологии, проводить фундаментальные и прикладные научные исследования с целью повышения эффективности недропользования. Также можно и нужно использовать различные виды государственной поддержки, в том числе налоговые.

О контроле реализации проектов. Проблемы согласования коммерческих и общественных интересов возникают не только в последние годы разработки месторождения. В процессе ведения проекта недропользователь вынужден принимать большое количество локальных технических и технологических решений, не прописанных

явно в утверждённых проектных документах. Государство должно наблюдать за тем, чтобы не возникало отступлений от утверждённого проекта. Однако не всякое отступление — это вред. Необходимость в чём-то изменить проектные решения часто обуславливается получаемой в процессе разработки новой информацией о самом месторождении, применяемых технологиях или рыночной конъюнктуре. Естественно, что принимая соответствующие решения, недропользователь по большей части ориентируется на повышение коммерческой эффективности. Государственные органы и проектировщики, осуществляющие авторский надзор, должны оценивать отступления от проекта не по формальному признаку их наличия, а по тому, повышают ли они общественную эффективность проекта или нет. Это позволит обеспечить согласование коммерческих и общественных интересов в текущем режиме.

Главная беда существующей системы контроля в недропользовании была давно озвучена представителями РАН в выступлениях и публикациях, но до настоящего времени не устранена [22]. Она состоит в том, что государственные надзорные органы контролируют не реализацию заложенных в проект технологических решений, а достижение проектных показателей по уровням добычи УВС. Результат при этом часто бывает противоположный требуемому, например, когда вместо предусмотренных проектом бурения скважин или реализации новой технологии недропользователь осуществляет чрезмерно интенсивную эксплуатацию действующих скважин, что в конечном счёте снижает объём извлекаемых запасов УВС.

О проблемах методологии подсчёта запасов и проектирования. Недостатки рекомендаций и другой существующей нормативно-методической документации, регламентирующей подсчёт запасов УВС и проектирование разработки залежей, не ограничиваются проблемами расчёта денежных потоков. Эти документы базируются на устаревшей методологической основе и не только не стимулируют, но, напротив, сильно ограничивают возможности внедрения инноваций в отрасли.

Выше отмечены в основном упущения экономического плана. Далее остановимся на некоторых технологических и организационных аспектах.

В документах постулируется равенство геологических запасов — фактических объёмов углеводородов в пласте — и балансовых запасов, которые ставятся на государственный баланс по существующим методикам подсчёта. Между тем в ИПНГ РАН более 10 лет назад была обоснована концепция эффективного порового пространства (ЭПП) как альтернатива традиционной концепции абсолютного порового пространства (АПП) (рис. 4) [23]. Одним из её следствий

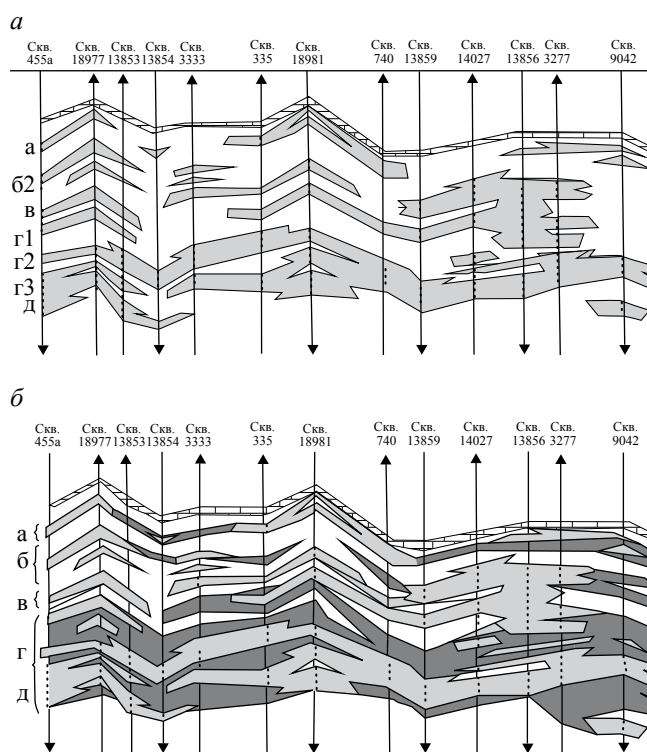


Рис. 5. Геологический профиль продуктивных отложений Абдрахмановской площади Ромашкинского месторождения с выделением коллекторов, согласно утверждённым (а) и уточнённым (б) кондиционным значениям [26]

является необходимость учёта так называемых некондиционных коллекторов, или неколекторов, с содержащимися в них забалансовыми запасами УВС при построении геологических и гидродинамических моделей залежей, проектировании и анализе разработки [24].

Забалансовые запасы УВС не учитываются в государственном балансе, а соответствующие неколекторы исключаются из рассмотрения, формируя в гидродинамических моделях искусственные барьеры для течения нефти, газа, пластовой воды. Другой источник забалансовых запасов связан со специфической подсчёта запасов нефти и газа в переходных зонах между нефтегазонасыщенными и водонасыщенными частями пласта [25]. Объём забалансовых запасов различен для разных объектов, но может достигать 30% балансовых запасов.

В качестве примера можно привести уникальное Ромашкинское нефтяное месторождение в Республике Татарстан (рис. 5). По оценке Р.Х. Муслимова, забалансовые запасы на данном месторождении оцениваются минимум в 700 млн. т [26], что эквивалентно одному уникальному или нескольким крупным месторождениям нефти. При этом речь идёт об обустроенном объекте с наличием

квалифицированных кадров, инфраструктуры, объектов социальной сферы.

Важно, что учёт неколлекторов и забалансовых запасов позволяет реалистично моделировать процессы, протекающие в пласте при разработке месторождений. Концепция ЭПП диктует корректную методологию лабораторных и промышленных исследований нефтегазосодержащих пород, стимулирует создание новых наукоёмких технологий исследования нефтяных и газовых скважин, а также эффективных технологий разработки месторождений с трудноизвлекаемыми запасами УВС, которые в принципе не могли возникнуть в рамках концепции АПП [27]. Концепция ЭПП была рекомендована к внедрению решением Центральной комиссии по разработке месторождений УВС (ЦКР Роснедра) от 13 октября 2005 г., однако её основные положения до сих пор не нашли отражения в отраслевых нормативно-методических документах.

Из изложенного вытекают два важных следствия. Первое — дополнительная аргументация в пользу возможности обеспечения добычи нефти и газа на основе инновационного развития отрасли. Развитие предусматривает внедрение новых технологий и повышение КИН, КИГ и КИК как на месторождениях с остаточными трудноизвлекаемыми запасами, так и в обустроенных регионах нефтегазодобычи, где имеются необходимая инфраструктура, квалифицированные кадры, развитая социальная сфера. Ресурсы таких месторождений, согласно концепции ЭПП, значительно больше оцениваемых на сегодня и представляют собой обширную сферу для внедрения инноваций. Имеются и технологии, позволяющие активизировать вовлечение в разработку забалансовых запасов [24, 27]. Представляется, что именно этот путь должен стать альтернативой экстенсивному развитию с освоением новых регионов и объектов (Арктика, сланцевые углеводороды и др.), к чему отрасль не готова ни с технологической, ни с экономической, ни с экологической сторон. Второе следствие — реальный взгляд на ситуацию с извлекаемыми запасами. Средняя проектная величина КИН по России составляет около 37%. Если же проектную добычу нефти отнести не к балансовым, а к реальным геологическим запасам, то эта величина может снизиться, по экспертной оценке, примерно до 25%. Тем самым эффективность реализованных технологий разработки месторождений оказывается значительно ниже, чем представляется сегодня. Это лишний раз свидетельствует о необходимости привлечения науки и инноваций. Более того, без корректного учёта забалансовых запасов невозможны достоверный анализ разработки месторождений, оценка остаточных запасов и др. Наряду с забалансовыми запасами важен учёт и других факторов —

восполнения и техногенного изменения запасов в процессе разработки залежей [24], которые также не нашли отражения в действующей нормативно-методической документации.

О современном состоянии отраслевой экспертизы и регулирования. Выше не раз отмечалась принципиальная роль квалифицированной экспертизы в государственном регулировании нефтегазовой отрасли, в том числе в оценке проектов. В то же время в последние годы имеет место тенденция к снижению роли и качества экспертизы нормативно-методической и проектной документации, реализуемой по линии государственных органов — Минприроды России и Роснедр. Ключевые экспертные комиссии — ГКЗ и ЦКР Роснедра — по составу и реализуемым решениям в настоящее время *неадекватны* своим задачам. ЦКР вместо статуса экспертной организации получила статус согласительной комиссии, что отражено в её новом названии — Центральная комиссия по согласованию технических проектов разработки месторождений углеводородного сырья. Фактически ликвидирована (ограничена консультационными услугами) содержательная научно-технологическая и экономическая экспертиза проектной документации на разработку месторождений УВС. В составе секций по УВС ЦКР Роснедр, секции нефти и газа Экспертно-технического совета ГКЗ слабо представлены ведущие учёные и специалисты, отсутствуют члены РАН.

Следующий пример наглядно показывает, к чему приводит существующая практика оценки проектов только по коммерческой эффективности в сочетании с отсутствием квалифицированной экономической экспертизы и методологии обоснования нормативов затрат. В работе [28] приведены данные по тонкой нефтяной оторочке на нефтегазоконденсатном месторождении в Малайзии. Здесь за счёт оптимизации затрат достигнута рентабельность бурения горизонтальных скважин с накопленной добычей нефти 200 тыс. баррелей (менее 30 тыс. т) на скважину, причём в условиях морского шельфа.

Близкий по ряду ключевых параметров объект — тонкая нефтяная оторочка на континентальном нефтегазоконденсатном месторождении в Восточной Сибири. Здесь ни одна из предложенных разными исследовательскими и проектными организациями технологий разработки не позволила достичь положительной оценки коммерческой эффективности. Это относится даже к обоснованной в ИПНГ РАН технологии, обеспечивающей накопленную добычу нефти 150 тыс. т и более на каждую горизонтальную скважину. При этом, согласно действующим рекомендациям, запасы нефти данного объекта следует признать нерентабельными и не учитывать

при проектировании разработки, ограничившись эксплуатацией газоконденсатной шапки. Специалистам известно, что такой подход приводит к необратимым потерям в нефтеизвлечении. Данная ситуация типична практически для всех отечественных нефтегазоконденсатных месторождений с нефтяными оторочками, а также для ряда объектов других типов. Доля нерентабельных запасов в государственном балансе, по оценке генерального директора ГКЗ И.В. Шпурова, составляет порядка 40% (<http://tass.ru/tek/2474108>).

Отсутствие квалифицированного экспертного сопровождения негативно сказывается не только на качестве проектных документов, но и на общем уровне внедрения инноваций в отрасли. К тому же нельзя признать удовлетворительным и состояние науки в нефтегазовом недропользовании. Отлаженная система отраслевых научно-исследовательских институтов времён СССР ликвидирована. В вузах развитие научных исследований находится на низком уровне, многие научные школы утрачены. Состояние академической науки иллюстрирует пример лаборатории газо-, нефте-, конденсатоотдачи пластов ИПНГ РАН – единственной лаборатории с подобным названием в структуре институтов РАН. Число штатных сотрудников к настоящему времени сократилось с 30 до 10 человек, подразделение полностью лишилось лабораторной базы. Последние уникальные лабораторные эксперименты [29, 30] по исследованию внутрипластовой генерации водорода и углеводородов сотрудники лаборатории вынуждены были проводить в течение пяти лет в гараже.

Активно развивается и хорошо финансируется только корпоративная наука в рамках научно-технических и проектно-исследовательских центров нефтегазовых компаний, однако она ориентирована на текущие производственные задачи, тяготеет к самодостаточности внутри компаний, зарубежным методикам, программным средствам и технологиям. На низком уровне находится и патентная активность отечественных нефтегазовых компаний. Проблема усугубляется неуклонно снижающимся уровнем подготовки кадров для нефтегазовой отрасли.

В этих условиях отрасль сталкивается с рядом серьёзных вызовов, таких как ухудшающееся качество запасов УВС, сложная экономическая и внешнеполитическая обстановка, а также ряд масштабных кадровых, технологических и экологических проблем, для которых отсутствуют готовые решения. Подготовка эффективных решений невозможна без восстановления квалифицированной экспертизы и научно-методического сопровождения государственного регулирования в нефтегазовом недропользовании.

* * *

Проблема оценки эффективности нефтегазовых проектов носит междисциплинарный характер. Её успешное решение требует научных исследований в области стоимостной оценки извлекаемых запасов УВС совместно с решением технологических и экологических аспектов, вопросов кадрового обеспечения, отраслевого регулирования и экспертизы.

На Российскую академию наук, с одной стороны, законодательно возложены функции экспертного и научно-консультационного сопровождения деятельности органов государственной власти и регулирующих организаций, а также определения ключевых направлений развития научных исследований в России; с другой стороны, академия совместно с академическими институтами обладает требуемым научным и экспертным потенциалом для решения актуальных проблем нефтегазового недропользования. Это позволяет выделить следующие направления активного участия РАН в данной области:

- организация масштабных междисциплинарных исследований для решения актуальных технологических, экономических, экологических проблем нефтегазового недропользования, включая проблемы ликвидационных работ, эффективного вскрытия пласта скважинами, повышения технологической и экономической эффективности извлечения остаточных трудноизвлекаемых запасов;
- широкое привлечение экономического блока академической науки к решению проблем экономической геологии, включая методологию расчёта затрат и прогноза цен, оценку эффективности проектов с учётом интересов общества, государства, недропользователей, обоснование эффективных механизмов для стимулирования внедрения инноваций;
- заявление официальной негативной позиции РАН в отношении сложившейся в государственных органах практики оценки проектов по показателям коммерческой эффективности и соответствующих методических положений в действующих регламентирующих документах;
- активное участие РАН в создании современных нормативно-методических документов в области недропользования, экспертизе наиболее крупных нефтегазовых проектов и работе государственных экспертных комиссий;
- выражение принципиальной позиции РАН по вопросу восстановления квалифицированной государственной экспертизы, а также повышения уровня подготовки научных и инженерных кадров в нефтегазовой отрасли.

ЛИТЕРАТУРА

1. Закиров С.Н., Закиров Э.С., Индрунский И.М. и др. Критерии эффективности и рациональности в нефтегазовом недропользовании // Нефтяное хозяйство. 2016. № 3. С. 74–77.
2. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (Вторая редакция). М.: Экономика, 2000.
3. Коссова Т.В., Шелунцова М.А. Оценка социальной ставки дисконтирования методом социальной альтернативной стоимости капитала // Экономическая наука современной России. 2014. № 1 (64). С. 37–47.
4. Weitzman M.L. Why the far-distant future should be discounted at its lowest possible rate // Journal of Environmental Economics and Management. 1998. V. 36. P. 201–208.
5. Lowe J. Intergenerational wealth transfers and social discounting: Supplementary Green Book guidance. L.: HM Treasury, 2008.
6. European Investment Bank. The Economic Appraisal of Investment Projects at the EIB. EIB Project Directorate, March 2013.
7. Asian Development Bank. Guidelines for the Economic Analysis of Projects. ADB, March 2017.
8. Дунаев В.Ф. О новом показателе для выбора варианта разработки объекта нефтяного месторождения // Нефть, газ и бизнес. 2016. № 12. С. 14–28.
9. Смоляк С.А., Микерин Г.И., Медведева О.Е., Артеменков А.И. Проблемы кадастровой оценки месторождений полезных ископаемых // Имущественные отношения в Российской Федерации. 2012. № 5 (128). С. 41–51.
10. Виленский П.Л., Лившица В.Н., Смоляк С.А. Оценка эффективности инвестиционных проектов: теория и практика. Изд. 5-е. М.: Поли Принт Сервис, 2015.
11. Дынкин Е.Б., Юшкевич А.А. Теоремы и задачи о процессах Маркова. М.: Наука, 1967.
12. Смоляк С.А. Оценка эффективности инвестиционных проектов в условиях риска и неопределённости. М.: Наука, 2002.
13. Смоляк С.А. Рациональные сроки прекращения разработки нефтяного месторождения // Аудит и финансовый анализ. 2002. № 3. С. 230–241.
14. Towards Sustainable Decommissioning and Closure of Oil Fields and Mines: A Toolkit to Assist Government Agencies Version 3.0. World Bank, March 2010. http://siteresources.worldbank.org/EXTOGMC/Resources/336929-1258667423902/decommission_toolkit3_full.pdf
15. Смоляк С.А. Проблемы финансирования работ по ликвидации нефтяных месторождений // Оценка эффективности инвестиций. Сб. статей / Под ред. В.Н. Лившица. Вып. 2. М.: ЦЭМИ РАН, 2002. С. 139–158.
16. Смоляк С.А. О некоторых проблемах оптимизации разработки нефтяных месторождений // Анализ и моделирование экономических процессов. Сб. статей / Под ред. В.З. Беленького. Вып. 2. М.: ЦЭМИ РАН, 2005. С. 115–138.
17. Johnson P. Abandoned oil and gas wells are leaking methane across the USA. <http://inhabitat.com/abandoned-oil-and-gas-wells-are-leaking-methane-across-the-usa/>
18. Plugging and abandonment of oil and gas wells // National Petroleum Council Report, NPC North American Resource Development Study. http://www.npc.org/Prudent_Development-Topic_Papers/2-25_Well_Plugging_and_Abandonment_Paper.pdf
19. Закиров С.Н., Закиров Э.С., Индрунский И.М., Анискин Д.П. Негерметичность скважин – путь к экологической катастрофе // Бурение и нефть. 2016. № 1. С. 60–62.
20. Виленский П.Л., Смоляк С.А. Парадоксальное поведение участника раздела продукции // Журнал Новой экономической ассоциации. 2009. № 1–2. С. 150–159.
21. Микерин Г.И., Смоляк С.А. Стоимостная оценка месторождений полезных ископаемых // Доклад на II Российском экономическом конгрессе. <http://www.econorus.org/c2013/program.phtml?vid=report&eid=45>
22. Закиров С.Н., Индрунский И.М., Смоляк С.А. и др. К проблеме экономической оценки извлекаемых запасов углеводородного сырья // Недропользование. XXI век. 2015. № 4 (54). С. 112–120.
23. Закиров С.Н., Закиров Э.С., Индрунский И.М. Новые представления в 3D геологическом и гидродинамическом моделировании // Нефтяное хозяйство. 2006. № 1. С. 34–41.
24. Закиров С.Н., Индрунский И.М., Закиров Э.С. и др. Новые принципы и технологии разработки месторождений нефти и газа. Ч. 2. М., Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2009.
25. Закиров С.Н., Индрунский И.М., Закиров Э.С. и др. К достоверному подсчёту запасов углеводородов и построению 3D-моделей пластов // Нефтяное хозяйство. 2010. № 3. С. 42–46.
26. Муслимов Р.Х. Новый взгляд на перспективы развития супергигантского Ромашкинского нефтяного месторождения // Геология нефти и газа. 2007. № 1. С. 3–12.
27. Zakirov S.N., Zakirov E.S., Indrupskiy I.M. Innovations in Oil and Field Development // Herald of the Russian Academy of Sciences. 2012. № 12. P. 211–217; Закиров С.Н., Закиров Э.С., Индрунский И.М. Инновации в разработке месторождений нефти и газа // Вестник РАН. 2012. № 5. С. 425–431.

28. Masoudi R., Karkooti H., Othman M.B. How to get the most out of your oil rim reservoirs? // International Petroleum Technology Conference, Beijing, China. 26–28 March 2013.
29. Zakirov S.N., Barenbaum A.A., Zakirov E.S., Serebryakov V.A. Method of hydrocarbons and hydrogen production from water and carbon dioxide // WIPO Patent № 2012090075. 6 July 2012.
30. Barenbaum A.A., Zakirov S.N., Zakirov E.S. et al. Physical and Chemical Processes During the Carbonated Water Flooding in the Oilfields // SPE Russian Petroleum Technology Conference, Moscow, Russia. 26–28 October 2015.

После выступления докладчики ответили на вопросы участников заседания.

Академик РАН А.Н. Лагарьков: У меня вопрос по критерию рациональности. Безусловно, с общечеловеческих позиций он выглядит привлекательно. Что такое экономическая эффективность — понятно. А что такое рациональность, совершенно непонятно, например, касательно населения района, области, всей страны. Каким образом это можно оценить?

И.М. Индрупский: Если бы этот критерий был точно сформулирован, то не было бы необходимости в нашем сообщении. С.А. Смоляк попытался обратить внимание на важность оценки не только коммерческой эффективности, но и так называемого общественного эффекта проекта.

Общественный эффект — это шаг в сторону рациональности, то есть нашего (с точки зрения населения и государства) понимания требований, которые предъявляются к проекту. Они, конечно, не ограничиваются интересами недропользователя и доходами государства. Требования подразумевают в целом развитие в экономической, социальной сфере, развитие интеллектуального потенциала и науки. Мы пытаемся найти такие количественные критерии, которые могли бы перевести критерий рациональности в числовую оценку. Общественная эффективность — шаг в этом направлении. Но пока она не позволяет в полной мере охватить данную проблему.

Академик РАН Л.М. Зелёный: Есть много проблем в государстве и сфере бизнеса. Например, в Англии в начале 1950-х годов вся угольная промышленность была приватизирована. Но даже в этой стране с её не “диким”, а нормальным капитализмом это оказалось неэффективным. Через некоторое время промышленность была национализирована, и сейчас функционирует хорошо. Не кажется ли вам, что решение проблемы кроется в национализации нефтяной промышленности?

Не следует ли сделать её государственной, как было раньше и есть сейчас во многих странах?

С.А. Смоляк: Не кажется. Я считаю, что каждый проект уникален. Надо определить, какое месторождение может разрабатываться частной компанией, а какое — государственной. Это тоже предмет государственной экспертизы. Приведу параллель. Некоторые месторождения целесообразно разрабатывать частным компаниям, а некоторые — на условиях соглашения о разделе продукции (СРП). Каждый раз условия будут являться предметом всестороннего рассмотрения. Вполне возможно, что некоторые нефтяные месторождения выгоднее разрабатывать государственным компаниям.

Вы упомянули угольную промышленность Англии. Хочу заметить, что идея создания ликвидационных фондов возникла именно в связи с необходимостью массового закрытия нерентабельных шахт. И для Англии в то время это была огромная проблема. Именно тогда и появился механизм создания ликвидационных фондов.

Академик РАН В.Е. Фортов: В своё время академик М.А. Стырикович со ссылкой на Л.Д. Ландау говорил, что энергетика — это физика плюс экономика. То есть физика позволяет создать какую-то технологию, а экономика определяет, стоит ли её использовать. При какой цене экономически целесообразно заниматься добычей на Арктическом шельфе? Назовите, пожалуйста, если это возможно, значения порога рентабельности технологий. Например, сколько стоит баррель нефти, добытый на шельфе, определяющий выгодность добычи? Та же ситуация с газовыми гидратами. Их запасы чрезвычайно велики, но их добыча затратная.

Термоядерный синтез был физически продемонстрирован ещё в 1953 г. До сих пор работы по управляемому термоядерному синтезу в мире ведутся очень медленно. Ни одна энергетическая фирма ничего в эти исследования не вкладывает. Почему? Ответ такой: интерес появится, когда цена нефти будет 500 долл. за баррель и выше. Таких примеров очень много.

Хотелось бы узнать, каковы ваши граничные оценки? Это крайне важно ещё и потому, что существующие технологии тоже зависят от этих оценок, например, альтернативная энергетика. Потребителю всё равно, подаётся в розетку атомная энергия или обычная. Что же ждёт атомную энергетику в будущем?

В своё время мы предложили технологии улучшения скважин на месторождениях, которые, с точки зрения Газпрома, себя уже исчерпали. Идея состоит в следующем: на залежах, которые не представляют интереса, демонстрируется эффективность наших технологий, половину прибыли при

этом мы возьмём себе. Это может решить проблему финансирования Академии наук.

С.А. Смоляк: Что касается рентабельности разработки месторождений на Арктическом шельфе, то определённую цифру назвать нельзя. Все зависит от типа технологий. В одном случае это будет выгодно при высоких ценах, в другом, если технологии будут эффективными, — при более низких. Однозначного ответа дать не могу. Более того, даже если выбрать какую-то технологию и применить её на конкретном проекте разработки месторождения, сегодня он может оказаться невыгодным, а завтра может стать выгодным. Надо учитывать факторы риска и неопределённости, и опять же это требует проведения междисциплинарных научных исследований.

Технологии могут быть выгодны одним компаниям и невыгодны другим. Богатства недр являются общенародной собственностью. Неслучайно мы говорим, что компания (тот же Газпром) — не владелец месторождения, а всего лишь недропользователь. Если ему невыгодно использовать какое-то месторождение, у него можно отобрать лицензию и передать её другому. Если некто другой, например, институт Академии наук, располагает хорошей технологией, то, может быть, государству целесообразно отнять лицензию у Газпрома и передать её этому институту, перечислить необходимые финансовые средства для экспериментальной проверки его технологии.

Академик РАН А.И. Григорьев: Что-то я не помню, чтобы что-то передавали академическим институтам.

С.А. Смоляк: К сожалению, на передачу пока никто не решился.

И.М. Индрупский: Я хотел бы немного дополнить. Есть ещё проблема непрозрачности фактических затрат, которые несут наши компании. На самом деле хорошего анализа у нас в стране нет. Дело в том, что многие проекты, которые сегодня реализуются, если с самого начала учитывать все затраты, нерентабельны и никогда не окупятся. Но если говорить об оценке эффективности дальнейшей реализации, то эти проекты окупаемы (по-разному в разных условиях).

Например, в США гораздо больше мелких игроков, способных быстро реагировать на изменения на рынке, и когда цена добычи углеводородов падает до 25–35 долл., сланцевое бурение практически останавливается. Когда цена возрастает до 50 долл., половина игроков возвращается. То есть ситуация на рынке подвижная там, где подвижна его структура. В России это совершенно не так: многие крупные проекты носят политический характер, и никто не может точно сказать, в каких

условиях они окупятся. Мы не видим структуру затрат и не можем правильно их оценить.

Касательно передачи лицензии: эта процедура существует, но она очень проблемная, потому что кроме недр, которые разрабатывает недропользователь, есть вся инфраструктура, оборудование и скважины, построенные самим недропользователем. Академическая организация может создать методический подход, технологию, но не готова решать все технические проблемы, не имея для этого соответствующих инструментов. С моей точки зрения, это вопрос эффективного сотрудничества между представителями науки и производства.

Доктор физико-математических наук В.Ф. Вдовин: А какие технологии эффективны и стоит ли привлекать институты РАН неэкономического профиля к решению этой проблемы?

И.М. Индрупский: Методы увеличения нефтеотдачи — это более продвинутые технологии по сравнению с повсеместно применяемыми технологиями закачки воды. Сегодня менее 1% нефти добывается у нас с помощью методов увеличения нефтеотдачи, в США — порядка 9%. Где же здесь стык экономики и технологий? Технологий на самом деле много как готовых, так и находящихся на стадии разработки и апробации. Но именно экономические рычаги не позволяют эффективно их внедрять. Этот вопрос должно регулировать государство, делать выгодной для недропользователя хотя бы апробацию новых технологий. Один и тот же объект можно разрабатывать самым примитивным методом, можно — самым современным. Однако при существующей сегодня системе недропользователь получит одни и те же льготы, и никакого стимула для перехода к современным технологиям здесь нет.

Вопрос из зала: Вы говорите о технологии добычи нефти. Но нефть бывает разная — лёгкая и тяжёлая. В случае тяжёлой нефти выгоднее вообще добывать титан. Для экономистов правильнее было бы оценивать не только эффективность добычи, но и эффективность переработки нефти. Например, в Министерстве промышленности и торговли РФ уже два года муссируется вопрос об извлечении редких элементов из нефти, хотя добывать их неэффективно даже из специального сырья. Однако важно посмотреть на эффективность технологии переработки нефти. Очевидно, что её стоимость будет зависеть от этого. Надо каким-то образом развивать инновационные процессы. Об этом говорится уже более 20 лет. Есть ли у вас какие-то конкретные предложения по стимулированию инноваций?

И.М. Индрупский: Приведу пример в подтверждение ваших слов. У Татнефти сейчас находится в разработке много месторождений битумов, в которых содержатся очень ценные компоненты,

в частности, для арктических масел. Абсурдность нынешней ситуации с льготами состоит в том, что, имея месторождения битумов, они получают льготы на экспортную пошлину. Им гораздо выгоднее смешать тяжёлую нефть с лёгкой, испортить лёгкую и испортить тяжёлую и, получив льготы, не строить завод по переработке, а экспортировать сырьё. То есть проблема приобретает экономический аспект.

С развитием инновационных процессов ситуация двоякая. С одной стороны, мы ждём каких-то принципиальных шагов от государства. Речь идёт о том, что мы должны поменять постановку задач в системе регулирования. Государство должно чётко сформулировать свои интересы. Если интерес состоит во внедрении инноваций, значит, следует определить, по каким критериям отбирать проекты и какие требования к ним предъявлять. С другой стороны, нужно выяснить, что может сделать Академия наук — это нас больше интересует. Критерии по льготам формально сегодня выглядят так: если объект относится к одной категории, ему дают льготы, к другой — не дают. Это никоим образом не стимулирует что-либо внедрять. Либо мы не даём льготы и требуем, чтобы недропользователь обеспечил себя сам, либо мы даём льготы под внедрение конкретных технологий, которые мы хотим видеть в отрасли. То же самое касается очень многих проектов. Государство должно высказать своё отношение. А для этого нужна экспертиза, которая позволит выявить действительно интересные технологии.

А.И. Григорьев: Было бы хорошо, если бы эту экспертизу поручали нам.

Академик РАН Р.И. Нигматулин: Хочу задать вопрос о прибыльности и доходах. Стоимость бензина в основном обусловлена стоимостью нефти. Бензин стоит 35–40 руб. за 1 л. По курсу

покупательной способности (а все цены сравниваются по паритету покупательной способности, не по банковскому курсу) — это 25 руб. за 1 долл. Мы рабочим платим рублями, и они всё покупают в рублях. То есть если литр бензина стоит 35–40 руб., то паритет покупательной способности составляет 1,5 долл. В США — 0,6 долл. Причём Америка половину нефти ввозит по 50 долл. за баррель. Нам же нефть обходится 15 долл. за баррель. Это супер-доходы. Чем же они оборачиваются? У нас очень дорогой бензин, а его цена давит на всё производство. Агарию, чтобы купить литр бензина, надо заложить стоимость килограмма хлеба. А во всех странах за 1 кг хлеба можно купить 5 л бензина. Это страшное давление на нашу экономику.

По доле в ВВП затраты на энергетику у нас в 2 раза выше, чем в США. При этом они половину нефти и газа ввозят, а мы её экспортируем как избыточную. На мой взгляд, в рамках отрасли следует поставить вопрос о некоторой сверхприбыли, потому что все сверхприбыли давят на остальные отрасли. Значит, должна быть и конкуренция. И государство должно следить за тем, чтобы не было таких сверхцен на отечественные товары. Почему вы не коснулись данного вопроса?

С.А. Смоляк: Могу сказать, что такая ситуация во многом сложилась из-за несовершенства внутренней российской системы цен. Это вопрос экономической политики государства. Дело в том, что все цены на все ресурсы взаимосвязаны. Мы можем считать, что цены на нефть слишком высокие. Но они породили цены на услуги транспорта, металл, оборудование. И исключительно мерами в области нефтяного сектора систему цен в стране не исправить. Надо жить в той системе цен, в которой мы живём, но принимать при этом более рациональные решения как с точки зрения фирм, так и с точки зрения народного хозяйства.

С КАФЕДРЫ
ПРЕЗИДИУМА РАН

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИННОВАЦИИ
В ПРАКТИЧЕСКОЙ УРОЛОГИИ

© 2018 г. О.Б. Лоран

*Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования Минздрава России,
Москва, Россия*

e-mail: olegloran@gmail.com

Поступила в редакцию 17.04.2017

Современная урология — интегральная медицинская специальность. Её развитие определяется прогрессом молекулярной биологии и генетики в сочетании с высокотехнологичными методами диагностики и лечения заболеваний органов мочеполовой системы. Исследования, проведённые автором статьи совместно с коллегами — представителями фундаментальных медицинских наук, открывают возможности для индивидуального прогноза и персонализированного лечения наиболее распространённых социально значимых урологических заболеваний.

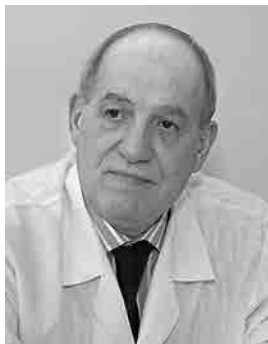
Ключевые слова: стриктура уретры; молекулярно-биологические и генетические маркеры рака простаты, мочевого пузыря и почки; высокие медицинские технологии.

DOI: 10.7868/S0869587318010036

Из всего разнообразия проблем, составляющих предмет урологии, приоритетны те, которые имеют не только медицинское, но и социальное значение. Так, в развитых странах прогнозируется увеличение количества больных стриктурами уретры — патологического сужения внутреннего просвета мочеиспускательного канала в связи с широким применением эндоуретральных лечебных пособий [1]. По нашим данным, полученным на основе обследования более 300 пациентов, основным этиологическим фактором возникновения стриктуры уретры являются её ятрогенные повреждения — 43,7% случаев. Второе место среди причин повреждения мочеиспускательного канала занимает транспортный травматизм — 38,4% случаев [2, 3].

Устранение рубцового сужения и восстановление проходимости уретры “любой ценой” зачастую

влечёт за собой нежелательные последствия, приводящие к неоднократным оперативным вмешательствам. Проведённые нами гистологические исследования зоны стриктуры уретры показали у ряда пациентов полное отсутствие в ней нормальных тканей, замещённых фиброзной тканью (рис. 1). Методы лечения стриктур уретры, не предполагающие радикального иссечения рубцов, имеют мало шансов на успех, так как в этих тканях практически нет сосудов, способных обеспечить адекватное кровоснабжение и реэпителизацию. Только анастомотическая уретропластика с иссечением рубцовых тканей в зоне дистракционного дефекта даёт максимальный шанс на успех реконструктивных операций, эффективность которых в нашей клинике составила 85,7%. Вместе с тем рубцовые изменения мочеиспускательного канала протяжённостью более 4–5 см лимитируют использование анастомотической пластики уретры “конец в конец” и диктуют необходимость аугментационной (заместительной) пластики. Для этих целей используются различные свободные лоскуты, преимущественно из слизистой полости рта [4]. Однако вне зависимости от вида и свойств питающего лоскута приживаемость последнего полностью определяют характеристики питающего ложа. Разрозненность данных и отсутствие доказательной базы побудили нас к проведению клинико-морфологической оценки приживления различных типов свободных лоскутов ротовой полости на питающем ложе разного типа [5].



ЛОРАН Олег Борисович — академик РАН, заведующий кафедрой урологии и хирургической андрологии РМА НПО Минздрава России.

Сравнительный анализ гистоморфологических характеристик лоскутов из слизистой щеки и языка, а также приживляемость указанных лоскутов в зависимости от типа питающего ложа показали, что лоскут слизистой щеки предпочтительнее для трансплантации по сравнению с язычным, а более оптимальное место для пересадки свободных слизистых лоскутов — белочная оболочка кавернозных тел полового члена по сравнению со скелетной мышцей и подкожной жировой клетчаткой.

Актуальна в практической урологии и другая проблема. По данным Всемирной организации здравоохранения, смертность, вызываемая онкологическими заболеваниями, выходит на лидирующие позиции наряду со смертностью от сердечно-сосудистой патологии [6]. Наиболее часто встречающееся злокачественное заболевание у мужчин — рак предстательной железы (РПЖ), он занимает второе место среди причин мужской смертности от рака. Ежегодно в Европе диагностируется до 250 тыс. случаев РПЖ, 85 тыс. мужчин от него умирают. В России в 2015 г. было выявлено 38 812 новых случаев РПЖ, смертность от него составила 6,2% у мужчин в возрасте 60–69 лет, а в возрастной группе старше 70 лет достигла 14,1%.

Поиск персонализированных подходов к лечению злокачественных опухолей органов мочеполовой системы требует углублённых исследований. После внедрения в повседневную диагностическую практику определения уровня простатспецифического антигена (ПСА) в сыворотке крови настала так называемая “эра ПСА”: тест зарекомендовал себя в качестве лучшего, как полагали специалисты, маркера рака предстательной железы. Однако впоследствии выяснилось, что ПСА служит лишь органоспецифическим маркером (его рост наблюдается и при доброкачественных опухолях предстательной железы), а его интерпретация имеет ряд особенностей. Стало очевидным, что ПСА как единственный маркер рака простаты исчерпал свои диагностические возможности. Возникла необходимость поиска новых, более специфических маркеров, обладающих высокой диагностической и прогностической точностью.

К наиболее перспективным маркерам относятся антиген рака предстательной железы (РСА3), определяемый в моче пациентов, предшественник ПСА — 2-проэнзим ПСА и индекс здоровья простаты (РНИ), рассчитываемый по специальной формуле. Следует отметить, что нашими коллегами, сотрудниками кафедры урологии Московского государственного медико-стоматологического университета им. А.И. Евдокимова, разработана и внедрена в практику отечественная диагностическая тест-система для определения индекса РСА3. Сравнительные характеристики показателей информативности РСА3 и индекса здоровья простаты продемонстрировали существенные преимущества перед традиционными маркерами рака предстательной железы,

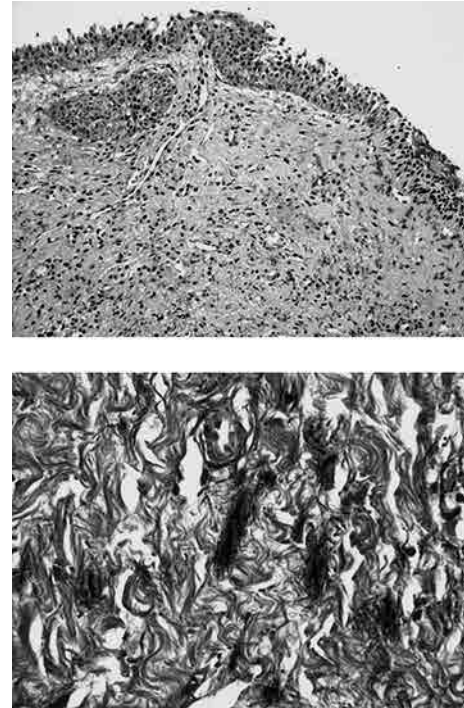


Рис. 1. Гистологические исследования зоны стриктуры уретры

Вверху — визуально интактная ткань уретры представлена неизменённым эпителием и подслизистым слоем; *внизу* — типичная картина фиброза зоны просвета уретры (импрегнация серебром по Футу), видны остатки единичных сосудов и слизистой уретры

улучшив раннюю диагностику болезни. Кроме того, комплексное применение современных маркеров РПЖ и высокотехнологичных методов лучевой диагностики, в частности мультипараметрической магнитно-резонансной томографии, позволяет избежать “ненужных” биопсий предстательной железы.

В развитие этого направления нами изучена сывороточная концентрация белка Dj-1, который присутствует в клетках многих злокачественных опухолей, повышая клеточную пролиферацию и устойчивость опухолевых клеток к апоптозу [7]. Установлено, что при раке простаты экспрессия белка Dj-1 значительно выше, чем в норме и при аденоме (рис. 2).

Для оценки биологической агрессивности РПЖ в последние годы большое внимание уделяется маркерам нейроэндокринной дифференцировки [8]. Нами показано, что хроматографин А — секреторный продукт простатических нейроэндокринных клеток — может использоваться в качестве раннего маркера прогрессии опухоли при низкодифференцированном РПЖ (рис. 3).

Совместно с сотрудниками кафедры биологии и общей генетики Российского университета дружбы народов нами разработан упрощённый способ выделения и исследования гена интегрина *GP3A* для

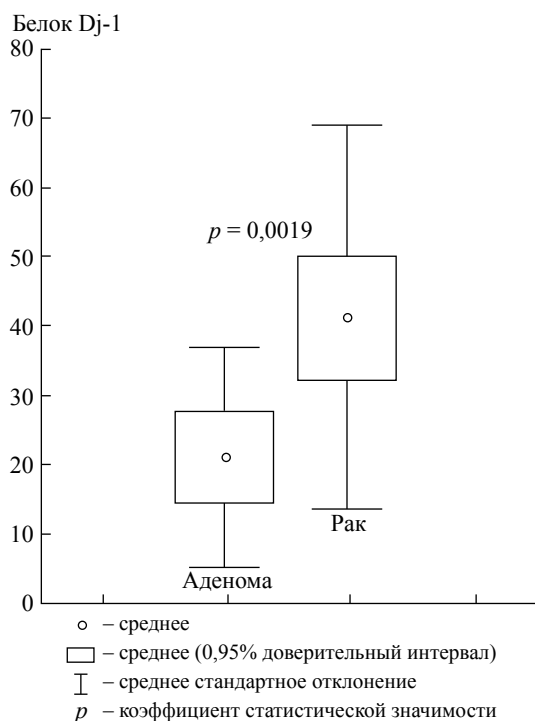


Рис. 2. Распределение сывороточной концентрации белка Dj-1 у пациентов с аденомой и раком простаты

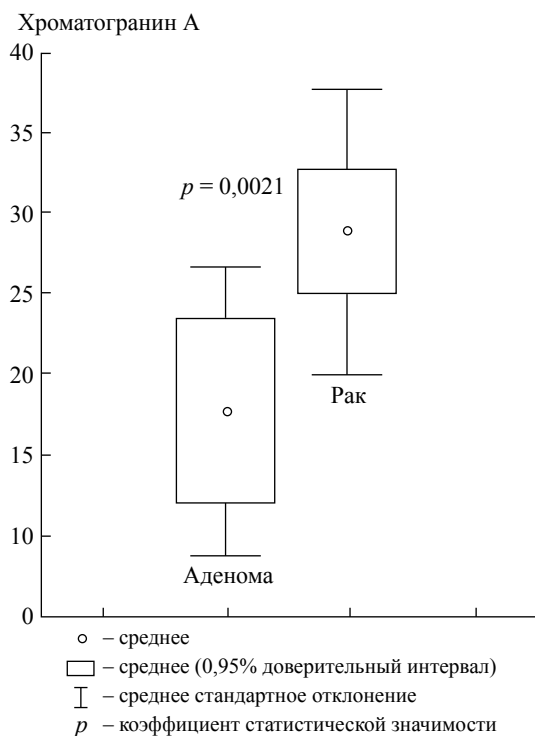


Рис. 3. Распределение сывороточной концентрации хроматограина у пациентов с аденомой и раком простаты

оценки предрасположенности к раку предстательной железы в общей популяции мужчин. Исследования показали, что у мужчин-носителей генотипа PLA1/PLA2 гена *GP3A* в 2,3 раза выше риск развития РПЖ, чем у носителей генотипа PLA1/PLA1 (табл.).

Совместно с коллегами из лаборатории отделения наследственных эндокринопатий Эндокринологического научного центра Минздрава России изучен ген *SRD5A2* редуктазы 2 типа – ключевого фермента физиологии предстательной железы. Оказалось, что носительство гомозиготного полиморфизма V89L гена *SRD5A2* служит врождённым предиктором развития генерализованных форм рака предстательной железы. Таким образом, создание и пополнение панели молекулярно-биологических и генетических маркеров РПЖ не только значительно улучшит диагностические и прогностические возможности, но и откроет в будущем пути персонализированного подхода к лечению данных пациентов.

Какие методы борьбы с раком предстательной железы наиболее эффективны? Я и мои коллеги – последовательные сторонники радикальной хирургии рака простаты. В клинике выполняются все варианты простатэктомий: позадилольная, промежностная, лапароскопическая. Преимущество в последние два года отдаётся инновационной малоинвазивной робот-ассистированной радикальной простатэктомии (рис. 4). Отдалённые онкологические и функциональные результаты – удовлетворительные и соответствуют таковым в крупнейших онкологических центрах Европы и Северной Америки.

Одним из осложнений радикальных простатэктомий в ряде случаев оказывается выраженное в той или иной степени недержание мочи, крайне негативно влияющее на качество жизни и социальную адаптацию мужчин. Частота этого осложнения даже в специализированных клиниках составляет от 2,7 до 9,1%. С помощью современных технологий, в частности, имплантации так называемого мужского слинга (петли) при частичном недержании мочи и искусственного мочевого сфинктера – при тотальном, стало возможным устранить это тяжёлое осложнение. К сожалению, как мужские петли, так и искусственные мочевые сфинктеры производятся только зарубежными фирмами, отечественные аналоги отсутствуют. Остаётся надеяться, что в рамках импортозамещения появится возможность решить и эту проблему, тем более что 30 лет тому назад был создан экспериментальный вариант отечественного мочевого сфинктера оригинальной конструкции, но имевший некоторые недостатки из-за отсутствия в то время в стране высокотехнологичных синтетических материалов, вызывающих минимальную воспалительную реакцию.

В последние годы в России отмечается рост заболеваемости раком мочевого пузыря: за 10 лет – на 15,6%, причём мужчины страдают им в 4,5 раза чаще, чем



Рис. 4. Робот-ассистированный, или “чистый”, лапароскопический доступ обеспечивает лучшую визуализацию, более аккуратную и точную диссекцию

женщины [9]. “Золотой стандарт” лечения поверхностного рака мочевого пузыря — трансуретральная резекция с последующей внутрипузырной иммуно- или химиотерапией. Многочисленными международными рандомизированными мультицентровыми исследованиями доказаны преимущества внутрипузырной терапии вакциной БЦЖ (бацилла Кальметта—Герена), применение которой способствует безрецидивной выживаемости пациентов по сравнению с химиотерапией. Значительная часть больных с поверхностными опухолями мочевого пузыря положительно реагирует на внутрипузырную терапию вакциной БЦЖ, однако от 20 до 45% пациентов не отвечают на введение иммунопрепаратов и оказываются на грани риска рецидива опухоли или её прогрессирования [10]. Некоторые из этих неудач объясняются неудовлетворительным “прикреплением” БЦЖ к слизистой мочевого пузыря [11]. В то же время доказано, что микобактерии обладают специфическими высокородственными рецепторами к фибронектину — одному из адгезивных белков внеклеточного матрикса [12]. Нами разработаны объективные критерии эффективности адьювантной (послеоперационной) внутрипузырной иммунотерапии у пациентов, страдающих

поверхностным раком мочевого пузыря. Установлено, что уровень фибронектина в моче значительно повышается после трансуретральной резекции мочевого пузыря с опухолью у 80% больных, поэтому инсталляции БЦЖ в течение первых 30 суток после операции неэффективны. Устойчивое же повышение уровня фибронектина на фоне внутрипузырной терапии БЦЖ спустя 30 дней после трансуретральной резекции оказывается причиной неудач подобного лечения.

Как указывалось выше, приблизительно у 40% больных на фоне проведения адьювантной иммунотерапии отмечается рецидивирование и/или прогрессия основного заболевания. Развивается так называемый мышечно-инвазивный рак мочевого пузыря, лучшим методом лечения которого и сегодня остаётся радикальная цистэктомия (удаление мочевого пузыря).

Проблема чем заменить мочевой пузырь, имеет долгую историю. Так в XIX в. и первой половине XX в. после удаления мочевого пузыря мочеточники пересаживали в сигмовидную кишку, формируя “клоаку”. Однако ещё в 1909 г. на Всероссийском съезде хирургов эта операция была признана “тёмной, противоестественной и жестокой”.

Риск развития рака предстательной железы у носителей генотипа PL-A1/PL-A2 по сравнению с носителями генотипа PL-A1/PL-A1

Генотип	Контроль <i>n</i> = 500	Больные <i>n</i> = 90	Коэффициент статистической значимости	Соотношение шансов (доверительный интервал 95%)
A1A1	380 (76%)	52 (57,8%)	<0,001	1,0 (Ref)
A1A2	110 (22%)	34 (37,8%)		2,34 (1,42—3,74)
A2A2	10 (2%)	4 (4,4%)		2,02 (0,74—3,86)

В дальнейшем хирургами и урологами предлагались варианты замещения мочевого пузыря сегментами желудочно-кишечного тракта.

Мы изучили в эксперименте на собаках анатомические и функциональные характеристики искусственных мочевого пузыря, так называемых неоцистов, созданных из различных отделов кишечника, и убедились, что наиболее соответствует параметрам естественного мочевого пузыря искусственный, сформированный из частично детубуляризованного (рассечённого по противобрыжечному краю) сегмента подвздошной кишки. К сожалению, нередко ситуации, при которых вместе с мочевым пузырём необходимо удалять и мочеиспускательный канал. В таких случаях альтернативой наружным кожным мочевым свищам может быть формирование так называемого гетеротопического кишечного мочевого пузыря с удерживающей мочу пупочной стомой. Суть операции заключается в создании из правых отделов толстого кишечника «мочевого резервуара», снабжённого клапанным механизмом, сформированным с помощью червеобразного отростка, выведенного в пупочное кольцо. Через отверстие в пупке пациенты периодически сами выводят мочу, используя стерильные одноразовые катетеры. Эта операция обеспечивает вполне удовлетворительное качество жизни.

К важным проблемам онкоурологии относится почечно-клеточный рак, который по темпам прироста заболеваемости занимает одно из первых мест (29,14%). Так как у 20–40% больных после радикально выполненной операции в дальнейшем заболевание прогрессирует с появлением отдалённых метастазов, необходим мониторинг пациентов. С этой целью нами оценивается экспрессия опухолевой пируваткиназы TuM2-РК, чувствительность которой составила 80,1%, а специфичность — 85,2%. По уровню TuM2-РК можно судить о распространённости и активности опухолевого процесса, так как концентрация этого фермента в плазме крови отражает массу опухоли и интенсивность жизнедеятельности опухолевых клеток. Тест с оценкой экспрессии опухолевой пируваткиназы TuM2-РК используется для мониторинга больных раком почки в Национальном медицинском исследовательском радиологическом центре Минздрава России и на кафедре урологии Саратовского медицинского государственного университета.

Внедрение в широкую клиническую практику современных лучевых методов диагностики позволило изменить парадигму лечения пациентов, страдающих раком почки. В последние годы абсолютно оправданно стремление сохранить почку, и наша клиника следует мировым тенденциям, активно внедряя в повседневную практическую деятельность инновационные высокотехнологичные операции — лапароскопические и роботические, которые легче переносятся больными, сокращают их пребывание в стационаре, не влияя негативно на отдалённые онкологические результаты.

Завершая краткий обзор исследований, проведённых нами совместно с коллегами — представителями фундаментальных медицинских наук, необходимо подчеркнуть, что в эпоху прогресса хирургической техники, формирования новых взглядов на молекулярные и генетические механизмы возникновения и развития наиболее распространённых урологических заболеваний выделение факторов, позволяющих составить индивидуальный прогноз и определить оптимальную персонализированную тактику лечения, становится одной из важнейших задач современной урологии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kulkarni S.B., Joshi P.M., Hunter C. et al. Complex, posterior urethral injury // Arab. J. Urol. 2015. V. 13. P. 43–52.
2. Котов С.В. Выбор оптимального метода уретропластики при лечении стриктур мочеиспускательного канала у мужчин. Автореферат дисс. докт. мед. наук. М.: Реглет, 2015.
3. Kulkarni S.B., Barbagli G., Romano G., Lazzeri M. Posterior urethral stricture after pelvic fracture urethral distraction defects in developing and developed countries, and choice of surgical technique // Bju Int. 2009. V. 104. P. 1150–1155.
4. Barbagli G., Sansalone S., Romano G., Lazzeri M. Dorsal onlay mucosal graft bulbar urethroplasty // Curr. Opin. Urol. 2012. V. 22. P. 474–477.
5. Беломытцев С.В. Клинико-морфологическое обоснование использования свободных слизистых лоскутов при уретропластиках у мужчин. Автореферат дисс. канд. мед. наук. М., 2012.
6. Stewart B.W., Wild C.P. World Cancer Report 2014 / IARC Nonserial Publication, 2014.
7. Le Naour F., Misek D.E., Krause M.C., Deneux L. Proteomics-based identification on RS/DJ-1 as a novel circulating tumor in breast cancer // Clin. cancer Res. 2001. V. 7 (II). P. 3328–3335.
8. Sciarra A., Mariotti G., Gentile V. et al. Neuroendocrine differentiation in human prostate tissue: is it detectable and treatable // BJU International. 2003. V. 91. P. 438–445.
9. Онкоурология: национальное руководство / Под ред. В.И. Чиссова, Б.Я. Алексеева, И.Г. Русакова. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012.
10. Richie J.P., D'Amico A.V. Urologic oncology. М.: Бинном, 2011.
11. Ratliff T.L., Hudson V.A., Catalona W.J. Strategy for improving therapy of superficial bladder cancer // World J. Urol. 1991. V. 9. P. 95–98.
12. Fleischmann J.D., Park M.C., Hassan M.O. Fibronectin expression on surgical specimens correlated with the response to intravesical bacillus Calmette–Guerin therapy // J. Urology. 1993. V. 149. P. 268–271.

ИЗ РАБОЧЕЙ ТЕТРАДИ
ИССЛЕДОВАТЕЛЯ

СОПОСТАВЛЕНИЕ ТЕКТОНИЧЕСКИХ ФАЗ И ИНВЕРСИЙ
МАГНИТНОГО ПОЛЯ В ПОЗДНЕМ МЕЗОЗОЕ И КАЙНОЗОЕ

© 2018 г. В.Г. Трифонов, С.Ю. Соколов

Геологический институт РАН, Москва, Россия

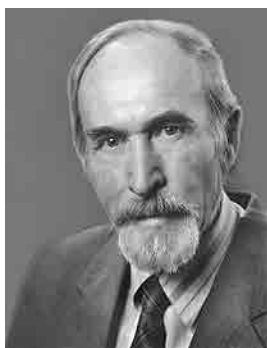
e-mail: trifonov@ginras.ru; sysokolov@yandex.ru

Поступила в редакцию 29.05.2017

Авторы рассматривают хронологическое соотношение двух групп явлений в истории Земли за последние 150 млн. лет. Первая группа – сравнительно короткие (первые миллионы лет) тектонические фазы, или фазы складчатости, выделенные Г. Штилле в 1924 г. и характеризующиеся усилением деформаций сжатия в подвижных поясах Земли. Происходящие в течение таких фаз деформации вполне объяснимы коллизионными взаимодействиями литосферных плит. Но эти взаимодействия не объясняют синхронности фаз в разных поясах и на разных континентах. Вторая группа – частота инверсий магнитного поля, то есть смены северного полюса на южный и наоборот. Тектонические фазы проявляются чаще в эпохи частых инверсий магнитного поля. В последние 24 млн. лет, когда инверсии были особенно многочисленными, тектонические фазы следовали одна за другой с короткими интервалами. Для них намечается тенденция к отставанию пиков фаз на 1–2 млн. лет по отношению к интервалам наиболее частых магнитных инверсий. Выявленные хронологические соотношения указывают на то, что тектонические фазы обусловлены не только геодинамическими процессами в литосфере, но и воздействием энергетических импульсов, возникающих в земном ядре и на границе ядра и мантии, где генерируется магнитное поле Земли. В геологическом масштабе времени это воздействие происходит быстро, что исключает конвективную передачу энергии импульса и заставляет искать иные механизмы такой передачи. Возможно, она осуществляется посредством действия на всю литосферу переменных объёмных сил, возникающих при изменении параметров течений в ядре, за которым следуют изменение режима вращения Земли и адаптация к нему литосферных масс.

Ключевые слова: тектонические фазы усиления деформаций сжатия, инверсии магнитного поля Земли за последние 150 млн. лет.

DOI: 10.7868/S0869587318010048



ТРИФОНОВ Владимир Георгиевич – доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник ГИН РАН.
СОКОЛОВ Сергей Юрьевич – кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник ГИН РАН.



Прошло более 90 лет с того времени, когда Г. Штилле [1] выделил фазы складчатости, позднее получившие более общее название – тектонические фазы. Штилле рассматривал фазу как проявление импульса сжатия, выраженного складчатыми деформациями и запечатлённого в геологическом разрезе несогласием, причём одновозрастные проявления такого рода деформаций регистрировались если и не в глобальном масштабе, то, по меньшей мере, в нескольких удалённых друг от друга складчатых поясах. Перечень фаз и принцип их выделения получили название “канон Штилле”. Вскоре после его опубликования и позднее он неоднократно подвергался критике [2]. Отмечались недостаточная точность датирования тектонических событий, положенных в основу выделения фаз,

вариации возраста складчатости в разных зонах даже одного складчатого пояса.

Принципиально иную интерпретацию фаз складчатости предложил Н.С. Шатский [3]. На примере одного из районов Предкавказья он показал, что складчатость развивалась длительно и конседиментационно, а несогласие в основании толщи, перекрывшей смятые слои, отражает прекращение складчатости и изменение режима тектонического развития территории. Казалось бы, полученный результат опровергает принцип, лежащий в основе выделения фаз Г. Штилле. Но это не так. Указанный пример и ему подобные представляют собой постепенное нарастание определённого параметра тектонической системы, которое при достижении допустимого предела прекращается, уступая место другой системе. Иначе говоря, и при таком подходе завершение процесса образования складчатости характеризуется максимальной деформацией, что сближает его с пониманием Г. Штилле фазы складчатости как пика тектонической деформации.

Анализируя тектонические события и неравномерность их проявлений в мезозое и кайнозое, В.Е. Хаин [4–6] рассмотрел наряду с фазами складчатости как выражением усиления деформаций сжатия также другие тектонические образования и их изменения – развитие впадин, зон океанического спрединга и континентальных рифтов, областей субдукции, коллизии и присущего им магматизма. Широкий охват событий, порою нечётко обозначенных пространственно и неточно датированных, заставил перейти к более долговременным неравномерностям структурной эволюции Земли и проявлениям тектонической активизации, охватывающим десятки миллионов лет и названным тектоническими эпохами. Однако на фоне таких эпох в областях коллизии и сходных с ними внутриконтинентальных и приокеанических поясах сжатия или транспрессии обозначились более короткие фазы активизации деформаций, соответствующие фазам Г. Штилле.

М.Г. Ломизе [7] проанализировал для отрезка времени с юры и поныне хронологическое соотношение между следующими группами геологических данных, обусловленных геодинамическими процессами:

- эвстатические колебания уровня Мирового океана, связанные, по мнению Ломизе, с объёмом срединно-океанических хребтов;
- изменения скоростей спрединга и горизонтального перемещения литосферных плит;
- изменения скоростей субдукции по интенсивности интрузивного магматизма Североамериканских Кордильер и Японии, а также на всей восточной окраине Тихого океана, а для позднего

кайнозоя – по вулканическим проявлениям Центральной Америки и Орегона;

- частота геомагнитных инверсий;
- хронология эпох складчатости и рифтогенеза.

Сопоставление указанных характеристик показало, что изменения скоростей спрединга, горизонтального перемещения плит и субдукции, а также уровня Мирового океана прямо коррелируют друг с другом, что согласуется с их единством в плейт-тектонической системе. Частота геомагнитных инверсий обнаруживает с небольшими отклонениями обратную корреляцию с этими изменениями. Эпохи складчатости и рифтогенеза демонстрируют тенденцию к чередованию во времени, хотя порой частично совмещаются. Но и те, и другие не показывают ни прямой, ни обратной корреляции с отмеченными параметрами.

Исследования, проводимые на протяжении последних 20 лет, подтвердили существование тектонических фаз Г. Штилле. Получены новые данные об их возрасте и проявлениях в разных складчатых поясах Земли. Удалось уточнить шкалу значений остаточной намагниченности горных пород (инверсий магнитного поля) позднего мезозоя и кайнозоя. Это позволило вновь обратиться к хронологическому соотношению тектонических фаз мелового периода и кайнозоя с частотой инверсий магнитного поля Земли. Для более ранних геологических эпох оценка подобного соотношения представляется преждевременной из-за неточностей в определении возраста фаз и инверсий в течение некоторых интервалов времени. Полученные результаты будут рассмотрены далее.

ТЕКТОНИЧЕСКИЕ ФАЗЫ

Ниже приводится краткая характеристика тектонических фаз с конца юры до настоящего времени. Она основана на обобщающих работах [5, 8], дополненных и уточнённых по опубликованным описаниям тектонических событий в отдельных тектонических зонах и областях. Принимались во внимание проявления деформаций сжатия и транспрессии (сочетания сжатия со сдвигом), выраженные складчатостью и смещениями по разломам покровного, надвигового и сдвигового типов. Критериями определения возраста деформаций служили несогласия между дислоцированными и вышележащими толщами, а также проявления связанного с деформациями метаморфизма и местами гранитного магматизма. Возникновение субаэральных поднятий учитывалось лишь в тех случаях, когда оно было связано с зонами концентрации деформаций сжатия. Общее усиление вертикальных движений, начавшееся локально в конце миоцена и достигшее максимума в плиоцен-квартере, в расчёт

не принималось, поскольку обусловлено иными причинами [9].

Позднекиммерийская эпоха тектонической активизации охватывает период от конца киммериджа до валанжина — 151–138 млн. лет назад. Она может быть подразделена на три фазы, датируемые примерно в интервалах 151–148, 146–144 и 142–138 млн. лет назад. Деформации этой эпохи были обнаружены в Альпийской Европе и отмечены также на Дальнем Востоке (Становое нагорье, Сихотэ-Алинь, Япония) и северо-востоке Азии. Той же эпохе соответствует яншаньский орогенез в Китае, невадийский орогенез на западе Северной Америки и андская фаза на западе Южной Америки.

Австрийская эпоха тектонической активизации приходится на середину мела — 116–96 млн. лет назад. Главные деформации этой эпохи имели место на границе альба и сеномана — около 99–96 млн. лет назад. В Восточных Альпах, где была зафиксирована австрийская фаза данной эпохи, она характеризуется несогласным залеганием верхнего турона (фация Гозау) на тектонических покровах. Кроме того, намечена более ранняя, аптская, фаза тектонической активности — около 116–113 млн. лет назад. Фазы, вероятно, разделяет длительная эпоха относительного тектонического покоя. Признаки австрийского орогенеза отмечены в Карпатах, на Балканах, в Добрудже, Северной Анатолии, на Эльбурсе, в Памиро-Каракорумском регионе, Центральном Тибете, Хингане (Китай), Сихотэ-Алине, Японии и Корее. К событиям эпохи близки по времени североамериканский орогенез в Кордильерах и деформации на юге Северной Америки.

Субгерцинская фаза приходится на сантон (~85–82 млн. лет назад), выделяется в предгорьях Гарца, а также в других районах Восточных Альп и Западных Карпат, на Кипре (зона Мамония), в Анатолии, на Малом Кавказе, в зоне Главного надвига Загроса, Омане, Северо-Американских и Мексиканских Кордильерах.

Ларамийская эпоха охватывает конец мела — начало палеогена (67–61 млн. лет назад с пиком активности ~65–66 млн. лет). Эта эпоха активизации отчётливо выражена на западе Северной Америки, где с ней совпадает главная стадия становления континентальной коры. Та же активизация широко проявилась на востоке Азиатского континента, где с ней связаны надвиги Кореи, сдвиги Сихотэ-Алиня, деформации Верхоянья, Западной Камчатки, Восточного Сахалина, Хоккайдо, Тайваня и Западных Филиппин. Её возможным аналогом является позднеяньшаньская фаза в Китае. В Альпийско-Гималайском поясе эта эпоха не имела решающего значения, но проявилась в Памиро-Каракорумском регионе, Кохистане, Белуджистане,

а также в Анатолии, Балканидах, Карпатах, Юго-Западных Альпах и Пиренеях. На северо-западных и восточных обрамлениях Аравийской плиты (Оман, Загрос, Сирия, Кипр и Юго-Восточная Анатолия) основные деформации этой фазы имели место в позднем маастрихте.

Пиренейская фаза складчатости, согласно Г. Штилле [1], проявилась на границе эоцена и олигоцена. Позднее было показано, что главные события этой фазы происходили в конце среднего эоцена и позднем эоцене [2]. Однако в дальнейшем обнаружилось, что существенные деформации имели место и позднее, вплоть до начала олигоцена. Таким образом, следует выделять *пиренейскую тектоническую эпоху* (41–33 млн. лет назад), в течение которой, вероятно, существовали две фазы активизации — 41–40 и 34–33 млн. лет, разделённые стадией более слабой активности. Эта эпоха имела решающее значение в становлении континентальной коры Альпийско-Гималайского пояса и проявилась во всех его сегментах. Помимо Пиренеев и Прованса, она отмечена в Альпах, Апенниннах, Тель-Атласе, Эр-Рифе, Бетских Кордильерах и других тектонических зонах Западного Средиземноморья, в Карпатах, Балканидах, Динаро-Эллинидах, Понтидах и зоне Тавра, на всём Малом Кавказе (триалетская фаза), в Эльбурсе и восточнее, вплоть до Индо-Бирманской системы и Индонезийского архипелага. Особенно значительными были деформации в Гималаях и Каракоруме. С той же эпохой сопоставляются проявления активизации в Сихотэ-Алине.

Савская фаза тяготеет к концу олигоцена — началу миоцена (24–17 млн. лет назад с пиком активности 20–18 млн. лет назад). На эту фазу приходится радикальная перестройка тектонической системы западной части Альпийской Европы, связанная с началом сдвиговых перемещений по Азоро-Гибралтарской зоне разломов и обусловленным ими вращением Корсико-Сардинского блока (20,5–19 млн. лет назад). Фаза отмечена деформациями в Бетских Кордильерах, Эр-Рифе, Тель-Атласе, Апенниннах, началом формирования южновергентных надвигов в Альпах, складчатостью в Карпатах (Утёсовая зона), закрытием последних реликтов Неотетиса в Юго-Восточной Анатолии, образованием современной Кипрской дуги, началом формирования складок основания Тянь-Шаня, максимумами деформаций в Высоких Гималаях, Центральном и Южном Памире и общей переориентировкой поля деформаций в Аравийско-Кавказском и Памиро-Гималайском сегментах Альпийско-Гималайского пояса. С этой фазой коррелирует начало сдвиговых перемещений по разлому Сан-Андреас на западе Северной Америки.

Штирийская (предсарматская) фаза приходится на середину миоцена (16–11 млн. лет назад) и, вероятно, содержит два пика активизации — перед лангием (16–15 млн. лет) и перед тортоном (12–11 млн. лет) с более слабыми деформациями между ними. Фаза выражена формированием складок и тектонических покровов во внешних зонах Бетских Кордильер, Эр-Рифа, Телль-Атласа, Апеннин, в Северных (Утёсовая зона) и Юго-Восточных Карпатах и Динаро-Эллинидах, возникновением Калабрийско-Сицилийской и Крито-Эллинской дуг. В конце фазы произошла очередная переориентировка поля деформаций в Аравийско-Кавказском

и Памиро-Гималайском сегментах Альпийско-Гималайского пояса. В Крыму, на Кавказе и в Центральном Копетдаге фаза отмечена предчокракским и предсарматским несогласиями, а во Внешней зоне Памира — несогласием в основании верхнего миоцена. В течение этой фазы закрылись последние реликты Неотетиса и началась складчатость в зоне Главного надвига Загроса. Возможный аналог — алеутская фаза деформаций.

Аттическая фаза приходится на конец миоцена (8–5,5 млн. лет назад). Она была выделена в Эллинидах и отмечена на Большом Кавказе, в Копетдаге, Эльбрусе, Высоком Загросе, Макране, Белуджистане, Гималаях и Юго-Восточной Азии. С этой фазой совпадают первое региональное несогласие в Афгано-Таджикской депрессии и деформации в провинции Юннань (Юго-Восточный Китай). С фазой коррелируют складкообразовательные движения на Камчатке, Сахалине и Хоккайдо и ускорение в несколько раз сдвига по разлому Сан-Андреас (8 млн. лет назад).

Ронская (предакчагыльская) фаза датируется 4,5–3,5 млн. лет назад. Помимо предгорий Альп, она отмечена перестройкой сдвиговой системы Трансформы Мёртвого моря (~3,7 млн. лет назад), складкообразовательными движениями в Крыму, на Кавказе, в Копетдаге, Низком Загросе, на северо-востоке Азии, западе Северной Америки. С фазой совпадает ускорение сдвига по разлому Сан-Андреас (4,5–4 млн. лет назад).

Валахско-пасаденская фаза охватывает последние 2 млн. лет и содержит три эпизода тектонической активизации — 2–1,8, 1–0,8 и последние 0,5 млн. лет. Валахская фаза была выделена в южной части Предкарпатского прогиба и соответствовала первому эпизоду. Проявления двух первых эпизодов зафиксированы по берегам Чёрного и Каспийского морей, на северных бортах Средне- и Нижнекуринской впадин, в Южно-Каспийской впадине, предгорьях Тавра, предгорной зоне Загроса (~0,9 млн. лет назад), Макране, Афгано-Таджикской депрессии, Северо-Восточной Азии. Пасаденская фаза выделена в Калифорнии и выражается несогласием между низами среднего плейстоцена и поздним плейстоценом. Её аналоги обнаружены во всех подвижных поясах как проявления активной тектоники. Локальные несогласия, описанные в Афгано-Таджикской депрессии, на северо-восточном борту Персидского залива и по берегам Чёрного и Каспийского морей, свидетельствуют о разноранговой неравномерности движений в течение пасаденской фазы. Вместе с тем стало очевидным, что её нельзя отрывать от более ранних эпизодов четвертичной активности, с которыми она образует единую тектоническую фазу.

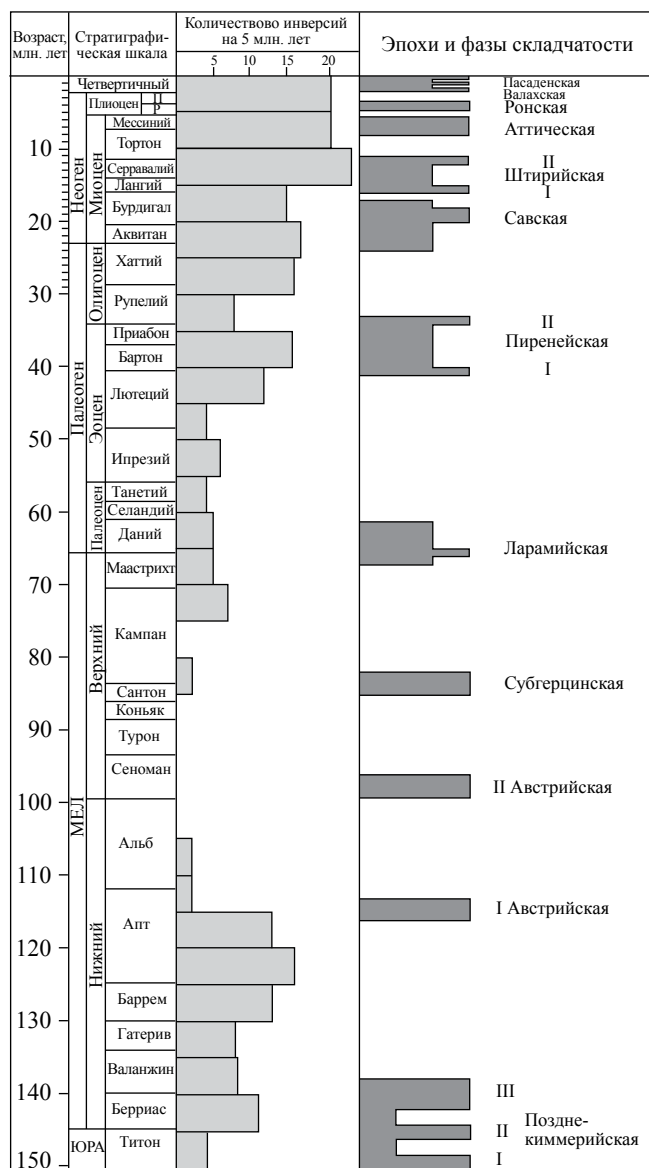


Рис. 1. Сопоставление фаз и эпох активизации деформаций сжатия и транспрессии с конца юрского периода поныне и частоты инверсий магнитной полярности

Представлено количество инверсий магнитного поля по интервалам в 5 млн. лет

Тектонические фазы, начиная с савской, плотно следуют одна за другой. Промежуток между ними обычно не превышает 1–1,5 млн. лет и лишь между штирийской и аттической фазами достигает ~3 млн. лет, что несоизмеримо с интервалами между более ранними фазами. Вероятно, савскую и последующие тектонические фазы следует объединить в неотектонический этап активизации деформаций.

РЕЗУЛЬТАТЫ СОПОСТАВЛЕНИЯ ТЕКТОНИЧЕСКИХ ФАЗ И ЧАСТОТЫ ИНВЕРСИЙ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

При существующих неточностях в датировании тектонических событий полученные оценки возраста тектонических фаз являются приблизительными. Тем не менее они отражают общую тенденцию. С конца юры и поныне эти фазы происходили с разной частотой (рис. 1). Они быстро следовали одна за другой в течение позднекиммерийской тектонической эпохи. Затем наступил длительный (96 млн. лет) интервал, в течение которого имели место лишь сравнительно кратковременные ранняя австрийская, главная австрийская и субгерцинская фазы и несколько более продолжительная (~6 млн. лет) ларамийская тектоническая эпоха с короткой фазой активизации. Далее имела место пиренейская эпоха активизации (~8 млн. лет) с двумя пиками активности, за которой вновь последовал период относительного покоя продолжительностью ~9 млн. лет. После него в течение последних 24 млн. лет тектонические фазы с пиками активизации и интервалами относительного снижения активности следовали одна за другой, будучи разделены лишь короткими интервалами относительного покоя.

Выявленные тектонические фазы были сопоставлены со шкалой остаточной намагниченности горных пород [10, 11], которая представляет собой последовательность состояний прямой и обратной магнитной полярности определённого времени. Состояния первого типа характеризуются теми же чертами, что и современное магнитное поле, когда северный магнитный полюс находится в северных широтах, а состояния второго типа – противоположным положением магнитных полюсов. Эти состояния изменялись в геологической истории с разной частотой, образуя как более или менее длительные эпохи выдержанной однородной полярности, так и короткие эпизоды её изменения. Для сопоставления с тектоническими фазами выбран критерий количества инверсий – переходов от одной полярности к другой в течение 5 млн. лет. Для неотектонического этапа (с конца олигоцена и поныне), когда фазы были особенно частыми, а возраст фаз и инверсий определён более точно,

с фазами сопоставлялось также количество инверсий за один миллион лет (рис. 2).

Сопоставление показало следующее. Позднекиммерийская тектоническая эпоха характеризовалась умеренно частой и частой сменой полярности, которая продолжалась вплоть до ранней австрийской фазы. Далее наступил период длительной нормальной полярности, то есть полного или почти полного отсутствия инверсий, на который приходятся главная австрийская и субгерцинская тектонические фазы. Ларамийская тектоническая эпоха характеризовалась умеренным количеством инверсий, после чего их количество уменьшилось. Оно возросло во время пиренейской тектонической эпохи. Затем после уменьшения числа инверсий в раннем олигоцене их количество возросло во время савской фазы, достигло максимальных значений в среднем миоцене (штирийская фаза)

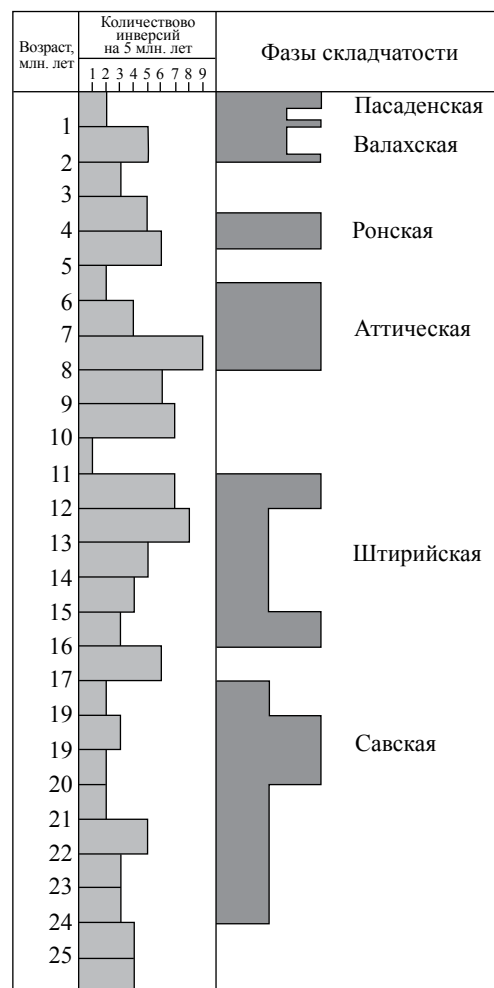


Рис. 2. Сопоставление фаз и эпизодов активизации деформаций сжатия и транспрессии с конца олигоцена поныне и частоты инверсий магнитной полярности. Представлено количество инверсий магнитного поля по интервалам в 1 млн. лет

и оставалось высоким вплоть до четвертичного периода (аттическая, ронская и валахско-пасаденская фазы).

Таким образом, выдержанная прямая или обратная корреляция тектонических фаз с числом магнитных инверсий отсутствует, но выявляется тенденция, согласно которой частота фаз возрастает с увеличением числа инверсий магнитного поля (см. рис. 1). Более детальное сопоставление для периода с конца олигоцена и поныне, то есть в течение неотектонического этапа, позволило отметить ещё одну особенность (см. рис. 2): на фоне большого числа инверсий короткие максимумы опережают столь же короткие фазы и пики тектонической активизации на 1–2 млн. лет.

Тектонические фазы, будучи максимумами проявлений деформации сжатия или транспрессии, полигенны. Возникновение фаз определяется широким распространением коллизионных и сходных с ними тектонических обстановок сжатия и сдвига при подходящем для их проявления строении земной коры континентов. Условия возникновения тектонических фаз, согласно плейт-тектонической теории, обусловлены поведением горных масс при взаимодействии литосферных плит. Но данная теория не объясняет синхронности фаз тектонической активизации в разных подвижных поясах и даже на разных континентах. Для неё возникновение синхронных глобальных фаз – скорее, сочетание исключительных обстоятельств, чем правило. Такая синхронность может определяться геодинамическим воздействием на литосферу процессов, проявляющихся в инверсиях магнитного поля.

ВОЗМОЖНЫЕ ПРИЧИНЫ КОРРЕЛЯЦИИ ТЕКТОНИЧЕСКИХ ФАЗ И ЧАСТОТЫ ИНВЕРСИЙ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Согласно современным представлениям, решающее значение для создания и функционирования магнитного поля Земли имеют процессы в земном ядре и их взаимодействие с мантией [12]. Геодинамическое воздействие этих процессов на литосферу путём конвекции или иных форм тепломассопереноса в мантии не может быть источником тектонических фаз. Скорости восходящих ветвей мантийного конвективного тепломассопереноса соизмеримы со скоростями верхнемантийных течений, представляющих латеральную ветвь конвекции и перемещающих литосферные плиты [13]. Скорость течений составляет в среднем около 8 см/год. При такой скорости время прохождения конвективным возмущением 2800 км от ядра до подошвы литосферы составило бы ~35 млн. лет, тогда как тектонические фазы близки по времени к эпохам частой смены магнитной полярности и в течение

последних 24 млн. лет, возможно, проявляются вслед за их максимумами через 1–2 млн. лет. Таким образом, существует отличный от конвективного квази-мгновенный (в геологическом масштабе времени) способ передачи литосфере энергии от глубинных процессов, определяющих как поверхностный тектогенез, так и вариации магнитного поля Земли. Поскольку пространственно-временная структура нормального магнитного поля обусловлена характером течений во внешнем ядре, изменение параметров этих течений может стать причиной возникновения в мантии переменных объёмных сил, быстро воздействующих на литосферу.

Источником изменения течений в ядре является, по нашему мнению, перераспределение масс в системе внешнего жидкого и внутреннего твёрдого ядра, приводящее к изменению режима вращения Земли. Считается [10], что течения в ядре в сочетании с вращением сфероидальной и высокой проводимостью материала формируют структуру нормального магнитного поля Земли, которое в первом приближении может быть аппроксимировано полем диполя, ориентированного по оси вращения, проходящей через центр масс. Но исследования вариаций нормального поля за последние 50 лет показали, что параметры диполя демонстрируют пространственное смещение положения его центра во времени на север от экватора относительно центра масс [14]. Это говорит о трансформации формирующей магнитное поле структуры течений материала жидкого ядра, средняя плотность которого выше плотности низов мантии почти на 50%. Изменения положения этих доминирующих в теле Земли масс, способствующие изменению характеристик момента инерции относительно текущей оси вращения, должны приводить к изменению режима вращения Земли. Кроме того, существуют расчёты [15], указывающие на смещение твёрдого ядра внутри жидкого. Если твёрдое ядро со средней плотностью, на 15% превосходящей плотность внешнего ядра, подвержено смещению, это также должно приводить к изменению режима вращения Земли, которым, в частности, является смещение положения оси вращения внутри тела сфероидальной. Подтверждением этого факта служат данные International Earth Rotation and Reference Systems Service [16] за последние 100 лет, анализ которых указывает на смещение полюса вращения на юг вдоль 70° з.д. со скоростью около 10 см/год. Указанные значения имеют тот же порядок, что и геодинамические скорости, полученные по геологическим данным и данным анализа аномального магнитного поля спрединговых областей океана. Это подтверждает предположение о согласованности скоростей протекания геодинамических процессов одного масштаба в теле Земли.

Рассмотрим, какими могут быть последствия изменения положения оси вращения. Допустим, что тело вращения является не твёрдым, а расслоенным с блоковым строением и со способностью перемещения одних слоёв и блоков относительно других. В этом случае подвижные массы (блоки и слои), расположенные на поверхности сфероидальной (литосфера) и имеющие в подошве менее вязкий слой (астено-сфера), будут стремиться к положению, при котором подвижные массы адаптируются к новому режиму вращения. Цель адаптации — диагональный вид тензора инерции [17]. Иначе говоря, подвижные массы на поверхности Земли должны сконцентрироваться ближе к экватору и быть более или менее равномерно распределены вдоль его окружности. При этом траектории перехода масс на поверхности в соответствии с новым положением оси вращения, определяемым более крупными массами ядра, могут быть разными. Подтверждением этого предположения является начавшееся в конце триаса и начале юры одновременное схлопывание субширотного палеоокеана Тетис и раскрытие субмеридионального северного сегмента Атлантики. Перемещения плит указывают на тенденцию к смещению литосферных масс к экватору с одновременным трендом на их более равномерное распределение по его периметру, о чём свидетельствует образование субмеридионального океана.

Условия адаптации подвижных масс к новому режиму вращения позволяют осуществить теоретический расчёт направления их смещения. Такой расчёт был выполнен в работе [18]. Наблюдается принципиальное совпадение логики рассчитанного движения литосферных масс с данными GPS для Северной и Южной Америки, Восточной и Северо-Восточной Евразии и части Океании. Различия присутствуют, но совпадение главных компонентов движения является удовлетворительным. Наблюдаются сильные различия результатов расчётов с данными GPS в области, которая совпадает с контуром Африканского суперплюма по подошве мантии.

Таким образом, связь между инверсиями магнитного поля и фазами тектонической активизации непрямая. Оба явления могут быть следствиями переменной пространственной структуры течений материала с большой плотностью и проводимостью во внешнем жидком ядре, приводящей, с одной стороны, к инверсии магнитного поля и, с другой стороны, к изменению режима вращения при перераспределении больших внутренних масс и адаптации к нему литосферы.

Исследование выполнено в рамках гранта Российского научного фонда (проект № 17-17-01073).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Stille H.* Grundfragen der vergleichenden Tektonik. Berlin: Verlag von Gebrüder Borntraeger, 1924.

2. *Гогель Ж.* Основы тектоники. М.: Мир, 1969.
3. *Шатский Н.С.* О длительности складкообразования и о фазах складчатости // Известия АН СССР. Серия геологическая. 1951. № 1. С. 15–53.
4. *Хаин В.Е.* Направленность, цикличность и неравномерность развития земной коры // Строение и развитие земной коры. М.: Наука, 1964.
5. *Хаин В.Е.* Тектоника континентов и океанов. М.: Научный мир, 2001.
6. *Хаин В.Е., Сеславинский К.Б.* Глобальные изменения эндогенной активности Земли в мезозое и кайнозое // Вестник Московского ун-та. Серия “Геология”. 1992. № 4. С. 3–25.
7. *Ломизе М.Г.* О корреляции главных проявлений тектогенеза в мезозое и кайнозое // Доклады АН СССР. 1986. № 4. С. 929–931.
8. *Трифонов В.Г.* Неотектоника Евразии. М.: Научный мир, 1999.
9. *Трифонов В.Г.* Коллизия и горообразование // Геотектоника. 2016. № 1. С. 1–23.
10. *Куражковский А.Ю., Куражковская Н.А., Клайн Б.И., Брагин В.Ю.* Геомагнитное поле в геологическом прошлом (за последние 400 млн. лет) // Геология и геофизика. 2010. № 4. С. 486–495.
11. www.stratigraphy.org
12. *Зельдович Я.Б., Рузмайкин А.А.* Гидромагнитное динамо как источник планетарного, солнечного и галактического магнетизма // Успехи физических наук. 1987. № 2. С. 263–284.
13. *Trifonov V.G., Sokolov S.Yu.* Toward Postplate Tectonics // Herald of the Russian Academy of Sciences. 2015. № 4. P. 331–341; *Трифонов В.Г., Соколов С.Ю.* На пути к постплейт-тектонике // Вестник РАН. 2015. № 7. С. 605–615.
14. *Ладынин А.В., Попова А.А.* Оптимизационный подбор параметров эксцентричного диполя путём сравнения модельных полей с магнитным полем Земли // Геология и геофизика. 2009. № 3. С. 266–278.
15. *Авсюк Ю.Н., Суворова И.И.* Процесс изменения широт и его связь с вынужденными перемещениями внутреннего твёрдого ядра // Физика Земли. 2006. № 7. С. 66–75.
16. IERS (International Earth Rotation and Reference Systems Service) Annual report 2006 / Ed. W.R. Dick and B. Richter. Frankfurt, 2008.
17. *Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М.* Механика // Теоретическая физика. Т. I. М.: Наука, 1988.
18. *Соколов С.Ю.* Новый механизм горизонтального движения тектонически активных масс земной коры и литосферы // Общие и региональные проблемы тектоники и геодинамики. Материалы XLI Тектонического совещания. Т. 2. М.: ГЕОС, 2008.

КОНСТИТУЦИОННАЯ МОДЕРНИЗАЦИЯ В СТРАНАХ СНГ: НОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ

© 2018 г. Т.Я. Хабриева

Институт законодательства и сравнительного правоведения при Правительстве РФ, Москва, Россия

e-mail: tkhabrieva@presidium.ras.ru

Поступила в редакцию 01.08.2017

В статье дан анализ новых тенденций, проявившихся как результат наиболее значимых изменений конституций стран СНГ и ряда других государств бывшего СССР. Конституционная модель, сложившаяся в евразийских государствах данного региона, носит переходный, незавершённый и гибридный характер, что предопределяет необходимость дальнейшей модернизации (новеллизации) конституций. При этом общие черты начального периода независимого развития в этой группе стран существенно трансформируются, возникают разнонаправленные векторы конституционного обновления с учётом особенностей эволюции политических и правовых систем различных государств. Выводы автора затрагивают регламентацию основ конституционного строя, формы государства и прав человека — главных объектов конституционно-правового регулирования в любом государстве и важнейших объектов конституционной реформы при обновлении конституций. Научное исследование тенденций развития конституционного развития постсоветских стран Евразии, представляющее значительный интерес для политических наук, вносит вклад в разработку теории постсоциалистического государства и его конституции.

Ключевые слова: постсоциалистическое государство, конституционная модернизация, президент, институт президентства, формы и субформы правления, регламентация прав человека.

DOI: 10.7868/S086958731801005X

Распад Советского Союза сопровождался принятием в бывших союзных республиках конституций новых независимых государств, которые отражали смену вектора общественного развития. Конституционная постсоциалистическая (постсоветская) модель, сложившаяся в этих странах в 1990-х годах, носила переходный, незавершённый характер, объединяла растущее новое и уходящее, преодолеваемое старое [1, с. 52]. Общие черты этой конституционной модели в известной мере предопределялись также тем, что вновь сформированное

пространство СНГ было изначально призвано сохранять историческую общность народов, проживающих на данной территории, что закреплено в Уставе СНГ (п. 2), утверждённом решением Совета глав государств СНГ от 22 января 1993 г.

Поскольку принятие конституций постсоциалистических государств имело в большей степени революционный, нежели эволюционный характер, это предполагало необходимость последующей их адаптации к новой экономической и политической реальности в течение значительного времени. По мнению экспертов Европейской комиссии за демократию через право (Венецианская комиссия Совета Европы), происходящие общественные преобразования потребуют конституционного регулирования в течение многих лет. Они «должны осуществляться политическими средствами в рамках демократических процедур внесения поправок, а не путём судебного толкования или другими, более неформальными способами» [2, § 198].

Первый период масштабной конституционной модернизации в зарубежных постсоветских республиках продолжался с 2004 по 2010 г., второй



ХАБРИЕВА Талия Ярулловна — академик РАН, вице-президент РАН, директор ИЗИСП при Правительстве РФ.

период активного реформирования конституций охватил 2014–2017 гг. В настоящее время осуществляется очередная модификация конституций стран СНГ – Азербайджана, Армении, Казахстана, Киргизии, Таджикистана, Туркмении и Узбекистана. Заметные изменения вносятся в конституции других государств бывшего СССР – Грузии и Украины (в 2017–2018 гг. здесь планируют очередные поправки). Сходные процессы происходят сегодня и в большинстве стран евразийской правовой группы, включая Турцию. Значительная часть конституционных поправок в этих странах стала объектом рассмотрения Венецианской комиссии, экспертом которой от Российской Федерации выступает автор настоящей статьи.

Основные направления изменения конституций, принятых в 1990-х годах в бывших советских республиках, чаще всего касаются четырёх блоков конституционных положений, которые обычно служат и содержательными разделами конституций. Первый блок включает взаимоотношения законодательной и исполнительной власти, которые в той или иной мере затрагивают prerogatives главы государства и его роль в конституционной системе. Второй блок относится к правам и свободам человека и гражданина. Третий – к судебной власти. Здесь изменения обычно направлены на модификацию системы правосудия, включая принципы формирования судебных органов. Достаточно часто в этот блок изменений включают и регламентацию роли и полномочий органа конституционного контроля. Четвёртый блок затрагивает прокуратуру и её функции. При этом конституционные изменения в группе постсоветских стран имеют неодинаковую глубину и разный масштаб – от узконаправленной модернизации, частичной реформы до полного пересмотра конституции.

Как правило, большинство изменений относятся к конституционной модернизации (новеллизации), которая характеризуется частичным обновлением норм для придания им большей системности в неизменных рамках существующего строя. Очевидно, что о конституционной реформе можно говорить применительно к фундаментальным изменениям основ общественного и государственного строя; о прочих сущностных изменениях можно судить только после содержательного анализа вносимых новелл, поскольку осуществление реформы выходит далеко за пределы чисто процедурных вопросов и задач юридической техники. Между тем при наличии определённых критериев и признаков можно считать, что принципиальные преобразования в организации публичной власти, существенное переустройство государственных органов также носят реформаторский характер [1, с. 95–111].

Наиболее очевидной частью конституционных изменений последнего десятилетия на постсоветском пространстве стало определённое перераспределение властных полномочий и компетенции высших государственных органов, что в ряде случаев повлекло за собой существенные изменения в форме (системе) организации государственной власти.

Изначально большинство конституций на постсоветском пространстве имело много признаков сходства, особенно если они относились к одному региону (например, центральноазиатские государства). Однако в дальнейшем вектор модернизации той или иной разновидности республиканской формы правления получил различное (а нередко и противоположное) направление. В некоторых странах (Армения, Казахстан) эти процессы носили достаточно последовательный характер, в других (Киргизия, Украина) – противоречивый, порой возвратно-поступательный.

Следует заметить, что вопрос о формах правления и их эволюции в современных постсоциалистических государствах (особенно на постсоветском пространстве) теоретически весьма сложный и дискуссионный. Исследователи отмечают распространение общей тенденции формирования многочисленных вариантов смешанных форм правления, в частности, президентско-парламентских и парламентско-президентских республик, равно как и разновидностей “суперпрезидентских” республик, которые в зависимости от страны отличаются нюансами [3, с. 133]. Ещё во время разработки Конституции Российской Федерации в 1993 г. сложилось понимание, что классические формы правления в чистом виде встречаются всё реже: «В современных условиях прежние градации, сложившиеся в XIX в., изменяются, происходит взаимное восприятие, переплетение элементов различных форм, возникают смешанные и “гибридные” формы правления» [4, с. 109].

Как известно, большинство стран постсоветского пространства в 1990-х годах избрали в качестве формы правления тот или иной вариант “смешанной” (полупрезидентской) республики, где “ведущая роль в государственной власти принадлежит, по существу, непререкаемому лидеру страны, занимающему должность президента” [5, с. 14]. Одной из специфических черт этих республик, которые отличают их от президентского режима, обычно считается “система двойного контроля” – ответственность правительства как перед президентом, так и перед парламентом. В наиболее популярном варианте полупрезидентской республики президент формально не является главой исполнительной власти, а правительство имеет собственный конституционно-правовой статус и назначается, как правило, главой государства [6, с. 101, 102].

Первые конституции ряда стран прямо предусматривали статус президента и как главы исполнительной ветви власти, тем самым конструировались “особая форма” президентства и достаточно своеобразные конституционные системы.

Одна из главных черт президентских и полупрезидентских республик переходного периода — предоставление президенту компетенции в областях, которые требуют экстренной мобилизации общества в условиях нестабильности. В этих обстоятельствах президент принимает меры по охране суверенитета, безопасности и территориальной целостности, становится верховным главнокомандующим вооружёнными силами, вводит чрезвычайное и военное положение, принимает решение о применении войск, обеспечивает согласованное функционирование всех ветвей государственной власти, осуществляет функции “политического арбитража”, включая реализацию права роспуска парламента. Практика постсоциалистических государств показывает, что президенты понимают право арбитража настолько широко, насколько это позволяет соотношение политических сил [7].

Отсутствие конституционных традиций, сильного парламента, развитой политической, партийной культуры и в целом развитого гражданского общества неизбежно приводит к тому, что ряд постсоциалистических государств проходит этап суперпрезидентства, когда президент, по сути, служит единственным олицетворением власти и условием стабильности в обществе. Хуан Карлос Монтеро Багателла применительно к схожим процессам на латиноамериканском континенте замечает, что в данном случае проблема заключается не в президенте, институте президентства и институциональной модели, а объясняется более глубокими факторами, в том числе вызванными поведением различных участников политического процесса [8]. Таким образом, реальные полномочия президента зависят от состояния государства и общества в целом, включая функциональные и идеологические аспекты политической системы, что в конституционной сфере выражается, кроме прочего, в соотношении формальной и реальной конституции. “Консервативный авторитаризм”, проявляющий себя во многих постсоветских государствах, был предопределён множеством внутривнутриполитических (и не только) факторов. Эта взаимосвязь, впрочем, известна ещё со времён фундаментального труда Ш.-Л. Монтескье “О духе законов”.

В отличие от системы государственного управления в Советском Союзе, все постсоветские конституции строились на принципе разделения властей. Однако реальный эффект разделения властей возможен только при наличии оптимального баланса, который наиболее сложно достигается

в республиках со смешанными, гибридными формами правления. В каждой стране он также уникален, создан или сложился в соответствии с социально-политическими реалиями. Иногда “для управляемости государством важно не только и, может быть, не столько разделение властей и система взаимных сдержек и противовесов... сколько установление необходимых взаимосвязей, взаимодействия, взаимосогласованности в работе высших органов государства” [4, с. 110, 111]. При этом нельзя не упомянуть, что в современной доктрине и практике сама теория разделения властей, как она была сформулирована в период буржуазных революций XVII—XVIII вв., подвергается значительным модификациям, в том числе на уровне конституционного регулирования. Её реализация зачастую происходит иначе, чем это предусматривалось в первоначальном варианте [9].

Изменения, усиливающие роль исполнительной власти в системе сдержек, не всегда приводят к тому, что власть становится более эффективной и действенной. Причина также может быть скрыта или обусловлена личными мотивами, что делает изменения менее легитимными [2, § 142]. Многие конституционные модификации в рассматриваемой группе стран были продиктованы интересами лидера или его ближнего круга, отражали устремления узкой этнической или социальной группы. Патрик О’Нил замечал, что “сильная президентская власть и общество, имеющее клановую структуру, могут дополнять и усиливать друг друга” [10, р. 212]. Так или иначе, все упомянутые факторы могут привносить в форму государства значительное своеобразие.

Этот феномен не может не отражаться и на научных оценках. Как полагает профессор А.Ш. Арутюнян, система, установленная большинством постсоветских конституций, вкратце может быть определена как сверхпрезидентство [7, с. 6]. По мнению А.В. Нечкина, который специально анализировал формы правления в странах СНГ, невозможно объективно классифицировать эти государства по традиционным субформам республиканской формы правления (президентская, парламентская, полупрезидентская). Необходима классификация одновременно по форме правления и по форме организации исполнительной власти. В рамках дуалистической системы организации исполнительной власти, при наличии в этих странах правительства с самостоятельным конституционно-правовым статусом можно выделить пять отдельных субформ: дуалистическая комбинированная с приоритетом главы государства (Беларусь, Россия, Казахстан); дуалистическая комбинированная, где правительство должно пользоваться в равной степени поддержкой как большинства в парламенте, так и президента (Украина до 2014 г.);

дуалистическая комбинированная с приоритетом парламента (Узбекистан, Киргизия, Украина после 2014 г.); дуалистическая с приоритетом главы государства (Азербайджан, Таджикистан, Туркмения); дуалистическая с приоритетом парламента (Армения, Молдавия). При этом по факту приоритет главы государства может иметь нюансы и быть абсолютным, так что правительство на практике будет нести политическую ответственность только перед ним [11].

Не углубляясь в детальный анализ форм (и субформ) правления во всех постсоветских государствах, включая прежде всего страны СНГ, можно по результатам оценки тенденций конституционной модернизации выделить следующие группы стран в зависимости от изменений форм организации власти:

- страны, в которых конституционная эволюция происходила в направлении формирования парламентских (парламентско-президентских) моделей (Армения после 2005 г., Грузия после 2010 г., Киргизия после 2010 г., Украина в 2004–2010 гг.);

- страны, где происходило усиление президентских начал и роли главы государства в системе власти (Азербайджан, Беларусь, Грузия до 2010 г., Киргизия до 2010 г., Таджикистан, Туркмения — особенно до 2006 г., Украина в 2010–2014 гг.). Иногда усиление внешне было малозаметным (корректирующие поправки), поскольку конституции, как отмечалось, изначально наделили президентов этих государств очень широкими полномочиями;

- страны с различной формой правления, в которых прежняя конституционная система практически не менялась либо оценить её динамику в XXI в. пока достаточно сложно (Молдавия, прибалтийские республики — члены ЕС, а также, вероятно, Узбекистан и Казахстан¹). Вместе с тем здесь может периодически происходить та или иная оптимизация системы власти, прежде всего за счёт перераспределения отдельных полномочий между органами государства, а также в результате внесения изменений в формы парламентского и конституционного контроля. Этот процесс в наибольшей степени характерен для Республики Казахстан.

¹ Однократная смена формы правления в Казахстане с парламентской на президентскую произошла в короткий период с 25 апреля по 20 ноября 1990 г. в связи с принятием Закона “О совершенствовании структуры государственной власти и управления в Казахской ССР и внесении изменений и дополнений в Конституцию (Основной закон) Казахской ССР”. Первая Конституция РК была принята в 1993 г., вторая — на всенародном референдуме 1995 г., после чего дальнейшее конституционное развитие приобрело поступательный характер. В Узбекистане серией поправок 2003–2014 гг. (особенно 2007 г.) президентская республика была трансформирована в полупрезидентскую.

Как известно, предпосылкой для формирования устойчивой системы парламентской демократии служит становление развитого гражданского общества, партийной системы и политической культуры. В связи с этим группу постсоветских государств, которую объединяет движение в сторону парламентско-президентских форм правления, отличает затяжное и постепенное конституционное реформирование. Оно сопровождается периодическими существенными изменениями Основного закона, вносимыми по результатам референдумов. Наименьшей модификации подверглись конституции Молдавии, Латвии, Эстонии, в которых сразу были установлены контуры парламентской или парламентско-президентской республики. Вместе с тем, по мнению многих, Конституция Молдавии изначально не содержала достаточно проработанного распределения компетенции между ветвями власти. В июне 2017 г. президент Молдавии предложил внести в неё изменения. Армения после 2005 г. и Грузия после 2010 г. делают более или менее последовательные шаги в сторону укрепления начал классического парламентаризма.

Конституционные изменения в Кыргызстане были более противоречивыми и драматичными. В научной литературе отмечалось, что “становление парламентаризма в Кыргызстане происходило достаточно неоднозначно”, характерной чертой этого процесса была “не последовательная эволюционность, а скачкообразность” [12, с. 46]. Значительные поправки в Конституцию Кыргызской Республики 1993 г. вносили в 1996, 2003 и 2007 гг., однако после второго смещения президента в 2010 г. (первое произошло в 2005 г.) в Киргизии вынужденно и срочно приняли новый Основной закон. Оценивая формы и методы конституционной модернизации, государствоведы указывали, что “постоянное противоборство законодательной и исполнительной властей (президента), вывод оппозицией людей на улицы приводили к частым изменениям Конституции, причём такие изменения в большинстве случаев проводились путём референдума, в обход требований по внесению изменений, содержащихся в самой Конституции” [5, с. 9].

До принятия ныне действующей Конституции Кыргызской Республики 2010 г. поправки в основном усиливали власть президента, предоставляя ему, по выражению Венецианской комиссии, “все полномочия, которые только можно найти в европейском, латиноамериканском или российском конституционном праве” [13, § 27]. Конституция 2010 г. взяла курс на ограничение президентских полномочий. Основным законом вводил существенные изменения в систему высшего государственного управления. Прежде всего важнейшим ограничением компетенции президента стало лишение

его полномочий самостоятельно определять внешнюю политику при сохранении права представлять страну за её пределами. Ведение переговоров, подписание международных договоров и назначение глав дипломатических представительств отныне осуществлялось только по согласованию с главой правительства (премьер-министром).

В области законодательного процесса президент перестал быть субъектом законодательной инициативы, утратил право приостанавливать действие актов исполнительной власти, а также объявлять референдум по собственной инициативе. Кроме того, было введено положение, ограничивающее срок полномочий президента шестью годами без права повторного переизбрания. Президент теперь назначал генерального прокурора лишь с согласия или по инициативе одной трети депутатов парламента; полномочия по назначению главы Национального банка перешли к парламенту; президент утратил право назначать руководителей административных департаментов, глав местных государственных администраций, государственно-го секретаря, формировать государственные органы, непосредственно подчинённые и подотчётные ему. Президент лишился права определять условия оплаты труда государственных и муниципальных служащих, поскольку данное полномочие посчитали более характерным для правительства.

Конституция Кыргызской Республики 2010 г. содержала запрет на занятие одной партией более 65 депутатских мандатов из 120, что было направлено на предотвращение доминирования одной партии в парламенте. Помимо указанных изменений, число депутатов увеличивалось с 90 до 120, что способствовало более широкому представительству в парламенте различных слоёв населения. Была устранена возможность исключения депутатов из партии, однако сохранено ограничительное положение об их обязательном участии в составе парламентских фракций. Как указывала Венецианская комиссия, “в парламентах постсоветских стран злоупотребление положениями об иммунитете стало широко распространённым явлением постольку, поскольку статус депутата парламента мог стать привлекательным для лиц, которые хотели избежать уголовного преследования” [2, § 43]. Поэтому установление для депутатов минимального возможного иммунитета также стало положительным нововведением Конституции. Интересна и новация о гарантиях, предоставляемых парламентскому меньшинству: отныне они председательствуют в комитетах по вопросам бюджета и по вопросам правопорядка.

По оценке Венецианской комиссии Совета Европы, “вновь созданная система являлась очевидно парламентской” [2, § 46]. Правда, некоторые

исследователи характеризуют её как смешанную, парламентско-президентскую, считая, что не следует принижать роль президента Киргизии в государственном механизме [14, с. 452].

В 2016 г. были приняты поправки к Конституции Кыргызской Республики 2010 г. с целью повышения “устойчивости исполнительной власти правительства”. Международные эксперты расценили их как имеющие недостаточно последовательный и неоднозначный характер, что может отрицательно сказаться на сбалансированности системы сдержек. Новый вариант Конституции обозначил для президента явный противовес в лице премьер-министра и подконтрольного ему правительства. Кроме того, на фоне ослабления полномочий парламента при решении вопроса о доверии правительству усиливались полномочия премьера по формированию этого органа власти. Так, премьер-министр, который не несёт персональной ответственности за деятельность правительства, может (если президент не сделает это по его представлению) освободить от должности любого министра, кроме министров обороны и безопасности.

Поправки наделили правительство дополнительными функциями во взаимоотношениях с парламентом и президентом. Проекты законов, предусматривающие увеличение расходов, покрываемых за счёт государственного бюджета, могут быть приняты только после определения правительством источника финансирования. Однако предлагавшиеся конституционные изменения шли ещё дальше, и в соответствии с ними проекты законов могли быть приняты парламентом “лишь с согласия правительства”. Но это нововведение сняли на стадии рассмотрения проекта. Также не получили поддержки проекты поправок с установлением отдельных полномочий правительства республики на стадии принятия и обнародования бюджета. В то же время в Конституцию включено весьма оригинальное положение о том, что законы о бюджете и налогах подлежат обязательному подписанию президентом, за исключением случаев обращения премьер-министра об их возвращении без подписания (поправка в ч. 2 ст. 81 Конституции вступила в силу с 1 декабря 2017 г.).

Значительными колебаниями отличалась конституционная эволюция Украины. Первая Конституция Украины 1996 г. установила в стране полупрезидентскую республику с сильной президентской властью, которую ещё усилили поправки 2000 г. Конституционная реформа 2004 г. изменила форму правления на парламентско-президентскую, значительно ограничив роль президента в формировании и работе правительства, назначении ряда высших должностных лиц. Однако незавершённый характер конституционных изменений 2004 г., по

оценкам некоторых украинских правоведов, “стал не столько шагом к совершенствованию политико-правовой системы, сколько средством удержания части властных полномочий отдельными политическими элитами...” [15, с. 41]. По выражению Ю.С. Шемшученко, в стране утвердился “парламентский авторитаризм”, “административная партократия” [16, с. 70].

В 2010 г. Конституционный суд Украины прекратил действие Конституции в редакции 2004 г., что было расценено Венецианской комиссией “как явно необычный факт для европейского конституционного права” [17, § 35]. В 2014 г. действие Конституции в редакции 2004 г. формально восстановили, однако принимаемая серия поправок 2016–2017 гг., по мнению экспертов, содержит потенциал усиления президентской власти (особенно в силовом блоке).

Таким образом, по оценкам специалистов, Конституция Украины “не получила устойчивой конституционной практики, критериев собственной эффективности и совершенства” [18, с. 37]. Некоторые исследователи отмечают также формальные, технико-юридические недостатки Основного закона 1996 г. Одно из противоречий, заложенных в закон, по мнению Р. Людвиговски, заключается в следующем: “С одной стороны, создатели проекта Конституции намеревались сообщить ей некоторую жёсткость... а с другой стороны, детализированный характер проекта, который содержит специальное регулирование по многим вопросам, может побудить к частому принятию поправок” [19, р. 180].

В Грузии проект ещё не принятых поправок 2017 г. предусматривает в качестве очередных мер дополнительное изъятие из полномочий президента вопросов обороны и безопасности (кроме случая войны), международных отношений. Рассматривается также возможность изменения системы прямых выборов президента народом.

Целенаправленно в 2005–2015 гг. проводилась конституционная реформа в Армении (основной доклад по проекту реформ в этой стране на сессии Венецианской комиссии представила автор настоящей статьи). В официальных документах конституционные изменения не обозначались как “реформа”, хотя авторы концепции и последующих текстов проекта признавали, что речь идёт практически о новой редакции Основного закона. Инициатива изменения Конституции Армении возникла после в 2001 г., когда страна вступила в Совет Европы и взяла на себя обязательства уравновесить и перераспределить полномочия различных ветвей власти в рамках “европейских демократических форм”.

По результатам референдума, проведённого в 2005 г., Армения от полупрезидентской республики начала плавное движение в сторону парламентской. В 2014–2015 гг. был успешно реализован последний этап изменений, направленных на рационализацию уже сложившейся конституционной модели. Как указывает Т.С. Торосян, “конституционные изменения в Армении в 2015 г. продолжают логическую тенденцию постепенного перехода от президентской формы правления к парламентской модели посредством конституционных изменений, происходящих через каждые 10 лет” [20, с. 40]. При этом реформа затронула все главы и разделы национальной Конституции, в том числе основы конституционного строя, права и свободы человека и гражданина, деятельность органов государственной власти. В результате удалось осуществить очередное перераспределение полномочий высших органов государственной власти. Теперь президента страны избирают Национальным собранием сроком на семь лет без права повторного избрания. Он отделён от исполнительной власти и имеет достаточно узкие полномочия, в основном представительские. Большинство полномочий реализуется президентом по инициативе правительства, что усиливает в системе органов государственной власти индивидуальную роль главы правительства, кандидатура которого выдвигается парламентским большинством. Президент утверждает её лишь формально.

По итогам очередной реформы прошёл референдум, на котором за парламентскую республику проголосовало 66,2% избирателей. Конституция Армении в новой редакции достаточно объёмна (220 статей) и весьма детализирована, особенно по вопросам внутренней организации и функционирования парламента.

Модификация Конституции Армении – пример особого вида конституционных изменений, внесение которых выступает как продолжительный, единый и многосторонний политико-правовой процесс, сопровождающийся чёткой целевой установкой и имеющий последствия для всей системы общественных отношений. В результате конституционную эволюцию в Армении эксперты справедливо рассматривают как процесс, обладающий всеми признаками полномасштабной конституционной реформы. Она рассчитана на долгосрочный период, поскольку её практическая реализация – это самостоятельный и длительный этап.

Конституционные изменения в странах, где наблюдался процесс усиления президентской власти (или роста полномочий главы государства), в основном демонстрируют характер “модернизации *ad hoc*”, производимой точно и одномоментно. Выбор президентской (или полупрезидентской)

формы правления, по мнению Венецианской комиссии, сам по себе не может быть объектом критики до тех пор, пока соблюдается принцип разделения властей, который выражается в предоставлении парламенту сильной позиции в области законодательной деятельности и контроля за властью исполнительной [21, § 42]. Кроме того, в отношении данной формы правления необходимо достичь широкого общественного консенсуса [22, § 67]. Тем не менее президентские и полупрезидентские модели требуют более жёсткого и точного разграничения исполнительной и законодательной властей [2, § 36].

Модификация конституций в постсоветских странах осуществлялась по итогам всенародного голосования. Так, в 1996 г. поправками к Конституции Республики Беларусь произошло перераспределение ряда полномочий в пользу президента. Определённые дополнительные полномочия были предоставлены поправками 2016 г. и президенту Туркмении (назначение некоторых должностных лиц, введение военного положения). При этом смещение баланса власти в пользу президента и повышение его фактической роли не всегда сопровождались формальным конституционным правотворчеством или очевидным перераспределением в его пользу каких-то новых функций. Формальные изменения конституции здесь обычно не кажутся реформаторскими, хотя нередко снижают эффективность гарантий, направленных на предотвращение персонализации власти. Так, в 2004 г. из Конституции Республики Беларусь изъяли положение, которое ограничивало избрание президента двумя сроками подряд; аналогичное изменение в Конституцию внесли в 2009 г. и в Азербайджане. В Таджикистане поправками 2016 г. президенту и лидеру нации также разрешено переизбираться неограниченное количество раз. В Туркмении снят верхний предел возраста кандидата в президенты. Так или иначе, но баланс в системе разделения властей здесь чаще изменяется не за счёт реформы «бумажной» Конституции, а за счёт эволюции фактической Конституции.

Наиболее масштабные изменения среди стран данной группы внесены недавно в Конституцию Азербайджанской Республики. 26 сентября 2016 г. здесь состоялся референдум, по результатам которого приняты поправки, затронувшие 29 статей Конституции страны. Центральным элементом изменений стало усиление полномочий президента. Президент Азербайджана в соответствии с конституционными поправками наделяется правом назначать досрочные президентские выборы, а также широкими полномочиями по роспуску парламента, при том что принятие парламентом вотума недоверия носит лишь рекомендательный характер. Окончательное решение принимает президент.

Элемент усиления исполнительной власти в Азербайджане — учреждение должности вице-президентов, число которых не уточняется. Наиболее широким кругом полномочий обладает первый вице-президент, он должен заменить главу Азербайджана, если тот потеряет возможность исполнять свои обязанности.

В группе стран с наибольшей конституционной стабильностью, где действующая Конституция 1995 г. не подвергалась значительной реформаторской корректировке, выделяется Республика Казахстан. При этом с момента её принятия здесь осуществляется планомерная и непрерывная новеллизация Основного закона, в который неоднократно (в 1998, 2007, 2011 и 2017 гг.) вносили поправки. По мнению некоторых исследователей, конституционное развитие Казахстана сопровождается «применением различных средств конституционной модернизации», что в совокупности обеспечивает «поступательное динамичное становление и упрочнение конституционализма» [23, с. 39]. Казахстан выбрал эволюционную модель, которая заключается в постепенной и точечной децентрализации и децентрализации государственной власти при сохранении сильной фигуры президента как гаранта единства многонационального общества.

Общая динамика конституционных преобразований направлена на повышение эффективности взаимодействия всех ветвей власти, включая парламент, а также развитие партийной системы, которая находится в процессе становления. Ряд нововведений продолжает линию на утверждение в Казахстане общества «межнационального согласия».

Передача ряда полномочий президента правительству и парламенту не означает переход к парламентской форме правления, поскольку в соответствии с п. 1 ст. 2 Конституции «Республика Казахстан является унитарным государством с президентской формой правления». Главная идея нововведений, по замыслу авторов, состоит в том, чтобы сделать три ключевых института республики — президента, парламента и правительства — достаточно эффективными в реализации властных полномочий.

По мнению Венецианской комиссии Совета Европы, конституционная модернизация 2017 г. в Казахстане не приводит к изменению существа конституционной системы, это — логичное продолжение реформ 1998 и 2007 гг. [24, § 17]. Президент остаётся главой государства, определяет основные направления внутренней и внешней политики, представляет страну на международном уровне, осуществляет охрану Конституции, защиту прав и свобод человека и гражданина, а также сохраняет ключевые полномочия в области безопасности и обороны. Он также может назначать членов

правительства по представлению премьер-министра после консультации с парламентом. При этом отстранение членов правительства и назначение министров иностранных дел, обороны, внутренних дел и юстиции — абсолютная прерогатива президента.

Постепенная трансформация Конституции Республики Казахстан даёт основание предположить, что в этом государстве стремятся достичь большей сбалансированности в системе разделения властей, в том числе за счёт:

- лишения президента права издавать указы, имеющие силу закона, и полномочий по отмене и приостановке актов правительства и премьер-министра;
- передачи ряда организационно-правовых полномочий главы государства в ведение правительства;
- ограничения права президента назначать центральные исполнительные органы помимо правительства, а местные органы — единолично по своему усмотрению. Так, местные маслихаты будут формироваться после консультаций с премьер-министром и председателями палат парламента;
- введения отчётности премьер-министра не только перед президентом, но и перед нижней палатой парламента и введения правила, согласно которому после избрания нового состава нижней палаты правительство автоматически уходит в отставку.

Полномочия по определению порядка и размеров финансирования государственных органов и заработной платы государственных служащих также перешли в ведение правительства. Вместе с тем президент Казахстана после реформ сохраняет право определять приоритетность рассмотрения проектов законов, что означает принятие соответствующих законопроектов в первоочередном порядке в течение двух месяцев. Право объявлять законопроект срочным закреплено в иных конституциях на постсоветском пространстве, например, в Конституции Республики Беларусь.

Некоторые авторы уже обращали внимание на порядок прохождения и принятия законопроектов, который заложен в ст. 61 Конституции Республики Казахстан [25]. Право законодательной инициативы принадлежит президенту Республики, депутатам парламента и правительству. Однако именно правительство разрабатывает планы законопроектных работ, при этом участие депутатов парламента в данной деятельности исключается. Согласно п. 6 ст. 61 Конституции Республики Казахстан, проекты законов, предусматривающие сокращение государственных доходов или увеличение государственных расходов, могут быть внесены лишь при наличии положительного заключения правительства. Таким образом, законодательная инициатива *de facto*

находится под контролем исполнительной власти, которая определяет содержание законопроектов. И это даёт основание говорить о том, что “фактически в парламенте идёт процесс лишь юридического оформления всех намерений правительства” [26, с. 208]. Однако данное явление характерно не только для постсоциалистических государств, оно весьма типично и для стран “старой” демократии.

Важную роль в парламентских и полупрезидентских республиках играет конституционная регламентация парламентской ответственности правительства. Для придания правительству большей устойчивости в ряде стран вводятся новые ограничительные условия для выражения парламентом вотума недоверия правительству.

В 2017 г. при выдвижении вотума недоверия члену правительства в Казахстане установлен принцип квалифицированного большинства в две трети голосов. Нововведение пересматривает редакцию 2007 г., в соответствии с которой для выражения парламентом вотума недоверия правительству достаточно простого большинства голосов депутатов. Это значительно понижает шансы парламентского меньшинства добиться отставки министра или правительства, в то время как при наличии фракции парламентского большинства данный барьер не будет представлять существенного ограничения. Заметим, что в Киргизии конституционные новеллы 2016 г. также установили планку в две трети голосов для выдвижения вотума недоверия правительству. В парламентской Республике Армения это число составляет одну треть.

Поскольку в результате поправок 2017 г. в Казахстане усиливается система двойной отчётности правительства перед президентом и парламентом (ранее перед парламентом — только в установленных Основным законом случаях), можно говорить об эволюции модели в сторону полупрезидентской республики, несмотря на конституционное определение её формы как “президентской республики”. Правда, многие авторы подчёркивают “особый характер” президентской республики в Казахстане, как она закреплена в Конституции, иногда применяя для её характеристики термин “суперпрезидентская” [11].

Почти во всех названных странах современные поправки внесли изменения в конституционную регламентацию прав человека. В наибольшей степени это коснулось Конституции Республики Армения. Формулировки в отношении основных прав и свобод человека и гражданина здесь приведены в соответствие с Европейской конвенцией по правам человека, позициями Европейского суда по правам человека и даже с Хартией основных прав Европейского союза (например, право на справедливое судебное разбирательство, право на жизнь,

на физическую и психическую неприкосновенность, на создание партии и вступление в партию, на надлежащее управление, применение института прав и свобод в отношении юридических лиц). При этом в Конституции сохранились и расширились некоторые гарантии, характерные для национальных правовых систем постсоветских стран (например, гарантия права на образование). Конституция также гарантирует применение международных стандартов в том случае, если они выше национальных. В отдельную главу выделены права, которые прямо не пользуются судебной защитой.

Одна из новых тенденций — закрепление разнообразных конституционных гарантий в области правосудия. Так, в новой Конституции Республики Армения предусмотрены, кроме традиционных прав на справедливое судебное разбирательство, право на эффективную судебную защиту и обращение в международные органы по защите прав человека (ст. 61), право на возмещение вреда, причинённого не только неправомерными действиями органов власти, местного самоуправления и должностных лиц, но и — в установленных законом случаях — неправомерным администрированием (ст. 62). Ряд сходных положений закреплён теперь и в Конституции Республики Азербайджан. Кроме того, поправками 2016 г. здесь закрепляются защита человеческого достоинства, недопустимость злоупотребления правами, гарантируются права людей с ограниченными физическими и умственными возможностями. Право частной собственности отныне “подразумевает социальные обязательства”, и оно “может быть ограничено в целях социальной справедливости и эффективного использования земли”. Среди прочих выделяются право на забастовку (в соответствии с рекомендациями Международной организацией труда), право и гарантии защиты личной информации. Одновременно вводятся ограничения права на объединение, в частности, запрещается создание объединений, “преследующих преступные цели” или “пользующихся преступными методами на всей территории страны или в её части”.

В Казахстане одна из поправок 2017 г. приравняла иностранных граждан и лиц без гражданства в пользовании правами и свободами (и в несении обязанностей) к гражданам республики, за исключением случаев, предусмотренных конституцией, законами и международными договорами.

В Туркмении поправки 2016 г. закрепили роль государства как “гарантирующего социальную защищённость каждого человека”, ввели норму о признании прав и свобод человека в соответствии с общепризнанными нормами международного права. В Конституцию включён блок современных принципов и отдельных прав в новой редакции —

об определяющем характере прав и свобод человека для содержания законов и деятельности власти; об обеспечении правосудием прав и свобод человека; о праве граждан на участие в осуществлении правосудия; о праве на свободный поиск информации; о праве на получение достоверной информации о состоянии окружающей среды и праве на возмещение вреда, причинённого в результате нарушения экологического законодательства или стихийных явлений и т.д.

Новой тенденцией стало включение в некоторые конституции (Казахстан, Киргизия) возможности лишения гражданства за совершение террористических преступлений или “иной ущерб”, причинённый интересам государства.

Примечательные процессы реформирования происходят в рассматриваемых странах и в области конституционной регламентации правосудия (включая конституционные суды и прокуратуру), чему будет посвящена одна из следующих статей.

Процессы конституционной модернизации в странах постсоветского пространства не завершены. Постсоциалистическое государство в целом и постсоветское в частности относят к государствам переходного типа, и в процессе его эволюции многие институты постепенно наполняются новым содержанием, видовым разнообразием. При этом возможны как длительный, ступенчатый процесс эволюции форм, так и резкие повороты, противоречивое развитие, неожиданные изменения в характере государственного режима, элементах политической системы. Конституционное развитие постсоветских стран представляет значительный интерес для политических наук, поскольку, как отмечал Р. Людвиговски, “данный регион стал главной лабораторией конституционного строительства” [19, р. 158]. Научное исследование тенденций этого развития необходимо продолжать, поскольку оно вносит вклад в разработку теории постсоциалистического государства и его Конституции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хабриева Т.Я. Конституционная реформа в современном мире. Монография. М.: Наука, 2016.
2. Report CDL-AD(2010)001 on Constitutional Amendment, adopted by the European Commission for Democracy through Law (Venice Commission) at its 81st Plenary Session (Venice, 11–12 December 2009). [http://www.venice.coe.int/webforms/documents/default.aspx?pdffile=CDL-AD\(2010\)001-e](http://www.venice.coe.int/webforms/documents/default.aspx?pdffile=CDL-AD(2010)001-e)
3. Чиркин В.Е. Законодательная власть. Монография. М.: Норма; ИНФРА-М, 2015.
4. Чиркин В.Е. Нетипичные формы правления в современном государстве // Государство и право. 1994. № 1. С. 109–115.

5. Чиркин В.Е. Постсоциалистическое государство XXI века // Журнал российского права. 2008. № 5. С. 3–17.
6. Правительство Российской Федерации. Монография / Под ред. Т.Я. Хабриевой. М.: Норма, 2005.
7. Арутюнян А.Ш. Место президента в системе политико-правовых институтов постсоветских республик // Jurisprudencija. 2005. Т. 77 (69). С. 5–10.
8. Bagatella J.C.M. El semipresidencialismo como alternativa para el presidencialismo mexicano // Décimo Segundo Certamen de Ensayo Político. https://www.ceenl.mx/educacion/certamen_ensayo/doceavo/1.%20E1%20semipresidencialismo%20como%20alternativa.pdf
9. Коврякова Е.В. Адогматический характер теории разделения властей // Lex russica. 2015. № 5. С. 65–74; Малиновский В.А. Республика Казахстан: опыт утверждения конституционализма в переходный период // Российский юридический журнал. 2014. № 5. С. 39–47.
10. O'Neil P.H. Hungary: Political Transition and Executive Conflict: The Balance or Fragmentation of Power? // Postcommunist Presidents / Edited by R. Taras. Cambridge University Press, 1997. P. 195–224.
11. Нечкин А.В. К вопросу о формах правления в странах СНГ // Конституционное и муниципальное право. 2016. № 12. С. 11–16.
12. Арабаев А.А. Парламентаризм и актуальные проблемы конституционной реформы 2005–2007 годов в Кыргызской Республике // Государственная власть и местное самоуправление. 2008. № 8. С. 39–46.
13. Opinion CDL-AD (2010) 015 on the Draft Constitution of the Kyrgyz Republic (version published on 21 May 2010). Adopted by the Venice Commission at its 83^d Plenary Session (Venice, 4 June 2010). [http://www.venice.coe.int/webforms/documents/default.aspx?pdffile=CDL-AD\(2010\)015](http://www.venice.coe.int/webforms/documents/default.aspx?pdffile=CDL-AD(2010)015)
14. Конституции государств Азии. В 3-х томах. Т. 2: Средняя Азия и Индостан / Отв. ред. Т.Я. Хабриева. М.: Норма, 2010.
15. Бабенко К.А. Конституція України як фактор стабілізації та розвитку правового і політичного життя суспільства // Вісник Конституційного Суду України. 2007. № 1. С. 38–44.
16. Шемшученко Ю.С. Теоретичні проблеми організації державної влади в Україні // Шемшученко Ю. Проблеми сучасного українського конституціоналізму: зб. наук. праць. На пошану першого Голови Конституційного Суду України, проф. Леоніда Юзькова / Заг. ред. А. Стрижака, В. Тація. Київ: ЛОГОС, 2008.
17. Opinion CDL-AD (2010) 044-e on the Constitutional Situation in Ukraine adopted by the Venice Commission at its 85th Plenary Session (Venice, 17–18 December 2010). [http://www.venice.coe.int/webforms/documents/default.aspx?pdffile=CDL-AD\(2010\)044-e](http://www.venice.coe.int/webforms/documents/default.aspx?pdffile=CDL-AD(2010)044-e)
18. Конституционные преобразования в Украине. История, теория и практика. Монография / Под ред. М.Ф. Орзиха. К.: Юринком Интер, 2013.
19. Ludwowski R.R. Constitution Making in the Countries of Former Soviet Dominance: Current Development // Georgia Journal of International and Comparative Law. 1993. V. 23. № 2. P. 155–267.
20. Торосян Т.С. Перспективы и вызовы перехода Армении к системе парламентского правления // Сравнительное конституционное обозрение. 2016. № 4. С. 29–40.
21. Interim Opinion CDL-AD (2004) 044-e on Constitutional Reforms in the Republic of Armenia adopted by the Venice Commission at its 61st Plenary Session (Venice, 3–4 December 2004). [http://www.venice.coe.int/webforms/documents/?pdf=CDL-AD\(2004\)044-e](http://www.venice.coe.int/webforms/documents/?pdf=CDL-AD(2004)044-e)
22. Preliminary Opinion CDL-PI (2015) § 015 review on the draft amendments to Chapters 1 to 7 and 10 of the Constitution of the Republic of Armenia. [http://www.venice.coe.int/webforms/documents/default.aspx?pdffile=CDL-PI\(2015\)015-e](http://www.venice.coe.int/webforms/documents/default.aspx?pdffile=CDL-PI(2015)015-e)
23. Малиновский В.А. Республика Казахстан: опыт утверждения конституционализма в переходный период // Российский юридический журнал. 2014. № 5. С. 39–47.
24. Opinion CDL-AD (2017) 010 on the amendments to the Constitution of Kazakhstan, adopted by the Venice Commission at its 110th Plenary Session (Venice, 10–11 March 2017). [http://www.venice.coe.int/webforms/documents/default.aspx?pdffile=CDL-AD\(2017\)010-e](http://www.venice.coe.int/webforms/documents/default.aspx?pdffile=CDL-AD(2017)010-e)
25. Жакаева Л.С. Проблемы правового регулирования законодательного процесса в Республике Казахстан // Конституционное и муниципальное право. 2007. № 1. С. 30–35.
26. Сабден О.С. Опыт и проблемы законодательного процесса // Парламентаризм в независимом Казахстане: состояние и проблемы. Материалы международной научно-практической конференции. Астана, 2002. С. 208–209.

ПЕЩЕРЫ — ОБЪЕКТЫ ВСЕМИРНОГО НАСЛЕДИЯ ЮНЕСКО

© 2018 г. Е.В. Трофимова

Институт географии РАН, Москва, Россия

e-mail: e.trofimova1@gmail.com

Поступила в редакцию 31.07.2017

В статье представлены результаты исследования всемирного пещерного наследия человечества. Приводится распределение пещерных объектов ЮНЕСКО по частям света и по странам. Рассматриваются выдающиеся ценности пещер как культовых объектов, пещеры с доисторическими рисунками, археологическим материалом, пещеры-рудники и пещерное поселение, а также достопримечательности природного и природно-культурного пещерного наследия. Обсуждаются возможности внесения в Список объектов Всемирного наследия ЮНЕСКО пещер, расположенных на территории Российской Федерации, которые имеют научную и культурную ценность. Работа выполнена с использованием архивных материалов ЮНЕСКО, сведений из научной литературы и личных наблюдений автора.

Ключевые слова: пещеры, всемирное наследие, культовые объекты, доисторические рисунки, археология, рудники, природные достопримечательности.

DOI: 10.7868/S0869587318010061

Культурное наследие включает “памятники, группы зданий и объекты, представляющие историческую, эстетическую, археологическую, научную, этнологическую и антропологическую значимость” [1, с. 2]. К природному наследию относят “уникальные физические, биологические и геологические формации, местообитания редких и исчезающих видов флоры и фауны, а также территории, имеющие научную, природоохранную и эстетическую ценность” [1, с. 2]. Выделяются объекты, обладающие одновременно и культурной, и природной всемирной ценностью.

Идея международной ответственности за сохранение наиболее значимых и уникальных культурных объектов всемирного значения возникла в 1959 г., когда было принято решение о строительстве Асуанской ГЭС в Египте, плотина которой затопляла

часть долины р. Нил с сокровищами древнеегипетской цивилизации — комплексом Абу-Симбел и храмами о. Филэ. После обращений правительств Египта и Судана в ЮНЕСКО уникальные комплекс и храмы были демонтированы, перенесены в район выше уровня затопления и снова собраны. В 1965 г. Белый дом (Вашингтон) по инициативе ЮНЕСКО с участием Международного совета по охране памятников и исторических мест (International Council on Monuments and Sites — ICOMOS) выдвинул предложение о необходимости создания единого Фонда управления культурным наследием человечества. А в 1968 г. Международный союз охраны природы (МСОП) начал разрабатывать основные управленческие подходы. 16 ноября 1972 г. на Генеральной конференции ЮНЕСКО утвердили Конвенцию об охране всемирного культурного и природного наследия, к которой уже присоединились более 190 стран.

Пещерное наследие человечества в настоящее время включает 39 объектов, расположенных в различных уголках земного шара (табл., рис. 1): 16 — в Европе, 14 — в Азии, по четыре — в Африке и Америке и один — в Австралии, 29 объектов характеризуются исключительной культурной ценностью. Высокий статус всемирного природного наследия получили 8 объектов и только 2 — природно-культурного, то есть смешанного наследия.

Культурное наследие. Пещеры — культовые объекты. Всего на земном шаре насчитывается 12 пещер,



ТРОФИМОВА Елена Владимировна — кандидат географических наук, старший научный сотрудник ИГ РАН.



Рис. 1. Всемирное наследие пещер: 1 – культурное наследие: 2 – культовые объекты, 3 – доисторические рисунки, 4 – археологические объекты, 5 – рудники, 6 – поселение; 7 – природное наследие; 8 – смешанное (природно-культурное) наследие

номинации в Список объектов Всемирного наследия ЮНЕСКО как культовые: три из них находятся в Европе (3, 5, 14)¹, восемь – в Азии (18–20, 22, 23, 25, 26, 29) и одна – в Африке (33). Все 12 пещерных святилищ стали местом паломничества представителей четырёх религий: буддизма, индуизма, джайнизма и христианства, его восточноевропейской ветви – православия. В храмовом комплексе Эллары (18) разместились пещеры, посвящённые индуистским богам (17 пещер), буддистским (12 пещер) и джайнистским (5 пещер). К буддистским относят пещерные храмы Аджанты (19), Могао (22), Юньгана (23), Лунмыня (24), Соккурама (26) и Дамбулла (29), к индуистским – храмы на о. Элефанта (20), а к православным – комплекс церквей у села Иваново (3), на о. Патмос (5), в Киеве (14) и Лалибэле (33).

За исключением пещеры Апокалипсиса (5), которая представляет собой естественную подземную полость в тёмно-серых известняках, обустроенную для богослужебных обрядов, все пещерные храмы – рукотворные. Среди них высеченные в базальте три пещерных храмовых комплекса Индии – Эллора (18),

Аджанты (19) и о. Элефанта (20), три пещерных храмовых комплекса Китая – Могао (22), Юньган (23), вырезанные в песчанике, и Лунмынь – в крутых известняковых клифах. В скалах высечены также Золотой храм Дамбулла (29), пещерные церкви в Иваново (3) и Лалибэле (33). А пещеры Киево-Печерской лавры (14) выкопаны в слабосцементированном песчанике из каолинита. Грот Соккурам и храмовый комплекс Пульгукса (26) сооружены из огромных гранитных блоков, не скреплённых внутри строительным раствором.

Первое буддистское пещерное святилище было создано в 200 г. до н.э. (19), а первая православная пещерная обитель – в X в. (5).

При украшении пещерных храмовых комплексов использовались самые передовые техники в архитектуре, настенной росписи и резьбе по камню. На протяжении длительного периода существования они неоднократно перестраивались, а потому прекрасно отражают искусство различных эпох человеческой цивилизации.

К грандиозным и представительным в истории буддийского культового изобразительного искусства относят три китайских храмовых комплекса:

¹ Здесь и далее цифра в скобках – номер пещерного храма; он указан в таблице и на рисунке 1.

Пещеры — объекты Всемирного наследия ЮНЕСКО

№	Страна	Тип наследия		
		Культурное		Природное
		Естественные полости	Искусственные полости	
Европа				
1	Азербайджан	Культурный ландшафт наскальных рисунков Гобустана: 2007**		
2	Бельгия		Каменоломни эпохи неолита в районе Спьенн, г. Монс: 2000	
3	Болгария		Пещерные церкви в Иванове: 1979	
4	Венгрия — Словакия			Пещерный район Аггтелек — Словацкий карст: 1995, 2000
5*	Греция	Исторический центр о. Патмос: 1999		
7	Испания	Пещера Альтамира: 1985		
8		Археологические объекты в пещерах Атапуэрка: 2000		
9	Италия		Пещерное поселение Сасси в г. Матера: 1993	
10	Польша		Соляная шахта в г. Величка: 1978	
11	Словения			Шкоцьянские пещеры: 1986
12*	Словения — Испания		Центр добычи ртути в Альмадене и Идрии: 2012	
14	Украина		Софийский собор и связанные с ним монастырские строения в Киеве: 1990	
15	Франция	Наскальные рисунки в пещерах по р. Везер: 1979		
16		Пещера Шове: 2014		
Азия				
17	Вьетнам			Национальный парк Фонтня-Кебанг: 2003, 2015
18	Индия		Пещерные храмы в Эллоре: 1983	
19			Пещерные храмы в Аджанте: 1983	
20			Пещерные храмы на о. Элефанта: 1987	
21		Скальные жилища Бхимбетка: 2003		

(продолжение)

№	Страна	Тип наследия		
		Культурное		Природное
		Естественные полости	Искусственные полости	
22	Китай		Пещеры Могао: 1987	
23			Пещерные храмы Юньган: 2001	
24		Стоянка “пекинского человека” в Чжоукоудяне: 1987		
25			Пещерные храмы Лун-мынь: 2000	
26	Республика Корея		Пещерный храм Соккурам и храмовый комплекс Пульгукса: 1995	
27				Вулканический о. Джекжу с лавовыми туннелями: 2007
28	Филиппины			Национальный парк подземной реки Пуэрто-Принсеса: 1999
29	Шри-Ланка		Золотой храм Дамбулла: 1991	
30	Япония		Серебряные копии Ивами Гиндзан: 2007	
<i>Африка</i>				
31	Ливия	Наскальная живопись в горах Тадрарт-Акакус: 1985		
32	Танзания	Наскальные изображения в Кондоа: 2006		
33	Эфиопия		Скальные церкви в Лалибэле: 1978	
34	ЮАР	Окаменелые останки древнего человека в Стеркфонтейне, Сварткрансе, Кромдрае и окрестностях: 1999, 2005		
<i>Америка</i>				
35	Аргентина	Пещера Куэва-де-лас-Манос, район Рио-Пинтурас: 1999		
36	Бразилия	Национальный парк Серра-да-Капивара: 1991		
37	США			Национальный парк “Мамонтова пещера”: 1981

(окончание)

№	Страна	Тип наследия		
		Культурное		Природное
		Естественные полости	Искусственные полости	
38				Национальный парк “Карлсбадские пещеры”: 1995
<i>Австралия</i>				
39	Австралия	Окаменелые останки австралийских млекопитающих: 1994		

*Номера 6 и 13 относятся к пещерам смешанного (природно-культурного) типа наследия: 6 – районы эволюции человека в пещерах Нахаль-Меарот на горе Кармель (Израиль): 2012; 13 – Национальный парк Гёреме и пещерные постройки Каппадокии (Турция): 1985.

**Здесь и далее – год присвоения статуса объекта ЮНЕСКО.

Могао (22) с его 492 святилищами, где обнаружены более 2 тыс. вырезанных из камня и покрытых глиной скульптур и настенные рисунки, занимающие площадь около 45 м²; Юньган (23), который объединяет 252 пещеры с 51 тыс. культовых скульптур; Лунмынь (25), где находится более 2 тыс. гротов и ниш, в которых бережно хранится самое обширное (свыше 100 тыс.) собрание произведений – рельефов и статуй в честь Будды, демонстрирующих расцвет искусства резьбы по камню в Китае.

Глубокую духовность индийской культуры отражают изысканная настенная живопись и резные работы по камню, хранящиеся в 32 пещерах Аджанты (19), 34 пещерах Эллары (18) и 7 пещерах о. Элефанта (20). Великолепными резными работами по камню отличается грот Соккурам (26), в центре которого расположена статуя Будды высотой 3,45 м. Будда сидит на троне в позе лотоса, окружённый 15-ю панелями, на которых изображён бодхисаттва Авалокитешвара – воплощение бесконечного сострадания всех будд. Огромное культурное значение имеют настенная живопись (более 1500 росписей общей площадью около 2,1 тыс. м²) многочисленных пещер буддистского монастыря в Дамбулле (20) и уникальные фрески в 40 церквях Иванова (3), демонстрирующие высокое мастерство тырнавских художников.

Пещеры с доисторическими рисунками. Они обнаружены в девяти областях земного шара (см. табл., рис. 1): в Европе (1, 7, 15, 16), Африке (31, 32), Америке (35, 36) и Азии (21).

За исключением жилищ Бхимбетка (21), стены которых покрыты росписями, датируемыми периодом от мезолита до средневековья, во всех исследованных подземных полостях росписи представляют время развития цивилизации, начиная с верхнего палеолита. Но самые древние шедевры,

украшающие стены и потолки пещеры Шове (16) во Франции, относятся к ориньякской культуре позднего палеолита (33–29 тыс. лет назад) [2].

Поражает количество созданных титаническим трудом древнего человека творений. Так, в Национальном парке Серра-да-Капивара (36) в Бразилии уже описано около 30 тыс. пещерных изображений. И даже в отдельных подземных полостях, к примеру, в Альтамире (7) и Ласко (15), их свыше 100. Причём точно определить общее количество пещерных росписей невозможно, с одной стороны, по причине существования внутри пещер отдельных мест со строгим заповедным режимом их посещений, с другой – из-за сложностей идентификации в некоторых случаях маленьких по размеру изображений.

По технике исполнения пещерные шедевры делятся на гравюры и рисунки. Тонкие гравюры, выбитые или нацарапанные, как правило, с помощью острых кремнистых орудий, встречаются редко. Чаще попадаются эффектные образцы, созданные пальцами рук. Они прорисованы по тонкому слою (плёнке) выветрившегося материала, который находился в увлажнённом состоянии. Исключительно гравюрами представлен культурный ландшафт Гобустана (1) в Азербайджане, небольшое их количество отмечается в пещере Шове (16).

Пещерные рисунки по цвету подразделяются на четыре группы: красные, чёрные, белые и голубые. Прорисовка красных рисунков, для которых применялся различный краситель (от чистого либо смешанного с известняком гематита до охры), осуществлялась с помощью “карандаша” или пальцев рук. Чёрные рисунки выполнены исключительно древесным углём. Его использовали либо в твёрдом виде (как карандаш), либо в вязком, для чего уголь

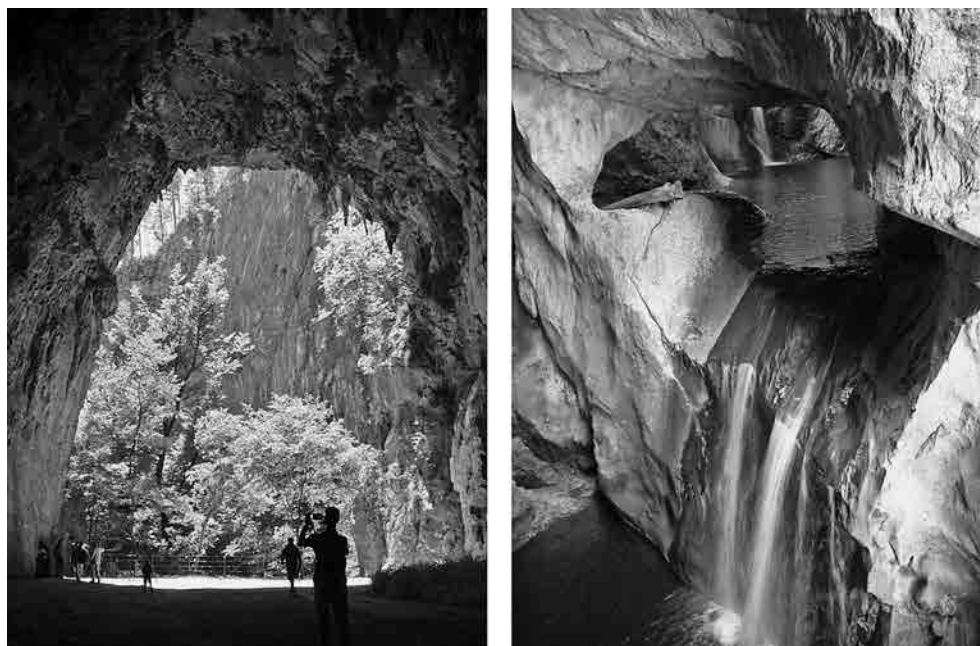


Рис. 2. Шкоцьянская пещера: вход в подземную полость (слева), подземные водопады (справа)

смешивали с водой. Белые и голубые цвета получали от красителя из местной глины.

Красные рисунки встречаются во всех восьми областях пещерного искусства, чёрные — только в пещере Шове (16), белые — в скальных жилищах Бхимбетка (21) и наскальной живописи в горах Таддрарт-Акакус (31), а голубые — в Национальном парке Серра-да-Капивара (36).

В рассматриваемых подземных полостях представлены зооморфные шедевры с изображениями местных современных животных (лошади, бизоны, жирафы, гуанако и др.) и антропоморфные росписи с прорисовкой человека в полный рост. Часто встречаются панорамные картины ситуационных сцен охоты, сбора урожая, ритуальных танцев (1, 21, 32, 35, 36). Особый интерес вызывают антропоморфные рисунки пещеры Шове (16), значительное количество которых представлено изображениями кистей рук. А в пещере Куэва-де-лас-Манос (Cueva de las Manos в переводе с испанского — «пещера рук») (35) в Аргентине обнаружены раскрашенные отпечатки человеческих ладоней.

Пещеры как археологические объекты. В Список объектов Всемирного наследия ЮНЕСКО включены три пещеры, расположенные в Европе (8), Азии (24) и Африке (34), которые представляют универсальную археологическую ценность. Открытые в XX в., они до сих пор служат предметом исследовательского интереса.

В пещере Атапуэрка (8) в Италии обнаружены богатые ископаемые — свидетельства наиболее раннего пребывания человека на территории Европы.

Это самое крупное хранилище палеонтологических находок, датированных средним плейстоценом. Описано около 2 тыс. костей, возраст которых составляет 1,1–1,2 млн. лет, относящихся к 33 особям *Homo beidelbergensis* — промежуточному виду между *Homo erectus* и неандертальцами. Все находки отличаются хорошей сохранностью [3]. Средним плейстоценом датируются и останки найденного в Азии, в пещере Чжоукоудянь (24), пекинского синантропа (*Sinanthropus pekinensis*), а также останки человека разумного (*Homo sapiens*). Но рекордсмены по возрасту ископаемых отложений — африканские пещеры (34). В одной из них, Стеркфонтейн (34) в ЮАР, нашли знаменитый череп Таунга, принадлежащий австралопитеку (*Australopithecus africanus*), который жил на Земле более 2 млн. лет назад [3]. В результате археологических раскопок было вскрыто более 500 скелетных окаменелостей, проливающих свет на эволюцию человечества.

Пещеры-рудники. Пещеры, представляющие собой старые рудники по добыче полезных ископаемых, находятся в Европе (2, 10, 12) и Азии (30). Все они в настоящее время закрыты для горнодобывающих работ и используются только в туристических целях. В наиболее древних (эпоха неолита — 4300–2200 лет до н.э.) каменоломнях в бельгийском районе Спьенн (2), распространённых на территории в 100 га, добывали кремьень. В польском местечке Бохня и Величка (10) с XIII в. разрабатывали месторождение каменной соли — соляная шахта в девяти уровнях протянулась под землёй на 300 км. В XVI в. в Европе начали добывать ртуть, и рудные месторождения в городах Альмаден и Идриа (12) стали мировым центром по производству этого ценного



Рис. 3. Колокольня Костомаровского пещерного комплекса

металла. В то же время в Азии, в японском г. Ивами (30), была налажена добыча и выплавка практически трети мирового объема серебра.

Пещерное поселение. Самый выдающийся по степени сохранности пример пещерного поселения — город Сасси (9) в Италии. В переводе с итальянского *sassi* означает “камни”, хотя логичнее было назвать местечко “гротами”. Ведь исторический центр города — это не что иное, как выдолбленные в известняковых скалах пещеры, в которых первые поселения появились ещё в эпоху палеолита. Постройка жилищ здесь была вызвана климатическими условиями и необходимостью использовать природные и географические возможности места.

Природное наследие. Следует отметить, что все пещеры, внесённые в Список объектов Всемирного наследия ЮНЕСКО, имеют карстовый генезис.

Высокий статус ряда пещер обусловлен значительными размерами спелеосистем и их отдельных участков. Так, самая большая в мире плотность пещер наблюдается в районе Аггтелека и Словацкого карста (4). К настоящему времени здесь открыто и изучено 712 пещер, сконцентрированных на площади более 56 тыс. га. Подземные полости богато инкрустированы натёчно-капельными образованиями, среди которых — гигантский сталагмит Обсерватория, достигающий 32,7 м в высоту. В Словении находится уникальный комплекс Шкоцьянских пещер (11) общей протяжённостью 5,8 км (рис. 2) с крупнейшими в мире подземными залами Мартеля (2,2 млн. м³) и Шумеча (870 тыс. м³). Система карстовых пещер образована течением р. Река, получившей известность благодаря многочисленным водопадам и каньону длиной 2,6 км, шириной от 10 до 60 м и высотой до

146 м, через который на высоте 47 м перекинут Церквеников мост. В Центральном Вьетнаме в Национальном парке Фонгня-Кебанг (17) расположена самая крупная в мире пещера Шондонг (Hang Son Doong в переводе с вьетнамского — “пещера горной реки”): её четырёхкилометровая подземная галерея поднимается на высоту 240 м. При этом самая протяжённая подземная полость на планете — Мамонтова пещера (37) — находится в США, она раскинула лабиринты на 590 км.

В Список объектов Всемирного наследия ЮНЕСКО также вошли пещеры с уникальными карстопроявлениями. Так, вулканический о. Джекжу (27) в Южной Корее знаменит тем, что здесь расположена галерея из туннелей и пещер Геомунореум, сформировавшаяся на контакте карбонатных пород с застывшими лавовыми потоками. Её подземные проходы и образованные в них спелеотемы поражают разнообразием цветовых оттенков — от коричневого до белого. Одно из сокровищ о. Палаван на Филиппинах — р. Пуэрто-Принсеса (28), протекающая под землёй через широкие карстовые пещеры и направляющая свои воды в межостровное море Тихого океана Сулу. Она признана самой длинной судоходной подземной рекой в мире. Подверженная приливам и отливам, Пуэрто-Принсеса на протяжении 6 км доступна для навигации. Обширный карстовый лабиринт — Карлсбадские пещеры (38) — расположен на территории американского штата Нью-Мексико. Он представляет собой спелеологический участок из 81 подземной полости, среди которых чарующей красотой выделяется знаменитая спелеотема Лечугия, имеющая необычный сернокислотный генезис.

Природно-культурное наследие. В пещерах заповедника Нахаль-Меарот (6), расположенного на западном склоне горы Кармель, находятся четыре естественные пещеры (Табун, Джамаль, аль-Вад и Схуль), в которых археологи обнаружили свидетельства пяти культурных эпох: от ашэльской (500–200 тыс. лет назад) до натуфийской (12–9 тыс. лет назад). Одно из самых необычных мест на планете – Национальный парк Гёреме (13), который по праву называют музеем под открытым небом. Он поражает, с одной стороны, удивительным ландшафтом, сформированным процессами эрозии (природное наследие), а с другой – многочисленными пещерными церквями и монастырскими сооружениями, высеченными в вулканическом туфе (культурное наследие), первые из которых датируются IV в.

Научная и культурная ценность российских пещер. В настоящее время на территории России известно около 7 тыс. карстовых пещер, расположенных в пределах равнинно-платформенных областей (Восточно-Европейская равнина, Приленское плато и др.) и в горно-складчатых районах (Урал, Алтай, Сихотэ-Алинь и др.). Существуют огромные по размерам горизонтальные подземные полости (пещера Большая Орешная в Восточных Саянах раскинула подземные галереи более чем на 58 км) и протяжённые вертикальные системы (глубина колодцев шахты Кёкташ на Алтае достигает 350 м). Украшение многих пещер – созданные из переотложенного кальцита живописные натёчные образования в виде сталактитов, сталагмитов и сталагнатов. Здесь же протекают подземные реки с водопадами и “бездонными” озёрами. В условиях континентального климата региона широкое распространение в пещерах получили подземные наледи и даже ледники [4, 5]. В то же время, начиная с XVII в. (а по отдельным источникам – с XII в.), на территории России активно развивалось пещерокопательство, особенно в областях распространения мягкого мела, поэтому юг Воронежской области отличается большим количеством искусственных гротов и пещер. Протяжённость некоторых из них (например, Белогорских) достигает 2 км, а общая длина только в пределах рассматриваемого региона составляет более 8 км.

Как в естественных, так и в искусственных пещерах России обнаружены многочисленные свидетельства, подтверждающие их использование в культовых целях [6, 7] (рис. 3). На этих объектах встречаются доисторические рисунки [8, 9], рудники, бесценный археологический материал. Однако, как показали результаты экспедиционных работ, в последние десятилетия в условиях всё возрастающего антропогенного воздействия во многих подземных полостях происходит значительная деградация среды [10–13], хотя зачастую пещеры имеют статус государственного памятника природы местного и даже федерального уровня. В связи с этим представляется целесообразным

активизировать подготовку номинаций по внесению уникальных ценностей российских пещер в Список объектов Всемирного наследия ЮНЕСКО, так как высокий международный статус предполагает особое внимание государства, научной и спелеологической общественности к природно-культурным памятникам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Информационный сборник. Всемирное наследие. Париж: Центр всемирного наследия ЮНЕСКО, 2005.
2. *Petrognani S.* De Chauvet à Lascaux: l'art des cavernes, reflet de sociétés préhistoriques en mutation. Paris: de Errance, 2013.
3. *Gunn J.* Encyclopedia of Caves and Karst Science. N.Y.–L.: Fitzroy Dearborn, 2004.
4. *Абдрахманов Р.Ф., Мартин В.И., Попов В.Г. и др.* Карст Башкортостана. Уфа: Информреклама, 2002.
5. *Трофимова Е.В.* Карст Сибири и Дальнего Востока: опыт использования // Известия РГО. 2007. Т. 139. Вып. 6. С. 47–57.
6. *Никольский П.В.* Монашество на Дону. Пещерокопательство в XIX в. // Воронежская старина. Вып. 9. Воронеж, 1910. С. 150–181.
7. *Стёпкин В.В.* Пещерные памятники Среднедонского региона // Культурные пещеры Среднего Дона. Серия “Спелеологические исследования”. Вып. 4. М.: РОСИ, 2004. С. 159–168.
8. *Ляхницкий Ю.С., Минников О.А., Юшко А.А.* Рисунки и знаки пещеры Шульган-Таш (Каповой). Каталог изображений. Уфа: КИТАП, 2013.
9. *Ляхницкий Ю.С.* Проблемы охраны и использования объектов геологического наследия России // Региональная геология и металлогения. 2006. № 29. С. 133–148.
10. *Цыкин Р.А., Цыкина Ж.Л.* Значение, экологические обстановки и вопросы охраны пещер Южной Сибири // Проблемы экологии и охраны пещер. Красноярск: Поликом, 2002. С. 96–97.
11. *Лавров И.А.* Использование и охрана подземных пространств Урала и Приуралья // Кунгурская ледяная пещера. 300 лет научной и туристической деятельности. Кунгур: Звезда, 2003. С. 250–256.
12. *Бурмак И.Н.* Научно-рекреационный природоохранный комплекс “Пещера Караульная” – итоги пятилетней работы // Пещеры: охрана, история исследований, культура, туризм, современное состояние и перспективы научных исследований в пещерах на территории бывшего СССР. Красноярск: Поликом, 2009. С. 178–188.
13. *Трофимова Е.В.* К вопросу об информативных показателях состояния антропогенно-преобразованных пещер // Время. Ландшафт. Культура. СПб.: Астерион, 2012. С. 185–187.

ТОЧКА
ЗРЕНИЯ

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ФИЛОСОФИЯ НАУКИ

© 2018 г. В.П. Ильин

Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН, Новосибирск, Россия

Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия

Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск, Россия

e-mail: ilin@sscc.ru

Поступила в редакцию 16.06.2017

В статье рассматриваются философско-методологические аспекты предсказательного математического моделирования, становящегося в эпоху технологических вызовов постиндустриального общества третьим путём познания, дополняющим и объединяющим классическую теорию и натурный эксперимент. Автором описываются концептуальные, архитектурные и технологические проблемы создания интегрированного программного окружения для высокопроизводительного решения междисциплинарных прямых и обратных задач нового поколения на многопроцессорных вычислительных системах петафлопсного уровня с масштабируемым параллелизмом. Раскрываются тенденции развития “неоинформатики” с внедрением когнитивных принципов в автоматизацию построения моделей и алгоритмов, в создание систем принятия решений для широкого круга пользователей из разных производственных и социальных сфер. Предлагаются конструктивные и инфраструктурные принципы разработки открытой базовой системы моделирования, поддерживающей все основные стадии наукоёмкого компьютерного эксперимента и ориентированной на эффективный длительный жизненный цикл и согласованное развитие различными группами разработчиков.

Ключевые слова: высокопроизводительные вычисления, математические модели, алгоритмы, третий путь познания, технологические стадии моделирования, интегрированное инструментальное окружение, архитектура прикладного программного обеспечения.

DOI: 10.7868/S0869587318010073

Математическая шкатулка Пандоры. Проблема осмысления и предназначения математики, казалось, была решена ещё великим Галилеем, объявившем, что “физика говорит языком математики”. Однако в XXI в. человечество оказалось ввергнутым в водоворот технологических революций, и математика, скромная служанка всех наук, в паре

с информатикой начала превращаться из золушки во властную царицу. Сегодня человек становится жертвой гонки мобильных гаджетов, экспансии социальных сетей Интернета, компьютерной игромании, кибертерроризма и прочих виртуальных реальностей. И это только начало грандиозных трансформаций, ибо наступившая эпоха постпетафлопсных суперкомпьютеров и грядущий приход “эксафлопсников” с немыслимыми 10^{18} операциями в секунду чреватой новой постиндустриальной эпохой с “облачными” вычислениями, цифровым проектированием, 3D-принтерами, военными игровыми стратегиями, “умными” домами и городами, электронными правительствами и прочими инновациями, призванными перевернуть наши представления об окружающей действительности.

Ф. Гойя в своей серии рисунков “Капричос” показал ужасающую картину того, как “сонм Разума рождает чудовищ”. В подобной ситуации необходимо привлечь, по рецепту Эркюля Пуаро, ресурсы



ИЛЬИН Валерий Павлович – доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник ИВМиМГ СО РАН, профессор НГУ и НГТУ.

“серого вещества” и взвешенно проанализировать роль науки в порождении тенденций, характеризующих “этот безумный, безумный мир” (как точно сформулировал знаменитый кинорежиссёр С. Крамер). В рамках данной статьи задача конкретизируется следующим образом: нас будут интересовать философские аспекты математического моделирования процессов и явлений различной природы, так как именно здесь сосредоточивается огромный потенциал научно-технологического прогресса. Прежде чем приступить к рассмотрению заявленной темы, необходимо предпринять хотя бы краткий исторический экскурс, а также оговорить дефиниции ключевых понятий.

Математическое моделирование — это изучение процессов и явлений математическими методами. Каждая из используемых в приведённом определении категорий требует своего содержательного раскрытия. Процессы и явления подразумеваются в первую очередь реальные — технические, естественные или социальные. В качестве примеров можно назвать производство металла и новых материалов, природные или техногенные катастрофы и демографическую динамику. Однако актуальным является также изучение и абстрактных моделей, представленных чисто математическими объектами. Более того, в действительности так и происходит: физическая (химическая, биологическая и т.д.) модель представляется некоторой математической моделью, в которой практически всегда пренебрегают какими-то малозначимыми эффектами. Грамотное построение модели составляет задачу *моделлера* (англ. “modeller” — уже употребляемое обозначение специалиста, занимающегося моделированием в конкретной прикладной области).

Следующее понятие, с которым нам предстоит работать, чрезвычайно ёмкое и вызывающее нешуточные дискуссии, — *математика*. Академик В.И. Арнольд горячо боролся за единство теоретической математики и теоретической физики, которые он отождествлял. При этом он фактически не признавал вычислительной математики и информатики, называя их в своих полемических работах “ремесленничеством”. Принципиальным, хотя и заочным, оппонентом В.И. Арнольда был А.П. Ершов, автор таких ставших азбучными терминов, как “компьютерная грамотность” и “школьная информатика”, с гордостью говоривший о себе: “Я — математик”. В данной статье мы будем понимать под математикой триединую структуру, включающую теоретическую математику, вычислительную математику и математическое моделирование. Это деление на три составляющие полностью соответствует самому общему определению математики как науки о математических объектах, хотя, конечно, полное право на существование имеют и такие распространённые понятия, как “прикладная

математика”, “вычислительная информатика”, “вычислительная геометрия”, “топология” и т.д. В англоязычной литературе общеупотребительным является словосочетание “computer science”, дословный перевод которого — вычислительные науки, плохо приживается в русском языке. Завершая терминологические пояснения, следует упомянуть и о таких многочисленных названиях, как “вычислительная физика”, “вычислительная химия”, “вычислительная биология” и др. Данные дисциплины следует классифицировать, скорее, как применение математического моделирования к тем или иным предметным областям.

Возникновение истории математического моделирования следует отнести, по крайней мере, к тем незапамятным временам, когда египетские жрецы предсказывали солнечные и лунные затмения, что не могло быть сделано без хитроумных вычислений. Если говорить о классификации знаний, то изначально существовала только одна наука — философия, разделение по специальностям началось в средние века после появления алхимиков и метафизиков, однако по традиции даже в наши времена все европейские научные степени звучат как “доктор философии”. В дальнейшем естественные науки выделились в самостоятельные бурно развивающиеся направления, которые породили свои индустриальные эпохи, а философы, благодаря великим личностям — Ф. Бэкону, И. Канту, Г. Гегелю, Б. Расселу, Н.А. Бердяеву и многим другим, осмысливавшим взаимосвязанные процессы познания, развития экономики, техники, социальных структур и личности, стали генераторами общегуманных идей.

Со второй половины XX в. роль научно-технического прогресса кардинально изменилась: в результате фундаментальных исследований в мире появилось ядерно-ракетное оружие, которое не только имело политические последствия, но и сделало актуальным вопрос о самом существовании человечества. Данную проблему удалось решить на принципах взаимосдерживающего паритета, однако гамлетовская дилемма “быть или не быть?” сохраняет свою актуальность как минимум на ближайшие десятилетия. Нельзя не привести пример использования математического моделирования в области ядерной безопасности. В 1996 г. ядерными державами был заключён договор о всеобщем запрещении испытаний атомного оружия. Последней ратифицировала это соглашение Франция, и то только после завершения программы по моделированию с высокой степенью достоверности ядерных испытаний на компьютере. Более того, ни для кого не секрет, что во всех странах “ядерного клуба” это оружие непрерывно совершенствуется, но натурные испытания полностью заменены вычислительным экспериментированием.

В последние десятилетия цивилизованное сообщество оказалось ввергнутым в новую техногенную революцию, на этот раз связанную с бурной компьютеризацией. На протяжении 50 лет с высокой точностью выполняется так называемый закон Мура (одного из основателей компании Intel), согласно которому мощность ЭВМ увеличивается в 1000 раз за каждые 11 лет. В 2008 г. человечество вступило в эру постпетафлопсных компьютеров (10^{15} арифметических операций в секунду, или флопс), а в 2019 г. в соответствии с законом Мура ожидается пришествие “эксафлопсника”, в котором будут уже сотни миллионов и миллиарды вычислительных устройств. Это приведёт к переходу количества в качество и перевернёт наши представления о супервычислениях. Поразительно, что экспоненциальный рост быстродействия не выходит на ожидаемое насыщение, и закон Мура продолжает выполняться: в 2016 г. китайский Sunway Taihu Light возглавил список ТОП-500 мощнейших в мире компьютеров со значением более 125 петафлопс, то есть для достижения прогнозируемого на 2019 г. показателя 10^{18} операций в секунду осталось повысить производительность всего лишь в 8 раз.

В военной истории извечно противостояние щита и меча: развитие наступательных и оборонительных вооружений тесно переплетается. В научно-технической сфере картина такая же: с появлением суперкомпьютеров одновременно возникают суперзадачи, “аппетит приходит во время еды”. XXI столетие отличается фантастическим прогрессом всех наук и технологий, и через два-три десятилетия человечеству предрекают технологическую сингулярность с неисчерпаемой энергетикой, новыми материалами, вечной молодостью и даже бессмертием. Так или иначе, но грядущие проблемы не могут быть решены без суперкомпьютерного моделирования. Оно становится третьим путём познания и, в полном согласии с предсказанием академика М.А. Лаврентьева, которое он сделал 50 лет назад, уже является посредником между теоретическими и экспериментальными исследованиями.

За последние 20 лет человечество пережило два потрясения, резко изменившие все производственные, общественные и личные отношения, — появление Интернета и затем мобильного телефона. Зададимся вопросом: а что будет третьим технологическим шоком? Наш прогноз — глобальное моделирование. Аргументы просты. Первые два “катаклизма” были связаны с информационной стороной компьютерной эволюции. Действительно, рост быстродействия ЭВМ примерно пропорционален увеличению объёма оперативной памяти и пропускной способности каналов передачи данных, и именно их огромные возможности легли в основу новых информационных технологий. Однако при этом фактически забылось, что ЭВМ изначально

задумывалась для вычислений, а не для работы с большими данными (big data). Именно фантастический потенциал высокопроизводительных вычислений (широко распространённая аббревиатура HPC — High Performance Computing) призван стать катализатором предсказательного высокоразрешающего моделирования как для получения новых фундаментальных знаний во всех без исключения науках, так и в плане создания нового поколения производственных технологий при переходе к ожидаемому футурологами VI экономическому укладу. Здесь уместно привести широко цитируемую фразу бывшего президента Совета по конкурентоспособности США Д. Винс-Смит: “Страна, желающая победить в конкуренции, должна победить в вычислениях”.

Настоящая статья имеет философско-методологическую направленность, но никак не претендует на профессиональное философское осмысление проблем научного познания, по которым имеется обширная литература [1–4]. Общеизвестные проблемы математики и моделирования также обсуждаются, в том числе в работах [5–16]. Нельзя также не отметить, что исключительное значение для понимания изучаемой проблематики имеет научно-организационное наследие академика Г.И. Марчука, глубокое обобщение уникального опыта которого отражено в его посмертном издании [17].

“Что есть истина?” — по преданию, именно с такими словами обратился римский прокуратор Иудеи Понтий Пилат к мятежному Христу. Сомневающийся Пилат принял роковое решение и, снимая с себя ответственность, символически умыл руки.

Два понятия, раскрывающиеся в этой драме, имеют ключевое значение для математического моделирования — “истина” и “принятие решения”. Первая категория обладает очень богатым содержанием и характеризует результаты человеческого познания. Целью и содержанием моделирования выступает изучение процессов или явлений, которые можно обозначить философской категорией “объект”. Напомню, что знание может быть абсолютным или относительным. Последнее означает, что наши сведения об исследуемом объекте или предметной области являются приближёнными, за отдельными исключениями, которые лишь подтверждают общее правило. Например, дилемма, занимающая умы лучших физиков-теоретиков в последние десятилетия — существует ли бозон Хиггса? От ответа на этот вопрос зависит признание или отрицание так называемой Стандартной модели, определяющей фундаментальные представления о структурах и взаимодействиях микромира и Вселенной. Другая наглядная иллюстрация — задача о распознавании образов, относящаяся к области

информатики, но имеющая самые различные приложения: обработка космических, сейсмических и других больших объёмов данных, идентификация объектов (“свой”, “чужой” или принадлежащий к какой-то группе), противоракетная оборона, автоматический анализ текстов, речевых сигналов и т.д.

Как правило, рассматриваемые объекты характеризуются некоторыми количественными показателями: пространственными размерами и формами, временными интервалами и скоростями, массами и плотностями субстанций, а также другими свойствами, которые могут быть измерены в тех или иных единицах. Здесь уже нельзя обойтись без определения *погрешности*, или *точности*, представления модели. Какая-то количественная характеристика φ изучаемого объекта может быть принята за точное, или истинное, значение в отличие от приближённого значения $\tilde{\varphi}$, получаемого в результате моделирования. В нашем случае это будет компьютерный эксперимент, зачастую включающий решение сложной вычислительной задачи, а *абсолютной погрешностью* полученного численного результата будет разность $\delta = \varphi - \tilde{\varphi}$. Если ошибка δ достаточно мала, то моделирование как инструмент познания даёт хорошее описание объекта (можно сказать, высокую точность или разрешение, или предсказательность), а в противном случае — плохое. Мы не будем сосредотачиваться на математических строгостях и формализмах о классах функций φ и $\tilde{\varphi}$, нам важно продемонстрировать философское утверждение, что путь к истине нелёгок и нескор. Прежде всего отметим тот принципиальный факт, что понятие приемлемости (или неприемлемости) метода по точности является относительным. Можно говорить, что один из методов точнее другого, но нельзя провести чёткую границу, разделяющую методы на годные и негодные (мы сейчас ничего не говорим о цене метода, на этом важном вопросе остановимся позже). Далее, величина φ , которая принимается нами за реальную характеристику объекта, определяется из натурных наблюдений и измерений, поскольку практика, как известно, — критерий истины. Однако сами измерения неизбежно проводятся с погрешностями, которые могут быть значительными, и совершенствование методик получения надёжных результатов в различных предметных областях формирует отдельные актуальные научные направления. При этом натурные эксперименты иногда слишком затруднительны или даже невозможны, и тогда приходится привлекать “внутренние” критерии достоверности моделирования. Типичный подход заключается в использовании различных моделей изучаемого объекта, в том числе иерархических, и сопоставлении результатов отдельных численных экспериментов.

Погрешность моделирования в целом складывается, по крайней мере, из трёх компонент:

$$\delta = \delta_n + \delta_m + \delta_c,$$

где δ_n — ошибка предметной модели (например, физической), δ_m — ошибка математической модели, δ_c — погрешность вычислительной модели. Так, в задачах гидродинамики иногда пренебрегают вязкостью или изменением плотности и температуры среды, что намного упрощает проблему, но может приводить к появлению ошибки физической модели δ_n . Принципиально то обстоятельство, что различные числовые данные, определяющие материальные и геометрические свойства объекта, как правило, известны приближённо.

Для уже выбранной предметной модели можно использовать различные математические постановки: в решаемом функциональном уравнении $L\Phi = F$ оператор L может быть дифференциальным или интегральным либо же иметь вариационную форму; описания его коэффициентов и области определения также могут отличаться, обуславливая различные величины δ_m . Например, в задачах прогноза погоды используется огромный объём метеорологической и космической информации, и проблема “усвоения данных”, чтобы они не противоречили используемой модели, — серьёзное направление научных исследований. Надо также иметь в виду, что решение Φ математического уравнения представляется функциями (давления, плотности, температуры и т.д.), зависящими от пространственных координат и времени, а величина $\varphi = \varphi(\Phi)$ — это другой функционал, получаемый в результате каких-то косвенных измерений. Квалифицированное сопоставление φ со значениями Φ — вопрос, требующий особой компетенции.

Численная погрешность δ_c зависит от многих факторов: способа дискретизации исходной непрерывной задачи, метода аппроксимации функциональных уравнений алгебраическими, вычислительной устойчивости применяемых алгоритмов, особенностей конкретной машинной арифметики. Проведение расчётов с необходимой (и достаточной) для практики точностью δ_c — прерогатива современной вычислительной математики. Её основатель академик и адмирал российского флота А.Н. Крылов ещё 100 лет назад учил, что проводить расчёты с излишне скрупулёзной точностью — грубая профессиональная ошибка, поскольку при этом удорожается работа. Особенность численных методов — применение семейства алгоритмов, которые зависят от счётных параметров, определяющих погрешность результата. Типичным является построение в расчётных областях достаточно густых сеток с характерным шагом h и применение на них методов аппроксимации исходных

уравнений — таких, что при $h \rightarrow 0$ асимптотически ошибка пропорциональна величине h^γ , где константа $\gamma > 0$ называется порядком алгоритма. Тогда при измельчении сетки имеется *сходимость метода*, то есть приближённое решение Φ стремится к истинному Φ , а ошибка δ может стать теоретически сколь угодно малой.

От знания к мудрости. Существует расхожее мнение, что западная цивилизация базируется на знаниях, а восточная — на мудрости, причём последнее понятие подразумевает действия, основанные на личном или чужом опыте. Переходя к рассмотрению второй категории, на которую мы обратили внимание в истории с Понтием Пилатом, — “принятие решения”, поместим альтернативу “знание—мудрость” в контекст современных проблем моделирования, а не культурно-географических различий.

Непосредственной целью моделирования выступает или получение новых фундаментальных знаний (здесь уместно вспомнить поговорку “нет ничего более практичного, чем хорошая теорема”), или изучение свойств всевозможных процессов/явлений — научно-технических, природных, социальных. Однако получение знаний — не самоцель, “сухим остатком” моделирования должны быть именно какие-то решения, характер которых определяется конкретной областью деятельности. Компьютеризация интеллектуальной сферы принятия решений — очень заманчивая идея, подходы к её реализации заключаются в построении *систем принятия решений* [18]. Здесь можно вспомнить и такую смелую задумку, как попытка построить теорию решения изобретательских задач [19].

Поскольку математика — одновременно и служанка, и царица всех наук, её универсальный язык применим практически везде. Давно известно, что уровень развития любой отрасли определяется степенью её математизации, а сегодня можно смело добавить, что и компьютеризации. Иначе как счастливым обстоятельством не назовёшь тот факт, что с помощью относительно небольшого набора основных математических объектов и операций над ними — всего лишь в пределах нескольких десятков — можно описывать самые различные процессы и явления. Например, одно из относительно простых и широко известных уравнений, носящее имя французского математика С.Д. Пуассона, успешно используется для решения задач теплопроводности, диффузии, электромагнетизма, газодинамики и т.д. Конечно, специалисты из перечисленных научно-технических областей имеют разную профессиональную подготовку и даже психологию, и чтобы каждому из них моделирование приносило существенную практическую пользу в качестве математической инновации, надо

проделать большую подготовительную работу. Необходимо понимать, что фактическим инструментом для рассматриваемого абстрактного пользователя выступает компьютер с работающими на нём программами. Конкретные представления этих технологий имеют огромное значение (дьявол кроется в деталях).

Возрастание общепознавательной роли моделирования в английской литературе отражается в появлении новых понятий: “simulation”, “data mining”, “deep knowledge”, “digital design” и т.д., которые, как и упомянутой выше термин “computer science”, пока не нашли в русском языке популярных аналогов. Однако в целом наблюдаемые тенденции свидетельствуют о формировании нового поколения науки о знаниях, разрабатывающей собственные когнитивные технологии и онтологические принципы (см. обзор в [20]), совершенствующей средства искусственного интеллекта. Искусственный интеллект заслуживает особого внимания. Понятно, что ЭВМ без человека ничто, и работает машина только по предписанной программе. Однако при немыслимом росте компьютерных ресурсов — памяти и вычислительной мощности — слабым звеном стало катастрофическое отставание производительности труда программистов, которое можно классифицировать как мировой кризис программирования, в особенности прикладного. Единственный видимый “свет в конце туннеля” — качественный рост уровня автоматизации построения математических моделей и алгоритмов, так или иначе связанный с созданием “фабрики языков” естественного типа. В яркой и остроумной книге А. Клеппе [21] данная парадигма обозначена как переход от “палеоинформатики” к “неоинформатике”.

Мы не будем задаваться сакраментальным вопросом, может ли машина мыслить, поскольку нас интересует более приземлённая проблема: можно ли построить систему моделирования, которая решала бы с высокой производительностью широкие классы актуальных задач? Ответ на этот вопрос сразу напрашивается резко отрицательный, поскольку универсальность и эффективность всегда находились в антагонистических отношениях. Однако в следующем разделе мы увидим, что зачастую труднодостижимых целей можно достичь, посмотрев на проблему и на подходы к ней с неожиданной стороны.

Технологии решают всё. Чтобы сделать моделирование эффективным инструментом получения новых фундаментальных знаний и реальной производительной силой, необходимо провести огромную работу в сфере наукоёмкого программирования, вычислительно-информационных технологий и, что не менее важно, создания современных

организационных структур со взаимодействием разнородных коллективов разработчиков и пользователей. Особенность нынешней ситуации обуславливает невозможность совершенствовать моделирование в отсутствие не только сетей НИР, НИОКР и ОКР, то есть различных сочетаний научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, но и промышленных высоконадёжных (робастных) и высокопроизводительных программных продуктов.

С целью представить масштабы и содержание стоящей проблемы, посмотрим на неё с различных точек зрения, или в разных системах координат. С одной стороны, вопросы моделирования можно классифицировать по отраслям, которые определяют главные направления потоков человеческих и финансовых ресурсов: машиностроение и энергетика, природопользование и химическая промышленность, биология и медицина, строительство и транспорт, сельское хозяйство и т.д. Одновременно все решаемые при этом задачи могут быть разделены в соответствии со своей математической постановкой. Системы уравнений Максвелла (электромагнетизм), Навье—Стокса (газодинамика) и Ламе (упругопластичность), уравнения тепло-массопереноса и многофазной фильтрации, системы квантовой механики и кинетической теории Больцмана — все эти формализмы отличаются богатой внутренней систематизацией и одновременно наличием разнообразных формулировок в виде дифференциальных, интегральных и/или вариационных соотношений. Наиболее практически значимыми и в то же время наиболее сложными оказываются междисциплинарные задачи, описывающие взаимодействия процессов или явлений различной природы и представляемые совокупностью различных функциональных уравнений.

Все математические задачи также делятся на прямые и обратные. К первым относятся сравнительно “простые”: все исходные данные известны и по ним требуется найти искомое решение. В постановке обратных задач, напротив, содержатся неизвестные параметры, которые необходимо определить по дополнительным условиям, включающим минимизацию заданного целевого функционала и удовлетворение каким-то ограничениям на свойства данных. Решение обратной задачи основывается на многократных расчётах прямых задач при направленном переборе параметров с помощью обширной теории методов оптимизации. Именно обратные задачи, в частности в рамках автоматизации проектирования каких-то устройств, оптимизации режима эксплуатации оборудования, а также многочисленных постановок с идентификацией параметров модели (сюда относятся задачи геологоразведки или распознавания образов), представляют

наибольшую ценность для инженера и любого производственника.

Многообразие математических задач обеспечивается очень большим числом вычислительных методов, мировой поток публикаций по этой тематике огромен, поэтому не будем останавливаться даже на простом перечислении основных направлений. Нельзя, однако, не заострить внимание на таких важных понятиях, как “плохой”, “хороший” и “наилучший” алгоритм. Введём следующее определение: метод называется оптимальным для решения заданного класса задач с требуемой точностью на указанной вычислительной системе, если он позволяет получить результат при минимальных ресурсных затратах. Таким образом, даже для фиксированного набора алгоритмов наилучшими могут оказаться разные — в зависимости от типа задачи, гарантированной погрешности результатов и применяемого компьютера. Отсюда следует, что лучшее — враг хорошего: попытка оптимизировать метод в конкретном случае, как правило, будет дороже решения задачи каким-то из существующих приемлемых способов. Особое значение приобретает высокий профессионализм — непереносимое условие грамотного проведения вычислительного эксперимента. Например, необходимым этапом вычислительного эксперимента является верификация алгоритма, доказывающая, что с его помощью поставленная задача действительно будет надёжно решена. В противном случае демонстрируемые красивые результаты могут оказаться лишь компьютерными артефактами, не имеющими отношения к реальности.

Ещё один важнейший вопрос — вычислительно-информационные технологии решения на суперЭВМ больших задач (в том числе междисциплинарных и обратных). Прежде всего это огромные объёмы прикладного программного обеспечения, которое можно разработать только при международной кооперации значительного количества групп разработчиков. Очень важно реализовать возможность переиспользования имеющихся программных продуктов, концентрирующих накопленный за многие годы колоссальный интеллектуальный потенциал. Очевидным условием создания инструментов математического моделирования выступает также высокая производительность исполнения на современных многопроцессорных вычислительных системах (МВС) со сложной архитектурой разнородных процессорных устройств, работающих на распределённой и общей иерархической памяти. По счастливому стечению обстоятельств в океане задач и алгоритмов моделирования существует чёткое разделение технологических стадий (геометрическое и функциональное моделирование, дискретизация и аппроксимация исходной задачи и т.д.), которые могут разрабатываться

достаточно автономно на принципах согласования промежуточных, или интерфейсных, структур данных.

К настоящему времени на мировом рынке имеется большое количество коммерческих и общедоступных пакетов прикладных программ (ППП) для решения определённых классов задач математического моделирования. Однако стратегическая концепция нового поколения компьютерного инструментария заключается в создании интегрированного вычислительно-информационного окружения с длительным жизненным циклом, участием широкого круга разработчиков при тесном взаимодействии учёных с инженерами. Формирование получаемой базовой системы моделирования (БСМ) должно удовлетворять следующим научно-производственным принципам:

- гибкое расширение состава вычислительных модулей с автоматизацией построения новых математических моделей и алгоритмов (данное условие является естественным в силу непрерывного развития вычислительных методов и технологий);
- адаптация к эволюции компьютерных платформ с высокопроизводительным отображением алгоритмов на архитектуру МВС;
- эффективная эксплуатация в рамках технологий облачных вычислений на вычислительных центрах коллективного пользования с удалённым доступом через Интернет.

Конечная цель рассматриваемой БСМ — переход от кустарного производства отдельных ППП к индустриальному созданию прикладного математического и программного обеспечения на основе системного подхода и общей инструментальной базы, позволяющих в разы поднять производительность разработки и применения конечных продуктов.

Камо грядёши? Ответ на вопрос, какая цель оправдывает средства, необходимые для осуществления рассматриваемого мегапроекта, очевиден: это массовая востребованность моделирования практически во всех сферах человеческой деятельности. Однако вопросы тактики и стратегии управления социально-экономическими процессами, которые неизбежно возникнут в предстоящую эпоху постиндустриализации, ещё ждут глубокого осознания, в том числе философского.

Так что же нас ожидает? Начнём рассмотрение с верхнего уровня — с образа учёного-энциклопедиста. Такому образу соответствовали физики-теоретики Л.Д. Ландау и Р. Фейнман, по учебникам которых в конце XX в. учился весь мир. За прошедшие десятилетия научные дисциплины настолько усложнились и специализировались, что один человек уже не в состоянии овладеть всем необходимым объёмом знаний. Палочкой-выручалочкой

в этой ситуации оказывается суперкомпьютер: он не только может дать любую справочную информацию, но и практически мгновенно решить задачу (с наглядным представлением), на которую, используя “старые технологии” кропотливых аналитических исследований, пришлось бы потратить долгие часы и дни. Следовательно, у учёного “новой формации” — как теоретика, так и экспериментатора — появляется могучий интеллектуальный помощник, но окончательное слово, подчеркнём, остаётся за человеком.

Здесь уместно провести аналогию с компьютерными шахматами. В 1974 г. в Стокгольме состоялся первый в мире чемпионат мира среди шахматных программ, который выиграла российская программа КАИССА. Тогда даже заключались нешуточные пари, сможет ли машина когда-нибудь сравниться с шахматными мастерами. Сейчас лучшие программы уже обыгрывают чемпионов мира, а профессиональные игроки не мыслят подготовку к турнирам без компьютера. Но во время соревнований его использование категорически запрещено. В этой ситуации гроссмейстер Г.К. Каспаров предложил альтернативный спорт — “живые шахматы”, в которых соревнуются пары “человек + компьютер” (эта идея пока не нашла отклика спортивной общественности).

Проблема супервычислений имеет и такой аспект, как энергозатраты. Один из главных факторов, сдерживающих появление “экзафлопсника”, — высокое электропотребление, по пессимистическим оценкам, достигающее до 100 МВт, то есть функционирование столь мощного компьютера требует работы небольшой электростанции. Задача, над которой бьются лучшие инженеры, состоит в уменьшении этой цифры до 20 МВт. Таким образом, математическое моделирование — достаточно дорогое удовольствие. Любопытно, что один из возможных выходов из данного тупика — математический, и заключается он в построении “дешёвых” алгоритмов. Работа ЭВМ состоит из выполнения арифметических операций и передачи данных. Коммуникации не только замедляют процесс, но и являются наиболее энергоёмкой его составляющей. Отсюда задача — создание алгоритмов, предполагающих наименьшие объёмы информационных обменов.

На тему “математика должна быть экономной” можно говорить много и разнообразно. Например, с какой точностью в ЭВМ надо реализовывать сами арифметические операции, чтобы гарантировать правильность численного результата, но не совершать при этом лишней работы? В стандартных архитектурах расчёты проводятся с так называемой простой и двойной точностью, когда под машинное слово отводятся 32 и 64 бита (двоичный

разряд) соответственно. Понятно, что такое решение является палиативным, в идеале надо вводить арифметику с переменной разрядностью, которая будет автоматически настраиваться на требования задачи. Подобная интеллектуальность “компьютерного железа” не совсем уж фантастическая, давно идут работы, направленные на создание ПЛИС — программируемых логических интегральных схем. На этом поприще даже может стать возможным осуществление голубой мечты математика — появление “заказного” компьютера под задачу или под алгоритм. Камнем преткновения здесь выступают опять же прозаические финансы и коммерческая конкуренция компьютерных платформ. Если эти вопросы будут решены, мы сможем увидеть, как компьютеры начнут создавать себе подобных — реально проектировать новые вычислительные устройства, что даст повод к новым философским размышлениям.

С потенциальным массовым пользователем моделирующих компьютерных систем ситуация в некотором смысле оказывается понятнее, чем с их разработчиком. Однако она имеет далеко идущие социальные последствия. Легче всего рассмотреть производства, связанные с системами автоматизации проектирования (САПР). Такие системы реализуются в разнообразных продуктах, имеющих широко известные англоязычные аббревиатуры CAD, CAE, CAM, PLM [22] и обеспечивающих продвинутые технологии компьютерного, или цифрового, инжиниринга. Уже длительное время в этой области происходит конвергенция САПРовских продуктов с программными моделирующими системами и образуется единый производственный цикл: конструкторская документация на изделие (самолёт, автомобиль и др.) подаётся в ЭВМ, где проводятся необходимые расчёты с оптимизацией, а результаты выдаются опять же в заводских форматах и непосредственно идут, например, на станки с числовым программным управлением. При этом могут быть сокращены дорогостоящие и длительные натурные испытания на аэродинамику, на прочность и разрушение, что даёт в итоге значительный экономический эффект. В подобных условиях, очевидно, возникают качественно новые требования к подготовке практически всего инженерно-технического персонала, реальной становится перспектива появления новых массовых профессий.

То же самое можно сказать и о других высокотехнологичных отраслях, вовлечённых в ключевые сферы: разработка наноматериалов, биотехнологий, новых методов геологоразведки и добычи полезных ископаемых, сберегающая энергетика и т.д. Речь идёт не только о “модных” новациях, с которыми ассоциируется современный научно-технологический прогресс, но и о традиционных областях вроде

сельского хозяйства, которые не смогут остаться в стороне от смены производственных отношений.

Происходящие технологические потрясения требуют гуманитарного осознания, и в работах философов и мыслителей-футурологов (например, Т. Куна [23] и Р. Курцвейла [24]) такие процессы связываются с категориями “научная революция”, “эволюция разума”, “постнаука”. В техническом плане описанный выше путь может быть пройден за короткие исторические сроки, и главная проблема, которая здесь возникает, состоит в массовой подготовке новых кадров — целого поколения специалистов в супервычислениях и экстремальном математическом моделировании. Необходимы новые учебные программы и курсы в широком спектре дисциплин суперкомпьютерного образования, нужны курсы переподготовки уже сформировавшихся специалистов и преподавателей. Фактически задача заключается в преодолении одного из следствий выполнения закона Мура — складывающегося мирового кадрового дефицита. Те общества, которые приложат необходимые силы для его преодоления, выйдут на путь “светлого будущего” суперкомпьютерной цивилизации.

Работа является расширенным и обобщённым вариантом статьи автора, поддержанной на конкурсе научно-популярных материалов Российского фонда фундаментальных исследований в 2017 г., грант № 17-11-20082. Данная работа также частично поддержана грантом Российского научного фонда № 14-11-00485-П и грантом Российского фонда фундаментальных исследований № 16-29-15122. Автор выражает искреннюю благодарность кандидату философских наук М.И. Лелековой, инициировавшей данное исследование и консультировавшей его.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рассел Б. История западной философии. М.: МИФ, 1993.
2. Стёпин В.С., Горохов В.В., Розов М.А. Философия науки и техники. М.: Контакт-Альфа, 1995.
3. Основы философии науки / Под ред. С.А. Лебедева. М.: Академический проект, 2005.
4. Канке В.А. Философия математики, физики, химии, биологии. М.: КНОРК, 2011.
5. Рюэль Д. Мозг математика. М. — Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2012.
6. Яновская С.А. Логика и философия математики. М.: ЛЕНАНД, 2016.
7. Арнольд В.И. Что такое математика? М.: МЦНМО, 2004.
8. Манин Ю.Н. Математика как метафора. М.: МЦНМО, 2008.

9. *Derman E.* The Future of Modelling. <http://www.ederman.com/new/docs/risk-futureofmodeling.html> (дата обращения 13.08.2017).
10. *Самарский А.А., Михайлов А.П.* Математическое моделирование. М.: Физматгиз, 2002.
11. *Яненко Н.Н., Коновалов А.Н.* Современные проблемы математической физики и вычислительной математики. Новосибирск: Наука, 1982.
12. *Павловский Ю.Н., Белотелов Н.В., Бродский Ю.И.* Имитационное моделирование. М.: Академия, 2008.
13. *Краснощёков П.С., Петров А.А.* Принципы построения моделей. М.: Изд-во МГУ, 1983.
14. *Ильин В.П.* Что такое вычислительная наука? // Вестник РАН. 2010. № 4. С. 329–336.
15. *Il'in V.P.* Computational mathematics and informatics: Global challenges and Russia's roadmap // Herald of the Russian Academy of Sciences. 2015. № 1. P. 8–14; *Ильин В.П.* Вычислительная математика и информатика: мировые вызовы и российская “дорожная карта” // Вестник РАН. 2015. № 2. С. 107–114.
16. *Il'in V.P.* Fundamental issues of mathematical modeling // Herald of the Russian Academy of Sciences. 2016. № 2. P. 118–126; *Ильин В.П.* Фундаментальные вопросы математического моделирования // Вестник РАН. 2016. № 1. С. 26–36.
17. *Марчук Г.И.* Наука управлять наукой. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2015.
18. *Гергель В.П., Стронгин Р.Г., Городецкий С.Ю. и др.* Современные методы принятия оптимальных решений. Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 2002.
19. *Альтишуллер Г.С.* Найти идею. Новосибирск: Наука, 1991.
20. *Загоруйко Ю.А.* Семантическая технология разработки интеллектуальных систем, ориентированная на экспертов предметной области // Онтология проектирования. 2015. № 1. С. 30–46.
21. *Kleppe A.* Software Language Engineering: Creating Domain-Specific Language Using Metamodels. N.Y.: Addison-Wesley, 2008.
22. *Левин Д.Я., Малюх Б.Н., Ушаков Д.М.* Энциклопедия PLM. Новосибирск: Азия, 2008.
23. *Кун Т.* Структура научных революций. М.: Прогресс, 1977.
24. *Курицвейл Р.* Эволюция разума. М.: ЛитРес, 2016.

ДИСКУССИОННАЯ
ТРИБУНА

ГЕОПОЛИТИКА И СЛАВЯНСКИЙ МИР В УСЛОВИЯХ
ИНФОРМАЦИОННОЙ ВОЙНЫ

© 2018 г. М.Ч. Залиханов^а, Д.Ж. Маркович^б, С.А. Степанов^а

^а *Международный независимый эколого-политологический университет, Москва, Россия*

^б *Белградский университет, Белград, Сербия*

e-mail: zalihanov@duma.gov.ru; dacamarkovic@yahoo.com; info@mnepu.ru

Поступила в редакцию 5.06.2017 г.

В статье впервые рассматривается специфика глобальной информационной войны против ряда славянских государств в интересах американских транснациональных корпораций. Анализируются причины потери независимости западными средствами массовой информации в современных геополитических условиях, а также их методы дезинформации для достижения военно-политических и экономических преимуществ в противостоянии со славянскими странами. Формулируются предложения по усилению информированности молодежи о причинах и последствиях геополитических изменений, о современной научной картине мира.

Ключевые слова: славянский мир, информационная война, геополитические изменения, молодёжь, научная картина мира, международное право, манипулирование сознанием людей, фальсификация истории.

DOI: 10.7868/S0869587318010085

Важнейшая составная часть современных геополитических изменений — полномасштабная информационная война, которая представляет собой комплексную стратегию достижения информационного превосходства. Эта война становится бескомпромиссной самостоятельной формой информационной борьбы в ходе конфликтов в разных регионах мира. По мере осложнения и расширения конфликтов она приобретает характер непрерывной и порой упреждающей. Эти особенности информационной войны ярко проявились в событиях в Юго-славии, на Ближнем Востоке, на Украине, причём

успех в ней обычно достигается благодаря широкой дезинформации и использованию высокого информационно-коммуникационного и технологического потенциала. Именно этим потенциалом и опорой на социальные сети в Интернете, новыми формами самоорганизации людей в разных уголках планеты, прежде всего молодёжными сообществами, объясняется успех “цветных” революций и “мягкой силы” в последние десятилетия.

Следует отметить, что с распространением Интернета и социальных сетей, их включением в число



ЗАЛИХАНОВ Михаил Чоккаевич — академик РАН, научный руководитель МНЭПУ. МАРКОВИЧ Данило Жорж — профессор Белградского университета, действительный член Сербской академии образования. СТЕПАНОВ Станислав Александрович — доктор педагогических наук, профессор МНЭПУ.

средств массовой информации последние превратились в мощную структуру, причём далеко не независимую от трёх ветвей власти — исполнительной, законодательной, судебной, а стали составной частью исполнительной ветви. “Она не корректирует, не критикует, — подчёркивает итальянский журналист и политик Дж. Кьеза, — она участвует во власти. Журналистский класс очень коррумпирован, очень послушен властям: в лучшем случае он замалчивает проблему, а в худшем — подыгрывает властям” [1, с. 26]. В интересах тех или иных политических кругов и государств СМИ осуществляют политическое манипулирование как скрытое воздействие на индивидуальное и общественное сознание с целью создать определённые психологические установки или спровоцировать политическое поведение конкретной направленности. Посредством распространения через СМИ специальной препарированной информации или откровенной дезинформации у людей вызывают требуемые эмоции и стимулы активности.

Целенаправленная дезинформация объясняет остроту идеологического противостояния западных и российских СМИ в интернет-пространстве. Под нажимом администрации США и их союзников в Европе усиливается процесс размежевания народа Украины на сторонников её нынешнего руководства и пророссийски настроенных сторонников народного ополчения Донбасса. Большая часть народа Украины и особенно молодёжь ежедневно зомбируется откровенной дезинформацией, ложными сообщениями и заявлениями. Помощник госсекретаря США В. Нуланд публично признала, что только за последние два десятилетия США “вкачали” в Украину 5 млрд. долл. на нужды “развития демократии и приобщения к западным ценностям”. На американский след финансирования чеченского сепаратизма и подготовки лидеров этого движения указывает один из авторов настоящей статьи, которому за несколько дней до чеченского восстания Джохар Дудаев преподнёс свой цветной портрет и удостоверил свою подпись золотой именной печатью, подаренной ему американским президентом Б. Клинтон [2, с. 143].

Ярким примером политических манёвров западных стран стал недавний юридический казус с признанием бывшего президента Югославии С. Милошевича невиновным в предъявленных ему обвинениях в военных преступлениях. Следует подчеркнуть, что известие о решении Международного трибунала по военным преступлениям в бывшей Югославии (Гаага, март 2016 г.) [3] не имело должного отклика со стороны широкой общественности вследствие информационной блокады и дезинформации, организованных СМИ против стран, не следующих в политическом фарватере США. Это событие, замалчиваемое прессой и международными

организациями, позволяет глубже понять механизм информационно-политического давления западных стран на Россию и весь славянский мир в современной геополитической обстановке и заслуживает подробного рассмотрения.

Сенсационная новость появилась в сербской прессе со слов американского журналиста Энди Уилкоксона, внимательно изучившего текст приговора Радовану Караджичу, которого судебная коллегия приговорила к 40 годам тюрьмы за военные преступления в Сребренице. В судебном решении по этому делу приводится единогласное заключение коллегии о том, что Слободан Милошевич не несёт ответственности за военные преступления, совершённые в Боснии и Герцеговине в период с 1992 по 1995 г. [4]. Казалось бы, это сообщение должно было стать поводом для серьёзных международно-правовых разбирательств, пересмотра и оценки военных действий стран НАТО во главе с США, осуществивших в 1999 г. воздушную бомбардировку суверенного государства вопреки резолюции Совбеза ООН. Напомним, что с 24 марта по 10 июня 1999 г. авиация НАТО — а это 19 развитых стран с населением 600 млн. человек — совершила 25 тыс. самолёто-вылетов, в результате которых на страну с 11-миллионным населением было сброшено свыше 10 тыс. крылатых ракет, 37 тыс. кассетных бомб, 25 тыс. авиабомб, в том числе с зарядами со слабообогащённым ураном, который при взрыве превращается в аэрозоль и распространяется на большие площади. В результате бомбардировок погибли свыше 3 тыс. мирных жителей, более 2,5 млн. человек остались без средств к существованию, сотни тысяч косовских сербов стали беженцами, разрушены сотни предприятий и транспортных узлов, 422 здания школ, вузов, общежитий, повреждены 48 медицинских учреждений и 365 культурных объектов — музеев, монастырей, храмов, исторических памятников. Помимо этого, оказались серьёзно нарушены экологическая система, транспортная и социальная инфраструктура страны, материальный ущерб составил сотни миллиардов долларов. Экологические последствия воздушных бомбардировок проявляются до сих пор.

Накануне воздушной агрессии НАТО югославское руководство оказалось перед выбором: либо согласиться с потерей Косова, либо вступить в войну с НАТО. Этому предшествовала встреча Б.Н. Ельцина с членами Еврокомиссии 18 февраля 1999 г., когда на вопрос о возможной военной акции НАТО против Югославии в связи с ситуацией в Косове российский Президент заявил: “Этого не будет! Вот и весь наш ответ. Мы не дадим тронуть Косово!”. Руководство Югославии рассчитывало и на международное право, и на мировое общественное мнение, которое, однако, было заранее настроено против сербов вследствие длительной

информационной кампании, в ходе которой ответственность за все военные эксцессы на территории Югославии возлагалась исключительно на сербов [5, с. 76].

Как подчёркивал академик Н.Н. Моисеев в докладе “Россия в системе государств XXI века”, в развитых странах принято иметь два разных стандарта оценки происходящего — для собственного употребления и “на экспорт” [6, с. 6]. Именно так произошло с делом Слободана Милошевича: признание его невиновности оказалось скрыто за другим судебным разбирательством. Ангажированный суд в Гааге не решился вынести оправдательный приговор президенту Югославии.

Политику замалчивания этого события надо рассматривать как часть информационной войны против нашей страны и славянского мира, а саму информационную войну, санкции и противодействие усилиям России по мирному урегулированию событий на Украине и Ближнем Востоке — как глобальную политику неприятия и сдерживания независимого курса Российской Федерации. В одном из своих интервью Президент России В.В. Путин подчёркивал, что подавление независимости России, с одной стороны, и Югославии — с другой, — это звенья одной цепи, проявления экспансионистской политики США [7].

Логика мировой истории второй половины XX в. подсказывает, что выработанная США и поддержанная её союзниками в Западной Европе военно-политическая доктрина в отношении СССР и социалистических стран обеспечивала успех военно-экономической и политической экспансии американского империализма [8, с. 19]. Сербский исследователь процессов глобализации Л.Р. Митрович обращает внимание на полемику З. Бжезинского относительно политики вбивания клиньев между Сербией и Россией и между Россией и Европейским союзом как политики современного макиавеллизма по разобщению славянских народов [9, с. 14, 15].

В последние десятилетия США разработали и успешно апробировали технологии гибридной войны по смене неудобных им режимов, в частности, в ходе государственного переворота на Украине в феврале 2014 г. В краткосрочной перспективе США достигли своей цели по разобщению народов России и Украины, используя рецепт германского канцлера О. Бисмарка, который говорил: чтобы экономически ослабить Россию, надо “не только оторвать Украину от России, но сравнить две части единого народа и наблюдать, как брат будет убивать брата. Для этого нужно только найти и взрастить предателей среди национальной элиты и с их помощью изменить самосознание одной части великого народа до такой степени, что он будет ненавидеть

всё русское, ненавидеть свой род, не осознавая этого. Всё остальное — дело времени” [10, с. 46].

Трагедия русского мира не менее печальна, чем трагедия Югославии. За границами России остались миллионы русских, жизненные интересы которых ущемляются. На юго-востоке Украины идёт жестокая гражданская война: число жертв среди мирного населения приближается, по некоторым данным, к 10 тыс. человек, сотни тысяч граждан Украины стали беженцами, в западных областях страны и Киеве возвышаются националистические силы. Известно высказывание А.И. Солженицына, относящееся к периоду его эмиграции: “С Украиной будет чрезвычайно больно... Надо вступаться за Россию, а то затравят нас вконец”. Сегодня значительная часть населения Украины не понимает, что именно майдан и военный переворот в Киеве запустили и крымские, и одесские события, и гражданскую войну в Донбассе, создав угрозу распада Украины как целостного государства.

Осуществляется жёсткая информационная блокада России, в западных СМИ распространяется дезинформация относительно реальных событий на Украине, в сознание людей внедряется мысль о якобы агрессивных устремлениях России против стран НАТО и Балтии. “Осведомлённость людей Европы о событиях на Украине, — считает Дж. Кьеца, — практически нулевая. Эта наилучшая тактика для утверждения лжи — вычеркнуть правду. Такая политика была единодушно поддержана всеми итальянскими каналами”. В результате “90 процентов населения Италии и Европы уверены, что Россия захватила, атаковала и оккупировала Украину, что Путин — агрессор. В Италии думают, что весь народ встал на защиту государственности Украины. Но какой весь народ? Там нацисты действовали, но никто в Италии об этом ничего не знает” [1, с. 43]. Антироссийской пропаганде способствует отсутствие согласованного на международном уровне документа в связи с грузино-южноосетинским военным конфликтом 2008 г., когда Россия была вынуждена вмешаться в военное противостояние и остановить грузинских политиков, развязавших войну против малочисленного этноса и российских миротворцев, разделявших Грузию и Южную Осетию.

Российские дипломатия и СМИ недостаточно активны в раскрытии истинных причин и инициаторов военного переворота на Украине в феврале 2014 г. и последующих событий в Крыму, Одессе и начавшейся гражданской войны. Это тем более актуально, что с распадом СССР на территориях бывших республик Союза и социалистических стран Европы усилились антироссийские и националистические настроения, в то время как США, Великобритания, Германия, Франция, располагая разветвлёнными сетями влияния, накопления

информации и вербовки представляющих для них интерес политических, экономических и иных структур и лиц (USID, Salzburg Seminar, British consols, DAAD и др.), усиливают своё политическое и идеологическое воздействие на население, прежде всего на молодёжь. Скоординированные действия Запада по проникновению в информационное пространство стран, окружающих Российскую Федерацию, приводят к снижению престижа нашей страны, подпитывают внутреннюю оппозицию, раскалывают общественное мнение в России, вселяют недоверие к политике российского государства относительно Украины и его независимой позиции в мире.

Важно отметить, что события на Украине стали реальным проявлением цивилизационного разлома на постсоветском пространстве и в русском мире. Ещё в 2009 г. французский аналитик А. Латса подчёркивал: «Нас могут отрезать от России в цивилизационном, геополитическом, политическом и энергетическом плане. Причём новая стена в Европе пройдёт не через Берлин, а через Украину, разделив её на пророссийский Восток и проамериканский Запад. Эта линия разлома приблизительно поделит континент на католическую и православную Европу соответственно теории разделённых цивилизаций, представленной С. Хантингтоном и Н. Моисеевым» [11].

Информационное противодействие в современной геополитической обстановке усиливается фальсификацией истории многовековой совместной жизни братских славянских народов, прежде всего русских, украинцев, белорусов, подменой подлинной истории Второй мировой войны историей так называемой национально-освободительной борьбы против «коммунистического порабощения» и «советской оккупации» [12, с. 23]. Противодействие и разоблачение фальсификаций новейшей истории крайне актуальны. Молодёжь сегодня поставлена в трудное положение, если иметь в виду понимание происходящих геополитических процессов. Значительная её часть, особенно на Ближнем Востоке, а также в некоторых странах Евросоюза, в России и на Украине, увлекается идеями справедливости и восстановления равенства в использовании достижений современной цивилизации, провозглашаемыми проповедниками всеобщего джихада под знамёнами запрещённого в России и многих странах Европы Исламского государства. Среди украинской молодёжи популярны идеи евроинтеграции и так называемые ценности западной демократии [13, с. 697], пропагандируемые нынешними киевскими властями. Жёсткость западной информационной войны против России и события на Украине показали остроту проблемы самоидентификации государств, образовавшихся на постсоветском пространстве, особенно в их взаимоотношениях с учётом истории совместного

проживания и национально-культурных традиций. Этому вызову они противостоять не смогли.

Для народов России и русских, проживающих в новых государствах, образовавшихся на территориях бывших республик СССР, очень актуален призыв Слободана Милошевича, провозглашённый им в стенах Гаагского суда: «Русские! Я сейчас обращаюсь ко всем русским — жителей Украины и Белоруссии на Балканах тоже считают русскими. Посмотрите на нас и запомните: с вами сделают то же самое, когда вы разобьётесь и дадите слабину. Запад, эта бешеная собака, вцепится вам в горло. Братья, помните о судьбе Югославии! Не дайте поступить с вами так же!» [14]. Действительно, России и странам, образовавшимся на постсоветском пространстве, не выдержать политического противостояния в глобальной конкуренции, в том числе за умы молодёжи, если не будут предприняты кардинальные меры по созданию условий достойной жизни и свободного развития человека. В кризисной социально-экономической ситуации молодёжь может оказаться перед трудным выбором, как это случилось на Украине в 2013–2014 гг. Только верная социально-экономическая политика, реальный экономический рост, повышение благосостояния людей, развитие культуры и образования в рамках отечественных традиций, укрепление институтов гражданского общества позволят сделать правильный цивилизационный выбор.

* * *

Уроки трагедии славянских государств конца прошлого и начала нынешнего века необходимо учитывать в ходе перестройки деятельности Организации Объединённых Наций, превращения её в истинного регулятора мировых процессов, способного заменить военные инструменты разрешения конфликтов дипломатическими мирными переговорами. Эти уроки должны стать основой цивилизованных, юридически и экономически подкреплённых претензий к политикам и странам за экономические, экологические и гуманитарные потери от агрессивных действий США и Западной Европы в Югославии, на Ближнем Востоке, на Украине. С усилением информационной войны и антироссийской пропаганды важно разъяснять молодёжи историческую роль народов России, Украины и Белоруссии как цивилизационного моста между Востоком и Западом, о котором академик Н.Н. Моисеев писал задолго до украинских событий: «Наши народы объединяет не только религия, общность цивилизации, единство миропонимания, которые служат основой формирующейся евразийской цивилизации, в основе которой — общность трёх славянских народов: белорусов, русских и украинцев... Мы единый суперэтнос. Это

приговор Истории. И чем быстрее мы это поймём, тем легче нам всем будет справиться с тем множеством бед, которые выпали на нашу долю!” [15, с. 40].

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кьеза Дж.* Мир на пороге войны. Размышления европейца. М.: Книжный мир, 2015.
2. *Залиханов М.Ч.* Моя Россия. М.: Издательский дом НП, 2003.
3. *Кьеза Дж.* Милошевич оправдан, а заказчики суда над ним должны сесть на скамью подсудимых. <http://kvedomosti.com/525746-ssha-nato-i-es-v-shoke-slobodan-miloshevich-opravdan-v-gaage.html/> (дата обращения 18.10.2016).
4. Гаагский трибунал оправдал Слободана Милошевича. <http://srpska.ru/article.php?nid=29868/> (дата обращения 18.10.2016).
5. *Судо М.М.* Экологические и социальные последствия силового решения югославского конфликта // Россия в окружающем мире: 2000. Аналитический ежегодник / Отв. ред. Н.Н. Марфенин, под общей ред. Н.Н. Моисеева, С.А. Степанова. М.: Изд-во МНЭПУ, 2000.
6. *Моисеев Н.Н.* Россия в системе государств XXI века: Материалы совместного заседания учёных советов Московского энергетического института и Международного независимого эколого-политологического университета 27 октября 1999 г. М.: Изд-во МНЭПУ, 2001.
7. Владимир Путин ответил на вопросы журналистов. <http://www.kremlin.ru/events/president/news/53103> (дата обращения 19.10.2016).
8. *Маркович Д.Ж.* Социология и глобализация. Сборник статей / Перевод с сербского О.Л. Кирилловой. М.: Изд-во МНЭПУ, 2002.
9. *Мирович Л.Р.* Современные Балканы в ключе геополитики. Белград: Институт политических исследований, 2008.
10. *Бисмарк О.* Мысли и воспоминания. М.: Соцэкгиз, 1940.
11. *Ламса А.* Будущее Европы — это Россия! / Geostrategie.com (Франция). <http://inosmi.ru/text/translation/253324.html> (дата обращения 15.03.2009).
12. *Степанов С.А.* Историко-политологическая постановка проблемы истории Второй мировой войны и её последствий // Социально-гуманитарные знания. 2010. № 5. С. 16—26.
13. *Залиханов М.Ч.* Осознанное гражданство в эпоху актуализации этносов // Россия академика М.Ч. Залиханова. М.: Эрвест, 2010.
14. Слободан Милошевич оправдан в Гааге! <http://www.liveinternet.ru/users/4955658/post396262983> (дата обращения 11.10.2016).
15. *Моисеев Н.Н.* Время определять национальные цели. М.: Изд-во МНЭПУ, 1997.

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ

ПРОСТЫЕ ИСКУССТВЕННЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРИРОДООХРАННЫХ ЗАДАЧ

© 2018 г. Л.А. Сомова, Т.И. Письман, Н.С. Печуркин

Институт биофизики Красноярского научного центра СО РАН, Красноярск, Россия

e-mail: lidsomova@mail.ru; pech@ibp.ru; nsia@akadem.ru

Поступила в редакцию 29.06.2017

Простые искусственные экосистемы, позволяющие упростить цепи и звенья круговорота веществ, — удобный инструмент для исследования закономерностей функционирования микробных популяций, их сообществ и экосистем. В статье представлены результаты изучения наземных и водных экосистем различной структуры с учётом типов взаимодействия организмов и способов регуляции, условий, которые влияют на процессы их формирования, поддержания и длительного функционирования. На основе экспериментальных данных предложены рекомендации по созданию искусственных экосистем и разработке количественных прогнозов их поведения, учитывающих активность всех звеньев, которые составляют систему.

Ключевые слова: искусственные экосистемы, биотические циклы, микробные популяции, агроценозы, охрана окружающей среды

DOI: 10.7868/S0869587318010097

Наблюдаемый сегодня экологический кризис и нарушение биотических циклов часто связывают с кризисом редуцентов. Микроорганизмы, способные осуществлять все реакции глобальных циклов и потому относящиеся к основным биогеохимическим агентам, не справляются с количеством и качественным составом отходов человеческой деятельности.

В природных условиях каждый организм окружает множество других представителей живой природы, и все они взаимодействуют друг с другом, а потому при создании и исследовании любой экосистемы важно учитывать виды организмов, типы их взаимоотношений и взаимодействий, которые формируют и поддерживают её существование.

По классификации Ю. Одума [1], к наиболее важным типам относят нейтрализм, взаимное конкурентное подавление, конкуренцию из-за ресурсов, аменсализм (когда для одного из совместно обитающих видов влияние другого отрицательно, в то время как угнетающий не получает ни вреда, ни пользы), паразитизм, хищничество, комменсализм (когда один вид получает преимущество, выгоду, не принося другому ни вреда, ни пользы), протокооперацию (когда совместное существование выгодно, но необязательно для сожителей) и мутуализм (когда связь благоприятна для роста и выживания отдельных популяций). Если обобщить, то эти типы взаимодействий можно свести к трём: отрицательным (антибиотическим), положительным (симбиотическим) и нейтральным.



СОМОВА Лидия Александровна — доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник ИБФ КНЦ СО РАН.
ПИСЬМАН Тамара Ивановна — кандидат биологических наук, старший научный сотрудник ИБФ КНЦ СО РАН.
ПЕЧУРКИН Николай Савельевич — доктор биологических наук, главный научный сотрудник ИБФ КНЦ СО РАН.

В природных комплексах экологические взаимодействия носят сложный характер, зависят от множества факторов и протекают по-разному в тех или иных условиях, что делает их труднопредсказуемыми. И здесь на помощь приходят искусственные экосистемы. Будучи упрощёнными моделями природных, они служат эффективным инструментом установления взаимосвязей и факторов, определяющих существование экосистем, открывают уникальную возможность для изучения количественных законов развития, поведения микробных популяций и их использования в охране окружающей среды.

Успех экспериментальных искусственных экосистем зависит от правильного выбора компонентов с определёнными типами взаимоотношений. Их структуру (набор взаимодействующих организмов) определяет экспериментатор в соответствии с поставленной задачей. Мы создали и исследовали следующие типы искусственных экосистем:

- простые наземные системы “растения – ризосферные микроорганизмы – искусственная почва” и “растения – искусственная почва” (их реакция на изменение условий среды при лимитировании биогенными элементами и повышении концентрации CO_2 в атмосфере; вклад микроорганизмов в функционирование системы) [2–4];

- агроценозы и их развитие при введении в систему полифункционального микробиоценоза, созданного с учётом взаимоотношений микроорганизмов и растений [5, 6];

- малые модели водных экосистем на основе микроорганизмов, примерами которых служат малые лабораторные экосистемы [7–9].

Рассмотрим каждый из этих типов подробнее.

ПРОСТЫЕ НАЗЕМНЫЕ СИСТЕМЫ

Глобальное изменение климата, связанное с увеличением концентрации диоксида углерода в атмосфере, находится под пристальным вниманием исследователей. Повышение концентрации углекислого газа в атмосфере за последнее столетие не сопровождается увеличением запасов фитомассы растительного покрова, что свидетельствует о некоторой потере компенсаторных способностей биосферы. Экосистемы и отдельные виды растений реагируют на этот процесс повышением урожайности, ростом фотосинтетической активности, изменением биоразнообразия и физиологических процессов, или же заметный отклик вовсе отсутствует [10–12]. Различия в реакциях связаны с большим количеством взаимодействующих элементов и факторов, не поддающихся учёту. В таких системах трудно, а зачастую просто невозможно проследить все взаимосвязи. Например, авторы большинства работ на эту тему не учитывали

влияния микробной компоненты, которая, как известно, считается наиболее активной в любой экосистеме. Кроме того, в сложных природных комплексах трудно проследить потоки углерода и просчитать его баланс.

Вклад микробов почвы в эмиссию диоксида углерода, повышение концентрации которого в атмосфере влияет на изменение климата, – одна из обсуждаемых сегодня тем. Глобальное потепление ускоряет активность микробной деятельности, увеличивая эмиссию CO_2 в атмосферу [13]. В обзоре [14] Р.Д. Барджитт и его коллеги подчёркивают необходимость более глубокого рассмотрения вопросов, связанных с деятельностью почвенных микроорганизмов, их влиянием на климат, углеродный цикл, что требует организации многофакторных экспериментов, которые в литературе практически не описаны.

Воздействие климата на бюджет углерода экосистемы зависит от баланса между фотосинтезом и дыханием корней, а также гетеротрофным микробным дыханием почвы. При этом исследователи хорошо представляют себе ассимилирующие компоненты углеродного цикла (фотосинтез) и его ответ на изменение климата [15], однако недостаточно понимают роль почвенного дыхания и его чувствительность к аномальным природно-климатическим явлениям. Это связано с тем, что почвенное дыхание регулируется многими факторами, в том числе взаимодействием и обратными связями между климатом, растениями, травоядными животными и симбионтами, а также свободными гетеротрофными микробами почвы [16]. Разобраться в этой регуляции помогают эксперименты с простыми искусственными экосистемами.

В экосистемах “растения пшеницы (*Triticum aestivum* L.) – ризосферные бактерии (*Pseudomonas putida*) – искусственная почва” и “растения пшеницы – искусственная почва” мы изучали взаимодействие звеньев и вклад микроорганизмов в их функционирование при повышенном и нормальном (0,35% и 0,07% соответственно) содержании диоксида углерода в атмосфере. Контрольными служили системы без микроорганизмов “растения пшеницы – искусственная почва”. Отклик простых наземных экосистем на двукратное по сравнению с нормой увеличение содержания диоксида углерода в атмосфере контролировали по интенсивности фотосинтеза, дыханию растений, микроорганизмов, по динамике роста растений и биомассы микроорганизмов, по транспирации и содержанию азота в растениях. Кроме того, рассчитывали баланс углерода [4]. При сравнении двух систем с различной концентрацией CO_2 удалось обнаружить зависимость роста биомассы растений и общей фотоассимиляции от количества бактерий на корнях. Как видно из рисунка 1, в камере с нормальной концентрацией диоксида углерода при

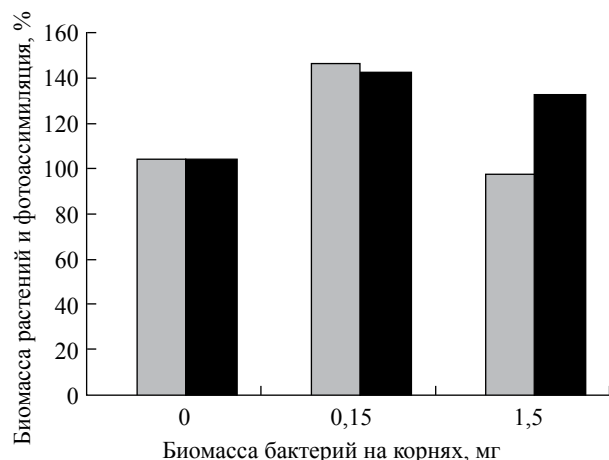


Рис. 1. Влияние ризосферных бактерий на рост растений и фотоассимиляцию в относительных единицах при 0,035%-ном содержании CO_2 в атмосфере

Первый столбец – биомасса растений, второй – фотоассимиляция; первый вариант эксперимента – 0,15 мг бактерий/г биомассы корней; второй вариант – 1,5 мг бактерий/г биомассы корней; контроль – без бактерий

0,15 мг биомассы бактерий на корнях (вариант 1) биомасса растения увеличивается примерно на 40% по сравнению с контрольной. Фотоассимиляция возрастает на столько же процентов. Такое количество бактерий стимулирует рост растения, что способствует большему захвату энергии. В эксперименте (см. рис. 1, вариант 2) при нормальном содержании CO_2 в атмосфере 10-кратное увеличение биомассы микроорганизмов на корнях увеличивает фотоассимиляцию на 28%, но суммарная биомасса растений остаётся практически такой же, как в контрольной системе.

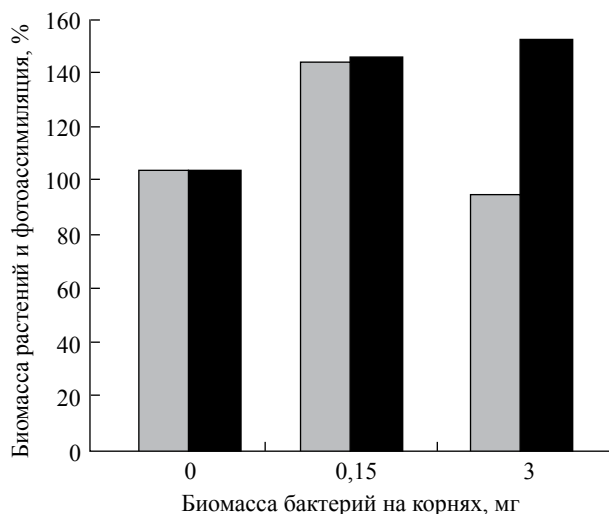


Рис. 2. Влияние ризосферных бактерий на рост растений и фотоассимиляцию в относительных единицах при 0,07%-ном содержании CO_2 в атмосфере

Первый вариант эксперимента – 0,15 мг бактерий/г биомассы корней; второй вариант – 3 мг бактерий/г биомассы корней; контроль – без бактерий

На рисунке 2 показано влияние ризосферных бактерий на рост растений и фотоассимиляцию при повышенном (до 0,07%) содержании CO_2 в атмосфере. В отличие от эксперимента с нормальной концентрацией диоксида углерода, в этих опытах абсолютные показатели биомассы растений и фотоассимиляции выше. К тому же при участии микроорганизмов увеличивалась “прокачка” углерода через систему. Во втором варианте опыта, когда биомасса бактерий повышалась в 20 раз (до 3 мг на корнях), биомасса растений уменьшалась на 9% по сравнению с контролем. Показатели фотоассимиляции при этом оставались выше контрольных на 48%.

Растения в экосистеме “растения пшеницы – ризосферные бактерии – искусственная почва” с полной минеральной средой имели преимущества в росте по сравнению с экосистемой “растения пшеницы – искусственная почва” как при повышенном содержании диоксида углерода, так и при его нормальной концентрации.

Мы провели оценку показателей продукционного процесса по уравнению материального баланса углерода (табл.). В системе “растения – микроорганизмы – искусственная почва” с повышенным содержанием CO_2 в круговорот было вовлечено углерода на 40% больше, чем в системе “растения – искусственная почва”. При этом в биомассе растений оказалось только 60% связанного в результате фотосинтеза углерода. В системе с микроорганизмами 40% углерода поступало через корневые экссудаты растений на рост и дыхание микроорганизмов и корней. В редуцированных системах “растения – искусственная почва” углерод был связан лишь растениями.

Анализ показал, что при повышенном содержании CO_2 в атмосфере, несмотря на увеличение его ассимиляции в системе “растения – микроорганизмы – искусственная почва”, возрастает трансформация органического углерода в диоксид углерода. При этом итоговый рост связывания углерода в биомассе растений и живых микроорганизмах отсутствует. Как следует из результатов исследования, поведение системы может меняться в зависимости от активности взаимодействия микробного звена и растений, а также от типа взаимодействий (в данном случае протокооперации), что необходимо учитывать при разработке количественных прогнозов поведения природных экосистем. Увеличивается и скорость круговорота углерода. Однако рост его связывания в определённых типах экосистем при повышении CO_2 в атмосфере маловероятен.

Таким образом, экспериментально удалось продемонстрировать основные виды откликов экосистем на изменение условий среды, например, концентрации CO_2 :

- если система лимитирована по биогенным элементам типа азота и фосфора (это характерно для

большинства природных экосистем), то никакого отклика ожидать не следует;

- если система не лимитирована по минеральным элементам питания (это характерно для сельскохозяйственных культур), то отклик вполне реален (биомасса растений может увеличиваться до 30–40% при удвоении концентрации CO_2 в атмосфере);

- в зависимости от интенсивности и характера взаимодействия продуцента (растений) с другими звеньями при возрастании ассимиляции CO_2 растениями углерод может не связываться в биомассе последних, но способен через повышенное дыхание микроорганизмов и корней быстро возвращаться в атмосферу [17].

АГРОЦЕНОЗЫ

Агроценозы — это искусственно созданные и поддерживаемые человеком системы (поля, сенокосы, огороды и лесные посадки), которые обладают малой экологической надёжностью, но отличаются высокой урожайностью. Занимая около 10% площади суши, они производят 2,5 млрд. т сельскохозяйственной продукции. В последнее время большое внимание уделяется развитию экологически устойчивых сельскохозяйственных систем, в которых продуктивность растений обеспечивается за счёт их биологических возможностей при минимальном использовании экологически опасных агрохимикатов — минеральных удобрений, пестицидов и регуляторов роста [18, 19]. Один из основных способов достижения этой цели — частичное или полное замещение агрохимикатов препаратами симбиотических или ассоциативных микроорганизмов, которые в природе успешно обеспечивают своих “хозяев” питательными веществами и защищают их от биотических и абиотических стрессов [20]. В условиях рискованного земледелия (например, в Сибири) перспективно применять полифункциональные биопрепараты на основе микроорганизмов с учётом взаимовыгодных отношений последних с растениями.

В экспериментах с агроценозами мы исследовали взаимное влияние микробиоценоза и сельскохозяйственных растений. Микробиоценоз, предназначенный для повышения продуктивности растений и получения из них экологически чистой продукции, создавался нами с учётом взаимоотношений между различными видами микроорганизмов. Полифункциональный микробиоценоз (микробиовит — МБВ) был сформирован на основе природной ассоциации микроорганизмов путём длительной селекции [5].

Применение МБВ позволило увеличить урожайность сельскохозяйственных культур, поддержать плодородие почвы и стимулировать процессы её

Баланс углерода систем: “растения — микроорганизмы — искусственная почва” и “растения — искусственная почва”

Экосистема		Общая фотосинтез, мг	Углерод в растениях, мг	Углерод в микробах и продуктах их метаболизма, мг	Дыхание корней (углерод, мг)
CO_2 0,07%	“Растение — микробы”	140	81	50,5	8,5
	“Растение”	102	91	—	11
CO_2 0,035%	“Растение — микробы”	106	71	22	13
	“Растение”	93	82	—	11

самоочищения. Микробиовит на 26–56% повышал продуктивность пшеницы, овощных культур и картофеля, на 9 дней ускорял созревание пшеницы, на 7–10 дней — огурцов, томатов и редиса. Использование биопрепарата повышало устойчивость растений к возбудителям гнилей. Сохранность продукции возрастала в 1,5–3 раза. В овощах снижалась концентрация нитратов и нитритов. МБВ ускорял процессы минерализации органических веществ в почве, снижал её токсические свойства [5, 6]. Для успешного применения полифункционального микробиоценоза, сформированного с учётом трофометаболических взаимодействий между различными видами микроорганизмов, были изучены механизмы его действия и на основе экспериментальных данных составлена схема кооперации звеньев агрофитоценоза “растения–почва–МБВ” (рис. 3) [9].

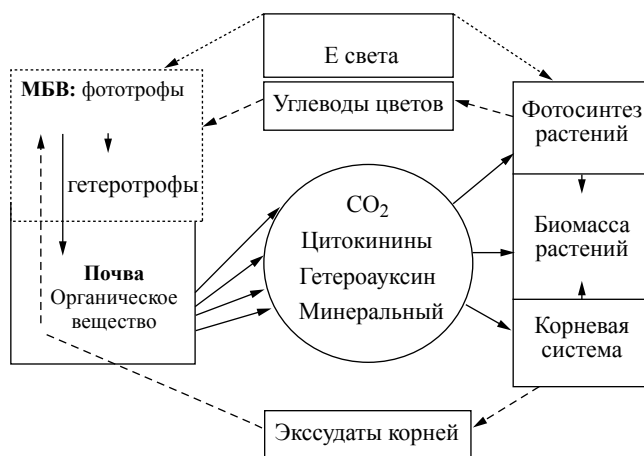


Рис. 3. Схема взаимодействия звеньев агрофитоценоза “растения — почва — микробиоценоз”

МАЛЫЕ МОДЕЛИ ВОДНЫХ БИОТИЧЕСКИХ ЦИКЛОВ

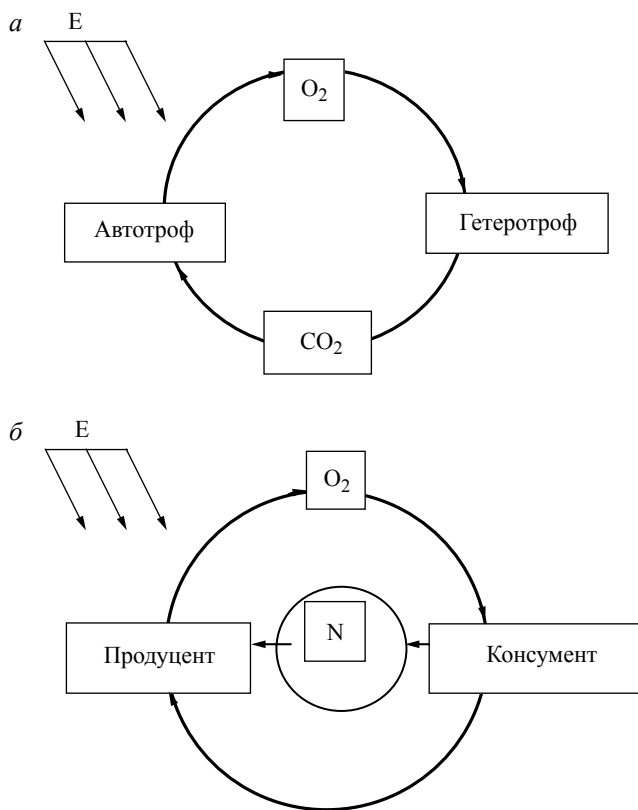


Рис. 4. Схемы потоков и взаимодействий биотических циклов “автотроф–гетеротроф” (а) и “продуцент–консумент” (б)

Добавим, что благодаря пробиотическим и целлюлозолитическим свойствам полифункциональный микробиоценоз использовался для увеличения продуктивности и улучшения экологических условий в животноводстве. При включении в рацион питания он повышал продуктивность животных и птиц (консументов) на 32% и 6,5% соответственно.

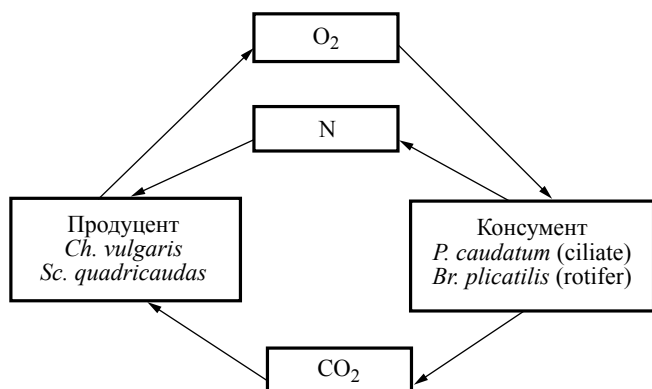


Рис. 5. Схема потоков и взаимодействий смешанных культур в водном цикле “продуцент–консумент”

Антропогенный пресс приводит к редуцированию и уничтожению многих сложившихся природных биокруговоротов. Для оценки способов поддержания “круговоротного разнообразия” в природе надо знать механизмы их формирования. В экспериментальных моделях водных биотических циклов мы изучали механизмы, регулирующие структуру и численность видов популяций разных трофических уровней. В малых моделях функцию продуцента выполняли водоросли, редуцента – бактерии и дрожжи, а консумента – простейшие. В водной системе мы исследовали влияние различных типов взаимоотношений организмов (конкуренция, хищничество, симбиоз, протокооперация) на функционирование биотического круговорота [8].

Отличительной особенностью экспериментов по изучению водных биотических циклов стала пространственная разнесённость звеньев, постепенное увеличение степени их замыкания (сначала по газу, затем по газу и субстрату) и последовательное усложнение (от монокультур до смешанных). В экспериментальной модели “автотроф–гетеротроф” (хлорелла–дрожжи) в качестве автотрофного звена – источника кислорода – использовали водоросли *Chlorella vulgaris*, а гетеротрофное звено – источник диоксида углерода – было представлено смешанной популяцией дрожжей *Candida utilis* и *Candida guilliermondii* (рис. 4 а, б). Эксперименты проходили на установке, которая состояла из двух ферментёров (один – для культивирования хлореллы, другой – дрожжей), замкнутых между собой по газу. Контрольной служила популяция хлореллы и дрожжей, помещённая в герметично закрытые резиновыми пробками колбы и таким образом изолированная от атмосферы.

В результате было показано, что исход конкуренции зависит от стратегии популяции дрожжей по отношению к субстрату и кислороду. Популяция *C. utilis* быстро утилизирует субстрат, то есть выступает как R-стратег, при этом менее чувствительна к недостатку кислорода. Популяция *C. guilliermondii* потребляет низкие концентрации субстрата, то есть ведёт себя как K-стратег, но чувствительна к недостатку кислорода. Отсюда в замкнутой по газу системе “автотроф–гетеротроф” после истощения значительного количества субстрата популяция *C. guilliermondii* становится более конкурентоспособной по сравнению с *C. utilis*. При культивировании дрожжей, изолированных от атмосферы, в связи с недостатком кислорода преимущество получает популяция *C. utilis* [7]. В эксперименте показано, что при замыкании по газу звеньев в систему “автотроф–гетеротроф” длительность её активного

существования возрастает в 2 раза по сравнению с отдельно культивируемыми звеньями. Усложнение гетеротрофного звена, состоящего из двух видов дрожжей, также приводит к увеличению жизнеспособности системы за счёт более полной утилизации субстрата конкурирующими видами дрожжей. Замыкание трофической цепи “продуцент—консумент” осуществляется как по газу, так и по субстрату, — простейшие в качестве такового потребляют хлореллу и в результате метаболизма выделяют азот и диоксид углерода, необходимые для её роста и фотосинтеза. В ходе фотосинтеза хлорелла выделяет кислород, используемый простейшими в процессе дыхания (см. рис. 4, б). Выявлена прямая зависимость между размножением простейших и выделением ими азота в аммонийной форме, которая более предпочтительна для роста хлореллы. Одновременно с увеличением концентрации азота, выделяемого в результате метаболизма парameций, происходит увеличение биомассы хлореллы. Рассмотрена возможность повышения продуктивности роста водорослей в присутствии хищника иным способом — за счёт уменьшения лимитирования по свету. На примере трофической цепи “продуцент (*Chlorella vulgaris*) — консумент (*Paramecium caudatum*)” показано влияние замыкания (по газу и субстрату) на длительность существования системы, которая возросла до семи месяцев по сравнению с отдельно культивируемыми звеньями [8].

Поскольку в природе функционируют в основном биотические циклы с многовидовыми звеньями, то очевидна необходимость изучения их взаимодействия. С этой целью экспериментально исследованы конкурентные взаимодействия смешанной культуры беспозвоночных (инфузорий *Paramecium caudatum*, коловраток *Brachionus plicatilis*) и водорослей (*Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus quadricauda*) в водном биотическом цикле “продуцент—консумент” с пространственно разделёнными звеньями (рис. 5). Выяснилось, что сосуществование смешанной культуры водорослей в звене “продуцент” и смешанной культуры беспозвоночных в звене “консумент” невозможно. *Ch. vulgaris* вытесняется водорослями *Sc. quadricauda* в звене “продуцент”, а инфузории *P. caudatum* — коловратками *Br. plicatilis* в звене “консумент”. В звене “продуцент” при лимите по азоту водоросли *Sc. quadricauda* более конкурентоспособны по сравнению с *Ch. vulgaris*. Отмечено отрицательное влияние продуктов метаболизма *Sc. quadricauda* на размножение простейших *P. caudatum*. В результате коловратки *Br. plicatilis*, предпочитающие два вида водорослей, оказались конкурентоспособнее инфузорий *P. caudatum*, потребляющих только хлореллу.

Сравнительный анализ систем “продуцент—консумент” и “продуцент—консумент—редуцент”

показал, что при наличии хищника (консумента) в системе возрастает первичная продукция, а значит, увеличивается поток захваченной энергии. За счёт высокой энергетической активности хищник становится более интенсивным минерализатором по сравнению со звеном редуцентов (бактерий), поэтому его введение в систему приводит к росту скорости круговорота веществ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Одум Ю. Экология. М.: Мир, 1986.
2. Somova L.A., Pechurkin N.S. Functional, regulatory and indicator features of microorganisms in man-made ecosystems // Adv. Space Res. 2001. V. 27. P. 1563–1570.
3. Somova L.F., Pechurkin N.S., Sarangova A.B., Pisman T.I. Effect of bacterial population density on germination wheat seeds and dynamics of simple artificial ecosystems // Adv. Space Res. 2001. V. 27. P. 1611–1615.
4. Somova L.A., Pechurkin N.S., Pisman T.I. Principles of biological adaptation of organisms in artificial ecosystems to changes of environmental factors // Adv. Space Res. 2005. V. 35. P. 1512–1515.
5. Михеева Г.А., Сомова Л.А. Влияние полифункционального биологического препарата на продуктивность *Triticum aestivum* L. // Агрохимия. 2011. № 9. С. 76–83.
6. Михеева Г.А., Сомова Л.А. Влияние полифункционального биопрепарата на продуктивность овощных культур // Агрохимия. 2013. № 5. С. 66–72.
7. Печуркин Н.С., Письман Т.И., Сомова Л.А., Сарангова А.Б. Модели малых биотических циклов с пространственно разделёнными звеньями на основе одноклеточных организмов // Сибирский экологический журнал. 1996. № 5. С. 433–438.
8. Pisman T.I., Pechurkin N.S., Somova L.A. Competition between links in “producer—consumer” trophic chains in an aquatic closed system with spatially separated components // Adv. Space Res. 2001. V. 27. P. 1599–1603.
9. Pisman T.I. and Somova L.A. Competition of the natural and manmade biotic cycles in the closed aquatic system // Adv. Space Res. 2003. V. 31. P. 1757–1761.
10. Keenan T.F., Hollinger D.Y., Bohrer G. et al. Increase in forest water-use efficiency as atmospheric carbon dioxide concentrations rise // Nature. 2013. V. 499. P. 324–327.
11. Nowak R.S., Ellsworth D.S., Smith S.D. Functional responses of plants to elevated atmospheric CO₂ — do photosynthetic and productivity data from FACE

- experiments support early predictions // *New Phytologist*. 2004. V. 162. P. 253–280.
12. *Taub D.R.* Effects of rising atmospheric concentrations of carbon dioxide on plants // *Nature Education Knowledge*. 2010. V. 3 (10). <http://www.nature.com/scitable/knowledge/library/effects-of-rising-atmospheric-concentrations-of-carbon-13254108>
 13. *Davidson E.A., Janssens I.A.* Temperature sensitivity of soil carbon decomposition and feedbacks to climate change // *Nature*. 2006. V. 440. P. 165–173.
 14. *Bardgett R.D., Freeman C., Ostle N.J.* Microbial contributions to climate change through carbon cycle feedbacks // *The ISME Journal*. 2008. V. 2. P. 805–814.
 15. *Bahn M., Kutsch W.L., Heinemeyer A.* Synthesis: emerging issues and challenges for an integrated understanding of soil carbon fluxes // *Soil carbon dynamics: an Integrated methodology* / Ed. by W.L. Kutsch, M. Bahn, A. Heinemeyer. Cambridge University Press, 2010. P. 257–271.
 16. *Bardgett R.D., van der Putten W.H.* Belowground biodiversity and ecosystem functioning // *Nature*. 2014. V. 515. P. 505–511.
 17. *Мокроносов А.Т.* Глобальный фотосинтез и биоразнообразие растительности // *Круговорот углерода на территории России* / Под ред. Н.П. Лавёрова и Г.А. Заварзина. М.: Наука, 1999. С. 19–62.
 18. *Reganold J.P., Papendick R.I., Parr J.F.* Sustainable agriculture // *Scientific American*. 1990. V. 262. P. 112–120.
 19. *Lotter D.W.* Organic agriculture // *J. Sustain. Agric.* 2003. V. 21 (4). P. 1–63.
 20. *Проворов Н.А., Воробьёв Н.И.* Адаптивная и прогрессивная эволюция растительно-микробного симбиоза // *Экологическая генетика*. 2013. Т. 11. № 1. С. 12–22.

ЛОГИКА НАПРАВЛЯЕМОГО РАЗВИТИЯ В ПОСТКОЛОНИАЛЬНОЙ ИНДИИ

© 2018 г. А.Г. Володин

Институт мировой экономики и международных отношений

им. Е.М. Примакова РАН, Москва, Россия

e-mail: andreivolodine@gmail.com

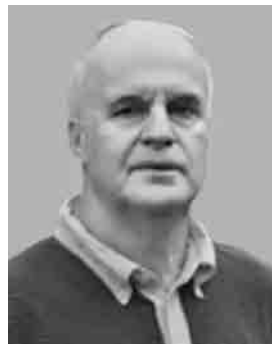
Поступила в редакцию 10.07.2017

Принято считать, что повышение темпов экономического роста автоматически интенсифицирует инфляционные процессы, вызывающие болезненную реакцию массовых слоёв населения. Однако взаимозависимость роста и инфляции в различных экономических системах проявляется неодинаково. Имеют значение степень зрелости хозяйственного организма, его исторический опыт, социально-политический контекст. Финансовая неустойчивость — принципиальная качественная характеристика капиталистического хозяйства с его сложной, разветвлённой системой институтов. Подавление инфляции предполагает дисциплинирующие действия сверху, направленные на экономическое поведение различных групп общества. Жёсткий контроль над инфляционными процессами характерен для обществ “позднего старта” и в ещё большей мере — для государств третьей волны модернизации, в частности Индии. Инфляция в её острых формах оказывалась результатом целенаправленной политики властей по формированию среднего класса. Как утверждает автор публикуемой статьи, подход властей Индии к проблемам инфляции основан на трёх стратегических принципах: мерах по нормализации денежного обращения, защите от последствий инфляции наименее обеспеченных слоёв населения, изыскании дополнительных ресурсов эффективности хозяйственного механизма страны.

Ключевые слова: Индия, Германия, Италия, Россия, экономический рост, инфляция, Х. Мински, В.Н. Коковцов, переходные общества, стратегия развития, кастовая система, “государство развития”, социально-экономические и региональные дисбалансы развития, “курс Неру”, Р. Котхари, Индийский национальный конгресс, средний класс, П. Бардхан, реформа Манмохана Сингха, “крупнейшая демократия мира”.

DOI: 10.7868/S0869587318010103

Мировой опыт свидетельствует: модернизация социально-экономической структуры, как правило, сопряжена с обострением проблем жизнедеятельности массовых слоёв населения. Наиболее болезненную реакцию народа вызывает инфляция и сопровождающий её рост цен, особенно чувствительный для групп с фиксированными доходами. Бытует точка зрения,



ВОЛОДИН Андрей Геннадьевич — доктор исторических наук, главный научный сотрудник ИМЭМО РАН.

что повышение темпов роста автоматически интенсифицирует инфляционные процессы. Да, связь между экономическим ростом и инфляцией определённа существует, однако степень её проявления зависит от зрелости хозяйственной системы, её исторического опыта, социально-политического контекста. Что касается Индии, то нахождение её системы координат на пространстве соотношения роста и инфляции требует учёта особенностей проявления в этой стране общих закономерностей.

РОСТ И ИНФЛЯЦИЯ В КОНТЕКСТЕ МИРОВОГО ОПЫТА

Влиятельные экономисты на Западе, полемизируя с монетаристами, сторонниками новой политической экономии, неизменно подчёркивают: капиталистическая финансовая система подвержена

круговоротам спекулятивных операций, которые в своей кульминационной точке заканчиваются кризисами. При этом статистические модели оказываются не в состоянии объяснить структурные изменения и сдвиги в динамике экономики и финансовых систем. Влиятельные экономисты Х. Мински, Ч. Киндльбергер, Дж. Стиглиц, П. Кругман, А. Калецки полагают необходимым использовать стабилизационные механизмы для выравнивания колебаний врожденно неустойчивой экономической системы.

В своё время Х. Мински проницательно подметил, что программа развития непременно должна включать в себя в качестве интеллектуального контекста понимание истории общества, основ его эволюции, особенностей его институционального движения вперёд [1]. По его мнению, *финансовая неустойчивость* (частью которой выступает инфляция) стала качественной характеристикой капиталистического хозяйства, обладающего сложно разветвлённой системой институтов. На смену эре относительного спокойствия (1952–1966), отмеченной слабой и эпизодической инфляцией, пришёл период, когда инфляционные процессы приобрели жёсткий циклический характер. Смягчения инфляционного давления на экономику в период рецессий 1974–1975 и 1981–1982 гг. удалось достичь путём государственного регулирования [1, р. 283–316].

Дисциплинирующее воздействие сверху, оказываемое на различные группы населения, были необходимы и на более ранних этапах эволюции общества. Ч. Киндльбергер и Р. Алибер обратили внимание на описание повседневной жизни в Западной Европе XV–XVIII вв. родоначальника научной глобалистики Ф. Броделя: уже тогда понятия “сумасшествие” и “страсть” срослись с такими формами экономического поведения, как потребление, стиль одежды, приобретение земли, стремление к знаниям. Подчёркивается “иррациональное” поведение рынков, которые поощряют инфляционные ожидания и соответствующие им модели поведения [2, р. 41–53]. В середине 1990-х годов Ч. Киндльбергер, имея в виду пример Веймарской республики в остродраматический момент её существования, указал на важность *неэкономических факторов* подавления инфляции. В 1922 г. в германской элите не нашлось личности, способной благодаря своему авторитету в обществе возвыситься над частными интересами различных социально-политических сил с целью сформировать основанный на консенсусе бюджет страны [3, р. 162].

В сущности, сама Веймарская республика была заметным отступлением от идей и реалий “организованного капитализма”, обеспечивших форсированный экономический рост Германии после объединения страны в 1871 г. “Высокая

индустриализация” (или вторая фаза модернизации), определявшая жизненный тонус германской экономики в 1870-х – начале 1900-х годов, согласно мнению признанного американского специалиста в области экономической истории Р. Тилли, включала в себя следующие осевые элементы: политическую поддержку переживавшему тогда кризис сельскому хозяйству (периферийная часть хозяйственной системы) с целью решить проблемы продовольственной безопасности; усиление начал *интервенционизма* в экономическом курсе государства (и, соответственно, упадок влияния *экономического либерализма*), в частности, меры смягчения последствий рыночной конкуренции для менее обеспеченных слоёв населения, в том числе введение системы социального страхования; реализацию “политики знаний” как фактора роста производства; преимущественное развитие крупных промышленных предприятий [4, р. 179, 180].

Иными словами, включённая в соревновательные процессы с другими странами, прежде всего Великобританией, Германия как общество “позднего старта” самой логикой своего исторического развития была вынуждена избегать (или по возможности ослаблять) действия факторов, способных подорвать социальное положение массовых групп с невысокими фиксированными доходами. Поэтому противодействие инфляции входило в число приоритетных политических задач. (Неспособность справиться с инфляционными шоками имела следствием фундаментальные изменения в системе политических институтов Германии в 1933–1945 гг.)

Контроль над инфляционными процессами был характерен и для такой страны “позднего старта”, как Италия на этапе становления единого государства. Показательно, что стабильная финансовая ситуация, наряду с поступательным развитием сельского хозяйства (для нашей темы сюжет аграрного фона имеет особое значение) и благоприятной международной обстановкой, играла определяющую роль в экономическом подъёме 1896–1913 гг. Немаловажную роль в динамизации экономического роста в Италии в конце XIX – начале XX в. сыграли и иностранные инвестиции: освоившие внутригерманский рынок крупные немецкие банки стали важными агентами индустриализации на Апеннингах [4, р. 212, 213].

Классики экономической истории, начиная с А. Гершенкрона, отмечали: с конца XIX в. (периоды ускоренного развития 1896–1900 и 1907–1913 гг.) в России предприятия начали обретать большую самостоятельность, освобождаясь от правительственного контроля, а финансовая система, в силу логики индустриально-капиталистического развития, стала исполнять некоторые функции,

ранее бывшие исключительной прерогативой государства. Столыпинская аграрная реформа 1906–1910 гг. частично достигла цели укрепления взаимодействия между промышленностью и сельским хозяйством. Некоторые западные авторы склонны считать, что траектория российской модернизации постепенно сближалась с германской [4, р. 250].

Однако роль государства как движущей силы модернизации в России была куда более значительной, чем в Германии. Это проявилось, в частности, в активном строительстве железных дорог, энергичном развитии системы образования, осторожном подходе к идее внешних финансовых займов. Важным элементом экономического подъёма России в конце XIX – начале XX в. было наличие жёсткой монетарной системы и функционировавших согласно заведённым правилам финансовых институтов [5, р. 33].

Направляемая государством модернизация российского общества оказалась относительно успешной: прирост промышленного производства за десятилетие 1904–1913 гг. составил 88%, несмотря на то, что на этот период пришлась революция 1905–1907 гг. Протекционистская внешнеэкономическая политика дополнялась привлечением в Россию иностранного капитала, “необходимым условием и привлечения иностранного капитала, и развития внутреннего кредита являлось упрочение курса рубля, что составляло важную цель финансовой политики В.Н. Коковцова¹, которая была в основном достигнута к концу 1907 г.” [6, с. 254, 258]. В конце XIX – начале XX в. Россия рассматривалась как пространство неограниченных возможностей, но также – как рынок, действия на котором сопряжены со значительным риском.

Таким образом, на государство в России исторически была возложена двуединая задача: во-первых, создать адекватные финансовые условия для форсированного экономического роста, чтобы преодолеть отставание от Западной Европы, наглядно проявившееся в ходе Крымской войны; во-вторых, насаждать передовые формы предпринимательства, не сложившиеся в стране по объективным причинам.

Возмещение этатистской интервенцией слабо-выраженных признаков индустриально-капиталистической деятельности оказалось безальтернативной стратегией в обществах третьей волны модернизации, включая Индию.

¹ В.Н. Коковцов (1853–1943) – государственный деятель, министр финансов (1904–1905, 1906–1914), председатель Совета министров Российской империи в 1911–1914 гг.

“ГОСУДАРСТВО РАЗВИТИЯ” В ПОСТКОЛОНИАЛЬНОЙ ИНДИИ

Завоевание Индией государственного суверенитета поставило самостоятельную (и притом главную) задачу – разработать инструменты и способы ускорения её социально-экономического развития, а также методы управления общественными процессами. Хорошо известно: среди развивающихся стран Индия заметно выделяется особо сложным соотношением элементов, составляющих её стратегию развития, как и спецификой распределения результатов экономического прогресса. На экономику страны по-прежнему влияют такие факторы, как специфическая социальная организация общества, синкретически сопрягающая современное профессионально-классовое расслоение и такие традиционные институциональные объединения, как каста и сельская община; по-своему на экономику влияют и конфессиональная принадлежность населения, и его сложный национально-этнический состав.

Важным элементом воспроизводства экономики Индии стала стратегия развития страны, или “курс Неру”. “Курсом Неру” принято называть взаимодействующие друг с другом национальные проекты (экономические, политические, социально-культурные), воздействие которых на индийский социум имеет следствием ускорение развития общества и трансформацию его внутренней организации, включая традиционные институты.

Экономический рост и развитие оказались реальностью в том числе благодаря деятельности высококвалифицированной прослойки профессионалов государственного управления (рациональной бюрократии), способной решать сложные задачи, стоящие перед страной. Государственный аппарат независимой Индии, в своё время выпестованный британцами, сыграл наряду с Индийским национальным конгрессом историческую роль в сохранении единства и территориальной целостности страны. По меньшей мере три обстоятельства предопределили действенность индийской административной службы как стабилизатора, интегратора и модернизатора общества.

Первое: постепенная “индианизация” государственного административного аппарата, завершившаяся в конце 30-х годов прошлого века (то есть до завоевания суверенитета), облегчила достижение Индией независимости в алгоритме *эволюционного развития*.

Второе: соревновательный характер отбора кадров в административную элиту имел следствием повышение эффективности государственного аппарата. Последний рассматривался политической элитой Индии как одна из главных движущих сил

индустриализации, урбанизации, аграрных преобразований и культурной революции. Долгое время индийская бюрократия рекрутировалась из брахманских каст, не имевших непосредственных контактов со сферами торговли и промышленности; эти общности зачастую испытывали недоверие к частнопредпринимательской деятельности. Это обстоятельство стало одной из причин, предопределивших своего рода автономию государства и его институтов в социально-экономических процессах [7, p. 136].

Третье: в Индии “государство развития”² изначально действовало в общественной среде, где численно и пространственно преобладали *традиционные* (до- и раннеиндустриальные) *уклады*, воспроизводившие соответствующие формы сознания и поведения. Императив форсированных преобразований “стационарной” действительности требовал постоянного вмешательства государства в экономические процессы. Своеобразным интеллектуальным генштабом такого рода деятельности до недавнего времени была Плановая комиссия Индии (её председателем неизменно являлся премьер-министр страны). И если в период становления капитализма в Европе (в частности, во Франции и Германии) автономия государства от основных социально-политических сил носила временный характер, то в постколониальной Индии устойчивой социальной и идейно-психологической основой ведущей роли государства (несмотря на наличие 300-миллионного среднего класса) выступает классово и профессионально неорганизованное крестьянство, жизнедеятельность которого всё ещё стеснена условиями неспешно разлагающегося традиционного общества.

Понятно, что государство остаётся центральным элементом стратегии развития независимой Индии, тогда как сама эта стратегия испытывает на себе противоречия экономических и политических аспектов её осуществления. В 1970-е годы американский исследователь Л. Вейт усматривал в рассогласованности экономических и политических компонентов стратегии развития причину периодических обострений кризисов общества. Одним из таких кризисов было остродраматическое развитие ситуации в ряде многонаселённых северных и центральных штатов Индии в середине 1970-х годов. Показательно, что ударную силу

движения (которое тогда именовали тотальной революцией) составили группы городского населения с фиксированными доходами (не в последнюю очередь молодёжь), политически наэлектризованные инфляцией и ростом цен в 1974–1975 гг. Развитие кризиса было остановлено введением чрезвычайного положения (1975–1977), одной из главных экономических мер которого было установление жёсткого контроля над ценами на товары первой необходимости, а также подавление инфляции. Американский автор пытается рассматривать остродраматические события 1974–1975 гг. в широкой перспективе соотношения целей и средств их осуществления. По мнению Л. Вейта, стратегия экономического развития Индии изначально строилась на директивных, *мобилизационных принципах* форсированной индустриализации и направляемого из Дели процесса планирования, тогда как в основе деятельности политических институтов лежали принципы социального компромисса. “Приложение правовых (то есть консенсусно-компромиссных. — *А.В.*) принципов к экономической политике нередко препятствовало быстрым переменам и таким образом синхронно совмещало социальную стабильность и экономическую стагнацию”, в то время как форсированной модернизации, скорее, соответствуют *директивные начала* политического руководства [8, p. 20].

Противоречие между целеполаганием модернизации и формой её осуществления было замечено и другим авторам. Так, известный индийский обществовед Р. Котхари полагал, что комплексная стратегия экономического развития Индии осуществлялась по следующим взаимосвязанным направлениям: интеграция неоднородной социальной и национально-этнической структуры; экономический рост, имеющий цель повысить жизненный уровень массовых слоёв населения и тем самым амортизировать возникающие в процессе модернизации конфликты различного происхождения (шоки модернизации); достижение максимально равномерного распределения национального дохода; ненасильственное преобразование социальной структуры, в которой глубоко укоренилась статусная (сословно-кастовая) иерархия, сердцевина которой — концентрация экономической и политической власти в руках ограниченной прослойки лиц, традиционной элиты [9, p. 8].

Индийские авторы неоднократно подчёркивали неразрывность экономики и *открытого политического процесса*. Чрезмерная концентрация экономической и политической власти, полагал Р. Котхари, перекрывает её коммуникации с гражданским обществом. По его мнению, данная стратегия может иметь следствием утрату стратегической автономии в отношениях с Западом: “Иначе и быть не может. Политика, потерявшая автономию к другим

² “Государство развития” — категория политической экономики, применяемая для анализа результатов макроэкономического планирования в странах Восточной Азии в конце XX в. В этой экономической модели государство обладало значительной самостоятельностью, независимостью от основных социально-политических сил, что позволяло политическим институтам осуществлять вмешательство в экономические процессы, в частности, через систему планирования.

интересам внутри страны, обречена на зависимость по отношению к внешним силам” [10, р. 27]³.

Экономисты либерального толка традиционно критикуют долгое время правивший страной Индийский национальный конгресс за невысокие темпы экономического роста, которые якобы были фирменным знаком при “курсе Неру” [11, 12]. Однако сознательное, на мой взгляд, “подмораживание” экономического роста в первые десятилетия после завоевания суверенитета преследовало как минимум две цели стратегического характера. Во-первых, управление экономическим ростом (невольно возникает ассоциация с осторожной политикой В.Н. Коковцова в дореволюционной России) было направлено на удержание под жёстким государственным контролем инфляционных процессов, грозивших в прямом смысле похоронить взлелеянную идею Индии как единого государства⁴. Во-вторых, торможение экономического роста было одновременно средством развития опережающими темпами низших и средних предпринимательских слоёв, что, разумеется, вызывало недовольство крупных предпринимателей. Проводя этактистскую политику, индийские власти постоянно помнили о том, что “индийская демократия изначально была западной либеральной иллюзией, но не социально-экономической реальностью. Индийские представительные учреждения... с самой своей институционализацией были не более чем форумом для выяснения отношений между эксплуататорскими элитными группами” [13, р. 319].

ВЗАИМОСВЯЗЬ ПОЛИТИЧЕСКИХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

В 70-е годы прошлого века, ставшие своего рода водоразделом в социально-политическом развитии Индии, институтам государства не могли бросить вызов ни апатичное и инертное крестьянство, ни численно незначительный, продолжавший оставаться в тенетах доиндустриальной психологии рабочий класс. Реальная угроза политической системе страны исходила от гетерогенного социального образования, включавшего в себя безработных,

молодёжь, маргиналов, не сумевших влиться в городскую среду. В то время разрастание этого весьма неоднородного слоя происходило столь стремительно, что угрожало сформированной структуре власти.

Усиление инфляционных процессов происходило под воздействием как внутреннего кризиса начала — середины 1970-х годов (в котором аграрная составляющая имела существенное значение), так и отчасти последствий мирового энергетического кризиса и первого нефтяного шока 1973—1974 гг., болезненно затронувших индийскую экономику. Рост цен, в том числе на предметы повседневного спроса, негативно отразился на уровне жизни не только самостоятельного населения с фиксированными доходами, но в ещё большей степени на материальном положении той социально многоликкой общности, которая за годы независимости сложилась под влиянием урбанизации (далеко не всегда связанной с индустриализацией). Совокупность негативных социально-экономических процессов подтолкнула формирование *конгломеративной общности*, которая вскоре стала ударной силой движения (лишённого сколько-нибудь реального социально-экономического содержания) под руководством известного борца за суверенитет Джайпракаша Нарайяна. Это движение получило название “тотальная революция”. Народный вождь призвал к массовому гражданскому неповиновению, неуплате налогов и к развёртыванию максимально широких общественных действий с целью отстранения от власти центрального правительства во главе с Индирой Ганди. В ответ на нарастание “тотальной революции” 26 июня 1975 г. было введено чрезвычайное положение.

Одна из целей чрезвычайного положения — подавление инфляции, в том числе за счёт замораживания розничных цен. Видимо, умелые действия Индиры Ганди и её соратников из правящего Индийского национального конгресса, акцентировавших необходимость нормализации финансово-экономической ситуации, предопределили относительно спокойную реакцию индийского общества на введение (впервые в истории страны) чрезвычайного положения. Ретроспективный анализ свидетельствует, что продолжение “тотальной революции” могло бы иметь следствием неконтролируемое углубление финансово-экономического кризиса с реальной перспективой резкого ухудшения положения среднего класса — опоры политической системы Индии. Кроме того, очевидно, что противоречия, породившие “тотальную революцию”, явились своеобразным итогом форсированного капиталистического развития страны, которое вызвало обострение социально-экономических и региональных дисбалансов: неслучайно ареалом наибольшей интенсивности движения стали

³ Слова видного обществоведа, как показали последующие события, оказались пророческими: в настоящее время развернулась жёсткая дискуссия о необходимости сохранения Индией своей традиционной стратегической автономии в мировом пространстве. Показательно, что в этот дискурс вовлечены политики и общественность различных идейных направлений.

⁴ С разделением Индостана на Индию и Пакистан согласились практически все ведущие общественные силы и политики за исключением Махатмы Ганди. Горькая ирония истории состоит в том, что вскоре после завоевания независимости сам Ганди пал жертвой индусских экстремистов-коммуналистов.

густонаселённые депрессивные штаты Северной и Центральной Индии.

Наличие социально-экономических и межрегиональных диспаритетов может рассматриваться как одна из причин периодического ускорения инфляционных процессов. Существует точка зрения, согласно которой инфляционные процессы постоянно подпитываются *социальной инженерией*, являющейся интегральной частью государственного курса Индии. Конкретно речь идёт о стимулируемом росте социальной общности, состав которой образуют ориентированные на рынок земледельцы и мелкие собственники в городах (производители, торговцы и самостоятельные хозяева), постепенно трансформирующиеся в слой мелкой и средней буржуазии.

В советском востоковедении данная группа имела весьма расплывчато как *средние слои городского общества*. В индийской экономической литературе за этой общностью утвердилось несколько иное название — *промежуточные классы* [11]. Согласно представлениям сторонников парадигмы промежуточных классов, структурные кризисы в Индии (включая обострение инфляции) — это неизбежное следствие кумулятивного действия собственно экономических факторов и постоянных сдвигов в распределении (перераспределении) политической власти, отражающих последовательную смену режимов хозяйственного роста с конца 1960-х годов. Политика сознательного стимулирования роста низших и средних предпринимательских слоёв имела своим неизбежным следствием периодические кризисы *индийской модели развития*, частными проявлениями которой становились расширявшиеся социальные границы “параллельной экономики”, обрастающей собственными структурами производства, накопления, капиталовложений и потребления. В сущности, таким образом целенаправленно формировался средний класс, численность которого в настоящее время составляет около 300 млн. человек.

Экономической основой такого рода политики были: мобилизация государством значительной части национальных ресурсов в помощь различным группам обретавшего социальную почву среднего класса, в частности облегчение условий сосуществования с верхним слоем частного корпоративного сектора; политически мотивированное развитие предприятий государственного сектора (как важная часть курса импортозамещения), объективно расширявшее возможности приложения сил молодёжи — выходцев из среднего класса; аграрные преобразования, в ходе которых происходила капитализация деятельности (расширенное воспроизводство) как традиционных эксплуататорских групп (включая торгово-ростовщический капитал),

так и индийского кулачества, всё более становящегося сельской буржуазией — и по образу жизни, и по стилю бытового и общественного поведения. Понятно, что средний класс в Индии представляет собой общность с различными экономическими и политическими интересами [11, p. 101].

Целесообразно напомнить, что государство укрепляло общественные позиции растущего среднего класса и силовыми методами. Так, в 1969 г. были национализированы 14 частных банков, а их активы и институциональные ресурсы государство направило на укрепление экономических позиций мелких и средних предпринимателей — наиболее многочисленной и жаждавшей поддержки группы индийских избирателей.

Предполагается, что введение чрезвычайного положения (1975—1977) преследовало цель консолидировать средний класс в условиях начавшейся стагнации экономики, усилившейся инфляции, сокращавшихся трудо- и капиталоемких возможностей промышленности, нараставшего забастовочного движения и студенческих беспорядков. В то же время чрезвычайное положение стало по преимуществу реакцией на конфликты внутри элиты индийского общества: система представительной демократии к середине 1970-х годов оказалась временно неспособной отражать весь спектр экономических и социальных интересов различных групп активно растущего среднего класса. (Между прочим, подавление инфляции и установление жёстких рамок экономического поведения “спекулятивных элементов” были если не главными, то наиболее понятными широким слоям населения мотивами введения чрезвычайного положения.)

Консолидация среднего класса, отмечают экономисты и социологи, предполагает продуманную *стратегию коллективных действий*, что возможно лишь при условии интегрированного качества элит. Однако индийские элиты отражают фрагментированный характер общества, более неоднородного, чем в большинстве развивающихся стран. Среди различий принято выделять лингвистические, профессиональные, кластерно-кастовые, этнические. В этих условиях коллективные действия неминуемо должны пройти два этапа: достижение согласия относительно цели действий и сопряжение позиций элитных групп по конкретным средствам достижения желаемого результата. Осовременивание инфраструктуры, ахиллесовой пяты индийской экономики, теоретически является полем консенсуса для национальной и региональной элит. Однако на этапе реализации стратегического замысла между региональными властями возникают противоречия, которые подпитываются такими факторами, как естественная ограниченность финансовых ресурсов

и невозможность скорой фондоотдачи инфраструктурных проектов.

В последние два десятилетия сформировавшееся в предыдущий период социальное равновесие между предпринимательскими слоями, служащими и аграрной буржуазией начинает смещаться в сторону первой группы, чему правящая элита, видимо, не препятствует. Центральный элемент консенсуса в сфере государственного управления, полагает один из наиболее авторитетных современных экономистов Пранаб Бардхан, — это по-прежнему императив “макроэкономической стабильности как предпосылки экономического роста. И если контроль над инфляцией остаётся сердцевиной повестки дня общества, другие факторы рыночных преобразований — реформы рынка труда, землепользования, энергетической отрасли и пр. — не встречают единодушного одобрения, как и проблемы финансовых субсидий и материальной поддержки новоконституирующихся социальных групп” [14, р. 135]. В то же время приобретающие год от года всё больший политический вес (прежде всего в качестве избирателей) некогда ущемлённые группы общества начинают всё активнее заявлять о своих претензиях материального характера. Наиболее осязаемым политическим результатом этого процесса стало быстрое самоутверждение региональных и субрегиональных партий, за которые на парламентских выборах 2014 г. проголосовало около 37% избирателей (то есть больше, чем за правящую Бхаратия Джаната Парти). От их расположения всё сильнее зависит центральное правительство в Дели. Перед федеральными властями встала сложнейшая задача: не подрывая основ макроэкономической стабильности, интегрировать в систему политических институтов новые, причём весьма многочисленные, группы населения. Решение этой задачи видится в форсированном экономическом росте, не сопровождаемом инфляцией.

Политическая ситуация, влияющая на государственный экономический курс в Индии, противоречива. С одной стороны, множественность групп интересов в штатах, действующих исходя из своих “эгоистических” побуждений, определённо мешает формированию согласованной и сбалансированной экономической стратегии. С другой стороны, власти штатов в условиях “борьбы всех против всех” получают известную свободу политического маневрирования, а значит, и возможность выбора экономического курса. Поэтому правительства особенно успешно развивающихся штатов (Махараштра, Тамилнаду, Гуджарат, Пенджаб) используют инструменты воздействия на промышленную политику в регионах — контроль над землепользованием, водоснабжением, подачей электричества, регулирование трудовых отношений и собственная экологическая политика. Несмотря на противоречивость интересов федерального центра и штатов, время от времени приобретающую открытый характер, национальную и региональные

элиты объединяет политический императив — необходимость поддержания макроэкономической стабильности и подавления инфляции. Политическую подоплёку такого рода негласного договора П. Бардхан описывает следующим образом. В Индии недовольство избирателей ухудшением условий своего социально-экономического бытия концентрированно проявляется в высокой чувствительности к проблемам инфляции. “В обществе бытует мнение: двузначные показатели инфляции политически неприемлемы, поэтому политики как класс поддерживают консервативную монетарную, а иногда даже финансовую политику, дабы избежать беды. Беднота вообще склонна возлагать на правительство ответственность за инфляцию и считает необходимой её подавление даже ценой сокращения бюджетных программ развития инфраструктуры и социальной политики, позволяющих в перспективе улучшить положение неимущих” [14, р. 149].

Естественным продолжением реакции массовых слоёв населения на экономическую политику центрального правительства можно считать отношение рядовых индийцев к осуществляемым в стране преобразованиям. Исследование умонастроений индийцев в начале 2004 г. показало: более 2/3 опрошенных полагали, что экономическая реформа (реформа Манмохана Сингха 1991 г.) осуществляется в интересах состоятельных слоёв либо вообще не служит целям общества [14, р. 132]. В нижних сегментах социальной структуры ищут противовес “реформам для богатых” в лице мелких региональных и субрегиональных партий, тогда как верхи предпочитают рассуждать о необходимости ослабления государственного надзора за экономикой [15]. В то же время правящие круги Индии начинают сознавать, что имущественное неравенство выступает одним из главных препятствий социальной и экономической мобильности в обществе, сдерживает развитие его созидательного потенциала.

Ясно, что индийская мегаэкономика — это сложнейшая общественная система, инерция движения которой напрямую зависит от тщательно выверенной стратегии развития. Действенность политики преобразований в конечном счёте определяется способностью руководства оперативно смещать акценты, подстраиваться к складывающейся расстановке социально-политических сил и, если потребуется, отказываться от не оправдавших себя подходов.

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РОСТ И ИНФЛЯЦИЯ

Статистика показывает: темпы экономического роста в Индии на отрезке 1961—1975 гг. составляли в годовом исчислении 3,56%, за чуть более продолжительный период, то есть 1961—1980 гг., — 3,48%. На этапе 1976—2000 гг. рост был более энергичным —

около 5%, а за 20 лет (1981–2000) он составил 5,45% [16, р. 140, 219]. Повышение темпов роста было связано со сменой политического курса – с реформой Манмохана Сингха (1991). К данному сюжету мы вернёмся чуть позже, а сейчас отметим, что темпы экономического роста в Индии были значительно ниже, чем в компактных экономиках Восточной Азии, однако в стране удалось создать средний класс, который стал главной силой последующих преобразований.

Становление среднего класса в Индии, как уже отмечалось, происходило в процессе реализации модели экономического роста. Модель эта, как в своё время отмечал А.Е. Грановский, имеет специфический характер: её сущность «состояла в *диспропорциональном опережающем* (курсив мой. – А.В.) росте крупного капиталистического производства, особенно инфраструктуры и тяжёлой промышленности, до тех пор, пока малодинамичность низших форм производства не оказалась непреодолимым препятствием на пути этого роста. Затем наступил этап “подтягивания” мелкого производства, прежде всего в сельском хозяйстве, к достигнутому уровню развития современных капиталистических форм» [17, с. 221]. По-видимому, неравномерность становления стадияльно различных капиталистических укладов порождала, несмотря на сознательные и компетентные усилия центральных и региональных властей, инфляционные процессы в индийской экономике.

В среде оппозиции (первой силой, открыто выдвинувшей данную идею, была созданная в 1959 г. партия “Сватантра”) высказывалось мнение о необходимости *деэтантзации* подхода властей к проблемам экономики, о большем доверии “силам спроса и предложения”, об освобождении цен из-под контроля государства и, наконец, о постепенном демонтаже государственного сектора. Такова была крайняя точка зрения на средства борьбы с инфляцией, которую верхний слой частнокорпоративного сектора открыто высказывать не решался. Однако действительность не подтвердила справедливость рыночной альтернативы компромиссному курсу Конгресса. На парламентских выборах 1971 г. “Сватантра” и её ближайшие союзники канули в политическое небытие.

Строго говоря, правящие круги Индии никогда не были склонны к крайностям как правого (монетаризм, теории “рыночного решения”), так и левого (тотальное огосударствление экономики) толка. Подход индийских экономистов и властей к проблемам инфляции покоится на трёх стратегических основаниях: на краткосрочную перспективу принимаются политические меры по нормализации денежного обращения в стране; в среднесрочной перспективе ведётся активный поиск инструментов

всеобъемлющего воздействия на финансовый кризис при обязательной защите от последствий инфляции наименее обеспеченных слоёв населения; в долгосрочной перспективе предпринимаются попытки вернуть экономику на путь устойчивого роста на новом уровне равновесия хозяйства, с привлечением дополнительных ресурсов эффективности и продуктивности [18, р. 291].

В течение 1990-х годов, то есть после введения в действие механизмов реформы Манмохана Сингха, уровень инфляции в Индии не превышал 10% в годовом исчислении. Это очень высокий уровень, тем более что динамика сельскохозяйственного производства определялась в тот период “полнокровными” муссонами (на протяжении шести лет без перерыва), а экономика в целом не подвергалась сколько-нибудь значительным внешним шокам, скажем, повышению цен на энергетические ресурсы. О роли кризисов аграрного сектора в ускорении инфляционных процессов принято говорить так: “В отсутствие экзогенных шоков показатели деятельности аграрного сектора всегда были решающим определителем ценового поведения в Индии. Низкие урожаи, как правило, раскручивали маховик инфляции, тогда как высокие сборы сельскохозяйственных культур, напротив, оказывали на инфляцию депрессивное воздействие. Цены на продукты питания определяли уровень цен в стране и влияли на инфляционные ожидания” [18, р. 301].

Инфляция оказывает постоянное депрессивное воздействие и на реализацию такой важной для любого правительства социальной программы, как борьба с бедностью. Повышение цен на сельскохозяйственную продукцию, составляющую “корзину базовых нужд”, было связано как с повышением закупочных цен на продовольственные товары, так и с либерализацией рынка, повлекшей за собой ослабление либо устранение количественных ограничений на экспорт продукции аграрного сектора. В результате этих разрушительных для рынка процессов выросли цены на переработанные продукты первой необходимости (фрукты, овощи, яйца, мясо), а также на переработанные товары (сахар, растительное масло и т.п.). Повышение цен на данные категории сельскохозяйственной продукции составило от 83 до 133% за период с марта 1990 по март 1997 г., что сыграло не последнюю роль в отстранении Индийского национального конгресса от власти на очередных парламентских выборах 1996 г.

Переход Конгресса в оппозицию лишний раз показал: высокие темпы экономического роста, ставшие следствием реформ Манмохана Сингха, не привели к сокращению бедности в стране. Выборы 1996 г. также продемонстрировали, что для

поддержки массовых слоёв населения необходима чёткая государственная политика, в которой социальные программы адаптации бедноты к условиям рыночных реформ должны быть органически сопряжены с другой формой социальной защиты — систематическим подавлением инфляции. Всекие реформы в “крупнейшей демократии мира” (последняя из них, как полагают, началась после парламентских выборов 2014 г.) должны сопрягать императив экономического роста с императивом социально-экономической демократии, то есть реального доступа массовых слоёв к результатам развития. На этом направлении систематическое противодействие инфляционным процессам было, есть и в обозримой перспективе будет одним из осевых направлений политики индийского государства.

Для современной Индии инфляция — это следствие *неоднородности общества*, прежде всего социально-экономической, а также политической и даже культурно-лингвистической. Подавление инфляции возможно, в частности, благодаря притоку инвестиций, причём не только внутренних, но и зарубежных, в которых особенно остро нуждается хозяйство наиболее населённых и одновременно депрессивных штатов. Превращение инвестиционных потоков в интегральную часть модели внешнеэкономических отношений регион—регион позволяет ускорить хозяйственный рост на неинфляционной основе. Думается, Россия может стать деятельным участником данного процесса [19].

Статья подготовлена при поддержке гранта Российского научного фонда. Проект № 14-28-00097 “Оптимизация российских внешних инвестиционных связей в условиях ухудшения отношений с ЕС”.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Minsky H.P.* Stabilizing an Unstable Economy. N.Y. — L.: McGraw Hill, 2008.
2. *Kindleberger Ch.P., Aliber R.Z.* Manias, Panics, and Crashes. A History of Financial Crises. Sixth Edition. L.: Palgrave Macmillan, 2011.
3. *Kindleberger Ch.P.* World Economic Primacy: 1500 to 1990. N.Y. — Oxford: Oxford University Press, 1996.
4. *Patterns of European Industrialization. The Nineteenth Century.* L. — N.Y.: Routledge, 1992.
5. *Crisp O.* Studies in the Russian Economy. L.: Macmillan, 1976.
6. *Шенелев Л.Е.* Царизм и буржуазия в 1904—1914 гг. Проблемы торгово-промышленной политики. Л.: Наука, 1987.
7. *Sen A.* The State, Industrialization and Class Formations in India: A Neomarxist Perspective on Colonialism, Underdevelopment and Development. L.: Routledge a. Kegan Paul, 1982.
8. *Veit L.A.* India's Second Revolution: the Dimensions of Development. N.Y.: McGraw-Hill, 1976.
9. *Kothari R.* Democratic Polity and Social Change in India: Crisis and Opportunities. Bombay: Allied Publishers, 1976.
10. *Kothari R.* A fragmented nation // Seminar. New Delhi. 1983. № 281. P. 24—29.
11. *Jha P. Sh.* India: A Political Economy of Stagnation. Bombay: Oxford University Press, 1980.
12. *Jha P. Sh.* India and China. The Battle between Soft and Hard Power. New Delhi: Penguin-Viking, 2010.
13. *Masani Z.* Indira Gandhi: A Biography. N.Y.: Crowell, 1976.
14. *Bardhan P.* Awakening Giants, Feet of Clay. Assessing the Economic Rise of China and India. Princeton — Oxford: Princeton University Press, 2010.
15. *Getting India Back on Track. An Action Agenda for Reform.* Gurgaon: Random House India, 2014.
16. *Nayar B.R.* The Geopolitics of Globalization: the Consequences of Development. New Delhi: Oxford University Press, 2005.
17. *Экономика Индии: общая характеристика.* М.: Главная редакция восточной литературы изд-ва “Наука”, 1980.
18. *Nayyar D.* Liberalization and Development. New Delhi: Oxford University Press, 2008.
19. *Volodin A.G.* Russia—India: Problems and Prospects of Cross Investment // Herald of the Russian Academy of Sciences. 2016. V. 86. № 6. P. 500—506; *Володин А.Г.* Россия—Индия: проблемы и перспективы перекрёстных инвестиций // Вестник РАН. 2016. № 12. С. 1098—1105.

РАЗМЫШЛЕНИЯ
НАД НОВОЙ КНИГОЙ

НОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ГЛОБАЛЬНОЙ ТЕКТОНИКЕ
ОКЕАНИЧЕСКОЙ ЗЕМЛИ

© 2018 г. **Г.Б. Удинцев**^a, **Н.И. Павленкова**^b, **А.Е. Шлезингер**^c

^a *Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, Москва, Россия*

^b *Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, Москва, Россия*

^c *Геологический институт РАН, Москва, Россия*

e-mail: ninapav@mail.com; rima@ginras.ru

Поступила в редакцию 15.08.2017

В статье дан краткий обзор монографии Б.И. Васильева “Геологическое строение и происхождение Тихого океана”, в которой суммированы основные результаты многолетних исследований автора по геологическому строению и геодинамике Тихоокеанской мегавпадины и окружающему её подвижному поясу, проанализированы данные глубоководного бурения, критически осмыслены многочисленные материалы по петрографии, геохимии пород и глубинному строению крупнейшей впадины Земли. Книга рассматривается в ряду весьма значимых трудов, которые показывают на конкретном материале несостоятельность плейттектонической модели эволюции Земли в целом и отдельных участков тектоносферы в океанах. Сделан вывод о значительном увеличении в последнее время публикаций, оппозиционных плейттектонической концепции, что диктует необходимость её пересмотра и формирования на основе новых данных по-настоящему современных альтернативных концепций, позволяющих определять геополитику в Мировом океане.

Ключевые слова: литосферные плиты, тектоника плит, рифтовый спрединг, геоморфология и тектоника, Тихий океан, мантия, срединно-океанические хребты, плейттектоника.

DOI: 10.7868/S0869587318010115

Во вторую половину минувшего столетия наиболее популярной в развитии основ глобального тектогенеза Земли стала концепция плейттектоники, тектоники мобильности литосферных плит океанского ложа, образуемых в процессе спрединга в рифтовых зонах. Литосферные плиты конвейерно скользят по астеносфере и, достигая окраин океана, пододвигаются (субдуцируют) под континентальную кору. Эта гипотеза, основанная преимущественно на геофизических наблюдениях, давала исследователям океанской геологии и глобальной

тектоники Земли возможность быстро и легко проводить реконструкцию геологического прошлого и объяснять причины геодинамического развития тектонических структур, наблюдаемых в пределах океана и по окраинам континентов. Гипотеза способствовала пониманию роли активного процесса рифтового спрединга в развитии океанических пространств, представлявших до этого тектонически пассивными. Она быстро завоевала признание как новая концепция глобальной тектоники, но на волне общего успеха постепенно гипертрофировалась в миф о достижении универсальной теории геологического развития Земли. Этому немало способствовало открытие в устьях рифтовых зон срединно-океанических хребтов обнажений мантийного материала, поднятого из глубины земных недр, с сопутствующим этому образованием гидротермальных колчеданных руд и выходом глубинных газовых флюидов. Теория рождала надежды на возможность прогнозировать с её помощью минеральные ресурсы континентальных окраин

УДИНЦЕВ Глеб Борисович (1923–2017) — член-корреспондент РАН, работал заведующим лабораторией геоморфологии и тектоники дна океанов ГЕОХИ им. В.И. Вернадского РАН. ПАВЛЕНКОВА Нинель Ивановна — доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник ИФЗ им. О.Ю. Шмидта РАН. ШЛЕЗИНГЕР Александр Ефимович — доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник ГИ РАН.

и океанических областей Земли. Миф обретал самостоятельность и стал восприниматься как абсолютная истина, важная для эффективного практического освоения ресурсов среды обитания. Критика этой концепции не одобрялась.

Но время течёт, и порой стремительно. Как не вспомнить величавые строки Державина: “Река времён в своё стремление уносит все дела людей и топит в пропасти забвенья народы, царства и царей”. В XX в. с лёгкой руки безвестного тогда ленинградского математика А.А. Фридмана было сделано гениальное открытие, что Вселенная, вопреки мнению великого Эйнштейна, не может быть стационарной. Она динамична в своём развитии, и фрактальная природа всего в нашем мире, в том числе в геологическом развитии Земли, следует этому. Так как же принимать упомянутую концепцию в качестве конечной истины? Процесс познания бесконечен, и возникающие по мере накопления новых фактических данных иные теоретические концепции оказываются успешнее прежних. Они будут использоваться на протяжении определённого периода, а потом сменятся другими, тоже современными, но на новый момент времени.

Процесс развития новых концепций можно показать на примере множества публикаций, посвящённых глобальной тектонике, в частности, на книге Б.И. Васильева “Геологическое строение и происхождение Тихого океана”¹. Её рукопись трудно пробивала себе дорогу. Для экспертов, возражавших против публикации, важную роль, как мы предполагаем, играло её несоответствие концепции плейттектоники, принятой в геологическом научном сообществе и ставшей, по существу, мифологией XX в.

Работа Б.И. Васильева в геонимическом синтезе собранных данных опиралась на альтернативные, противоречащие плейттектонике представления. По одному этому признаку эксперты считали возможным отклонить её как не соответствующую современным, по их мнению, взглядам. Не учитывалось лишь то, что плейттектоника неизбежно начала сходить с помоста, тогда как развиваемая Б.И. Васильевым альтернативная концепция соответствовала новым данным.

Меньшую в сравнении с этим роль в решении экспертов могло играть скептическое отношение к широко используемому Б.И. Васильевым для характеристики геологического строения океанского дна каменному материалу, получаемому драгированием. Одним из мифов морской геологии служили идеи о малой представительности приносимых

драгой образцов, если только драга ощутимо не отрывала их от обнажённого фундамента, выявленного сейсмическим профилированием. Шелушение обломков с обнажений в условиях морских глубин, как происходит оно в субаэральных условиях выветривания, считалось маловероятным. Казалась ничтожной возможность перемещения обломков пород от обнажений к местам, где они были драгированы, придонными течениями. Миф о бесполезности драгировок для познания геологии океанского дна уже был опровергнут практическими работами, но всё ещё бытовал среди геологов. Между тем в книге Б.И. Васильева результаты анализа драгированных образцов использованы во множестве. Именно на них, как и на скважинах глубоководного бурения, автор строит свои представления о стабильности талассократона Тихого океана и об основных этапах его развития.

Книга Б.И. Васильева начинается с общей характеристики мегавпадины Тихого океана, основанной на использовании всех методов геофизики и геологии, глубинного сейсмического зондирования — с морфологическим районированием, выявлением структур гравитационного поля, типов и мощности коры, рельефа поверхностей глубинных разделов и состава пород верхней мантии. При этом автор демонстрирует схемы структурных трендов и линейные мегатренды. Мегавпадину он делит на две важнейшие тектонические области: западную с её крупнейшими котловинами и внутреннюю зону подвижного пояса Тихоокеанского огненного кольца. Таким разделением автор отмечает асимметрию строения и развития мегавпадины океана, предвывая тем самым логику выводов заключительной части книги о причинах асимметрии талассократона. Подробнейший анализ строения дна двух важнейших областей с развитыми в их пределах котловинами, поднятиями, горами и желобами выполнен с привязкой к морфологии каждого объекта, его глубинному строению по сейсмическим профилям и, главное, — к геологической информации о вещественном и возрастном составе слагающих пород по скважинам глубоководного бурения и результатам множества драгировок. Эти данные сопровождаются таблицами, в которых описаны образцы обнаруженных пород, их химический состав и возраст, определённый палеонтологическими и радиометрическими методами. Такое построение работы впервые приближает морскую геологию в масштабах Тихого океана к результатам наземной геологической съёмки континентов. Напомним, что площадь этого величайшего океана Земли практически равна суммарной площади земных континентов.

Опираясь на эти данные, Б.И. Васильев пришёл к выводу о стабильности жёсткого гипербазитового фундамента тихоокеанского талассократона

¹ *Васильев Б.И.* Геологическое строение и происхождение Тихого океана. Владивосток: Дальнаука, 2009.

и восстановил историю его развития по трём хронологическим этапам слоёв коры меланократового типа. Верхний (от четвертичного времени до юры) формировался в условиях опускания дна океана до современных глубин. Он сложен вулканическими и осадочными породами, свидетельствующими о существовании на месте океанской впадины вплоть до раннего мезозоя областей палеосуши, микроконтинентов с корой континентального типа. Туфогенно-осадочные породы, туфы, брекчии, пиллоу-лавы базальтов триасового и юрского возраста, которые подстилаются комплексом расчленённых интрузий дотриасового и триасового возраста, несогласно перекрывают комплекс второго этажа. По региональному несогласию этот этаж залегает на самом нижнем геоструктурном элементе земной коры, сложенном комплексом метаморфических пород — кристаллосланцами, апогарцбургитовыми серпентинитами, эпидотовыми амфиболитами, пироксен-плагноклазовыми метаморфитами. Среди них встречаются образования кислого состава — блоки метаморфических и магматических кислых пород в структуре фундамента дна океана и на вулканических островах. Это первичная кора талассократона — мегавпадины Тихого океана.

Глядя на содержание монографии Б.И. Васильева, читатель вправе задать вопрос: куда исчезла восточная часть талассократона? Дело в том, что подвижный пояс в понимании автора поглотил и по-своему переработал, в отличие от западной части Тихоокеанского огненного кольца, структуры талассократона и его континентальное обрамление. На западе это сопровождалось образованием островных дуг и впадин краевых морей за счёт разрушения и океанизации континентальных окраин, а на востоке в результате Восточно-Тихоокеанского и Южно-Тихоокеанского рифтогенных поднятий земная кора подвижного пояса испытала длительный и сложный путь развития от архея до четвертичного времени. Его позднекайнозойский этап отмечен интенсивными дислокациями, вулканизмом и погружениями в островодужных желобах и в котловинах окраинных морей осадочных толщ талассократона, мощность накопления которых намного превышала мощность коры континентального типа.

Подробное рассмотрение геологического строения мегавпадины океана Б.И. Васильев завершил перечислением современных вариантов тектонических гипотез, с разным успехом применяемых к анализу данных о строении и истории Тихого океана. Это гипотезы первичности океанов, океанизации континентов, расширяющейся Земли и плейттектоники. При нынешнем уровне знаний все они не лишены противоречий и далеки от желаемого совершенства, но за неимением лучшего их можно более или менее равноправно использовать

и прилагать к столь сложному объекту, как талассократон Тихого океана. Впрочем, с одним исключением. В свете изложенных автором данных категорически неприменимой оказалась гипотеза плейттектоники, которая к тому же, став неким фетишем, препятствовала трезвому поиску истины.

Заключительным аккордом книги стало рассмотрение гипотезы отрыва с места будущей впадины Тихого океана огромной массы материала коры и верхней мантии тела Земли. Геологическим следствием этого события было образование не всегда глубоководной (а в юре и раннем мелу — просто мелководной и даже частично субаэральной суши) впадины Тихого океана с утонённой корой на жёстком мафическом субстрате и подвижным поясом вдоль обрамляющих её разломов по границе разнородных сред. Затем под влиянием лунных приливов эта впадина испытала субширотные смещения к западу.

Книга Б.И. Васильева — несомненно, крупный вклад в науку о Земле. Она отражает успехи морской геологии, достигнутые за последние десятилетия, и значительный личный вклад автора в отрасль. Именно это коренным образом отличает монографию Б.И. Васильева от предшествующих работ, начиная с пионерских исследований Г.У. Менарда [1] и Г.Б. Удинцева [2] и заканчивая работами многих отечественных и зарубежных авторов, ни в одном случае не достигших столь подробного и столь углублённого изучения геологии дна великого океана нашей планеты. Это стало возможным благодаря титаническому труду Б.И. Васильева — “пахаря моря”, который руководил морскими экспедициями, упорно и настойчиво добывал образцы коренных пород дна и скрупулёзно обобщал обширнейшую литературу, что не сделано по сей день ни в одной другой работе, посвящённой тихоокеанскому сегменту Земли.

Монография содержит исчерпывающую информацию о строении и происхождении дна Тихого океана, это своего рода энциклопедия по геологии крупнейшего сегмента нашей планеты на новом уровне знаний XXI в. Следует признать её выход большим успехом отечественной науки о Земле.

Что ж, как ни были строги одни эксперты, другие, к счастью, добились публикации книги, замечательной по объёму и новизне содержащейся в ней информации. Справедливость восторжествовала. Казалось бы, на этой оптимистической ноте можно поставить точку. Однако было бы недостойно не использовать этот пример в приложении к злободневному для российской науки вопросу о необходимости незамедлительных прорывов на качественно новые уровни знаний, в частности, в области глобальной тектоники океанической Земли. Этот прорыв должен и может сыграть важную роль

в понимании обществом значимости российской фундаментальной науки и восстановлении её международного авторитета, сильно пошатнувшегося в годы неэффективной государственной и практически незримой поддержки частнособственнического сектора. По этому поводу позволим себе высказать несколько соображений.

Россия, как и большинство развитых стран, находится сейчас под прессом финансового кризиса, вызвавшего безудержное сокращение финансирования фундаментальной науки. Её прошлые результаты, которые приложимы к использованию ресурсов среды обитания, уже освоены коммерсантами, а возможность окупаемости сегодняшних затрат на науку путём их снижения на добычу природных ресурсов океанической Земли в будущем, похоже, коммерсантов не волнует. Раньше затраты на фундаментальную науку давали скорую прибыль, укрепляя обороноспособность страны, но сейчас ряд ключевых позиций обороны сдан бизнесу, для которого прибыль от фундаментальной науки не имеет никакого значения. Социальная значимость науки его также не интересует. Однако мы-то должны задуматься над тем, что на новом этапе человеческой цивилизации в силу завершившегося открытия Земли в её океанической части неотвратимо приближается ситуация “пересдачи карт истории” в пароксизмах ли новой “холодной сверхвойны” или вполне горячей четвёртой, а скорее всего, последней мировой войны. Этому способствуют происходящие в большинстве держав, способных участвовать в упомянутой “пересдаче”, быстрая деградация интеллектуального уровня и отсутствие разумной политической воли у правящих элит, а также одновременно потеря представлений об истинном смысле и значении для страны знания вообще и фундаментальной науки в частности. Землю учёные уже открыли. Создали концепцию глобальной тектоники, доступную для общественного понимания. В свой звёздный час плейттектоника помогла человечеству увидеть неведомую область среды обитания с нетронутым потенциалом ресурсов. Значит, теперь можно переключать государственные средства с науки на поддержание и без того обеспеченных капиталами представителей “золотого миллиарда”, а преобладающей массе населения, численность которого кому-то в верхах уже кажется явно излишней, выделять крохи. Хватило бы де для России и 40–60 миллионов на службу олигархам, не стесняясь, подсчитывают наши “стратегические партнёры” на Западе.

В истории человечества такие ситуации плохо заканчивались в результате столкновений слабых империй с агрессивными когортами варваров, особенно сильных, если империи

привлекали их на наёмную службу для защиты от внешнего или внутреннего врага в случае недовольства плебса качеством хлеба и недостаточной пышностью зрелищ. В борьбе за сохранение человеческого потенциала бывших империй огромная роль всегда принадлежала формированию знаний, созданию интеллектуального оружия нации. Борьба за сохранение России в XXI в. именно этого и требует — формирования нового корпуса знаний, понятного и признанного широкими слоями нашего небогатого и всё хуже обучаемого общества, может быть, даже в форме суворовского призыва “Мы — русские, какой восторг!”, признанного как свидетельство возрождённого российского лидерства в мировой науке, в мировом сообществе.

Нам ближе всего наука о Земле, и в ней — российский народ с запечатлённым в его памяти широчайшим охватом геологическими и геофизическими исследованиями на суше и на море. Россия уже сделала вклад в познание океанической Земли [3, 4] и во многом опередила другие страны, даже самые богатые. Но в создании и развитии концепции глобальной тектоники мы заметно отстали, причём не без пагубной роли клановой борьбы в руководстве геологической наукой. Пример тому — упорное недопущение к статусу академика выдающегося тектониста, а правильнее было бы называть его им же предложенным термином “геономист”, В.В. Белоусова. Тем не менее мы уже располагаем большой долей знания о твёрдой океанической Земле как многообразном и разнородном по происхождению образованию. Именно такой взгляд на океаническую Землю позволяет предполагать вполне обоснованное расширение ассортимента и объёма запасов потенциальных минеральных ресурсов на гетерогенном пространстве ложа океанов.

По канонам стареющей не по дням, а по часам концепции плейттектоники, ложе океана на всю свою ширину образовано литосферой, генерированной в рифтовой зоне, и однородно по потенциалу минеральных ресурсов. Эти океанические пространства, составляющие две трети планеты, уже неплохо изучены в первом приближении. Потенциал их минерального сырья получает новое осмысление в рамках альтернативных плейттектонике концепций. На эту тему у нас издано много весьма значимых трудов: “Тектоническая карта Тихоокеанского сегмента Земли” [5], “Международная тектоническая карта мира” [6], “Тектоническая карта мира” [7], “Геологическая карта мира”, “Международные геолого-геофизические атласы Атлантического и Тихого океанов” и другие статьи и книги, которые помогают видеть, если не замуривать глаза, слабые стороны устаревающего плейттектонического мифа. Напомним также о многочисленных

книгах В.В. Белоусова, Е.М. Рудича, Е.В. Артюшкова, Г.Ф. Макаренко, В.В. Орлёнка, Т.И. Фроловой и И.А. Буриковой, В.М. Гордина, Б.И. Васильева, о тематических сборниках “Проблемы расширения и пульсации Земли” [8], “Проблемы эволюции тектоносферы” [9], “Спорные аспекты тектоники плит и возможные альтернативы” [10], “Океанизация Земли – альтернатива неомобилизма” [11], или об этой, лежащей перед нами монографии Б.И. Васильева о геологии и происхождении Великого, или Тихого, океана. Чего же мы ждём?

Да, именно сейчас, в дни кризисного финансирования российской науки, не должны ли российские учёные сделать прорыв в науке, противопоставив уже не так современной по своим основам плейттектонике, мифологизированной Западом и позволяющей определять геополитику в Мировом океане, хорошо обоснованную, опирающуюся на новейшие фактические данные альтернативную концепцию? Заложенные в ней перспективы исследования и освоения ресурсов океанической Земли могли бы воодушевить российское общество и привлечь к общему делу немало сильных сторонников за рубежом. Они, наши партнёры, уже внесли определённый вклад в подготовку альтернативных глобальных тектонических концепций и ощущают собственные геополитические интересы в Мировом океане.

Стремительное восстановление таким путём лидирующей роли российской науки, возможно, побудит и коммерческую элиту взглянуть в послезавтрашний день и подтолкнёт общество к пересмотру приоритетов в социуме, а также морально ободрит народ, не видящий перспектив своего будущего.

ЛИТЕРАТУРА

1. Менард Г.У. Геология дна Тихого океана / Пер. с англ. А.В. Живаго. М.: Мир, 1966.
2. Удинцев Г.Б. Геоморфология и тектоника дна Тихого океана. М.: Наука, 1972.
3. Мировой океан. Т. I. Геология и тектоника океана. Катастрофические явления в океане. М.: Научный мир, 2013.
4. Мировой океан. Т. II. Физика, химия и биология океана. Осадкообразование в океане и взаимодействие геосфер Земли. М.: Научный мир, 2014.
5. Тектоническая карта Тихоокеанского сегмента земной коры масштаба 1:10 000 000 / Отв. ред. Ю.М. Пушаровский, Г.Б. Удинцев. М.: ГУГК СССР, 1970.
6. Международная тектоническая карта мира масштаба 1:15 000 000 / Под ред. В.Е. Хаина. Л.: Мингео СССР, 1984.
7. Тектоническая карта мира масштаба 1:45 000 000. Л.: ВСЕГЕИ, 1984.
8. Проблемы расширения и пульсации Земли. Сборник статей / Ред. Е.Е. Милановский. М.: Наука, 1984.
9. Проблемы эволюции тектоносферы. Сборник статей к 90-летию В.В. Белоусова / Отв. ред. В.Н. Шолпо. М.: ОИФЗ РАН, 1997.
10. Спорные аспекты тектоники плит и возможные альтернативы / Отв. ред. В.Н. Шолпо. М.: ИФЗ РАН, 2002.
11. Океанизация Земли – альтернатива неомобилизма. Сборник научных статей / Отв. ред. В.В. Орлёнок. Калининград: Изд-во КГУ, 2004.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ
ОТДЕЛ

ЮБИЛЕИ

АКАДЕМИКУ РАН И.Д. РЯБЧИКОВУ — 80 ЛЕТ



Игорь Дмитриевич РЯБЧИКОВ — крупный учёный в области геохимии, физико-химической петрологии и термодинамики природных процессов, автор более 300 научных публикаций, в том числе 9 монографий. Он выполнил фундаментальные исследования механизмов глобальной геохимической дифференциации

мантии Земли, процессов мобилизации рудных и петрогенных компонентов коровыми и мантийными флюидами; впервые провёл экспериментальные исследования химизма мантийных флюидов; установил механизм генерации потенциально алмазонасных магм — кимберлитов и лампроитов; создана количественная теория термодинамического анализа поведения микрокомпонентов в ходе кристаллизации и дегазации магматических расплавов.

Учёный создал новое научное направление — экспериментальное изучение коэффициентов распределения рудных элементов в магматических системах; разработал методы изучения термодинамики минералов переменного состава и магматических расплавов, комплекс компьютерных программ, моделирующих процессы мантийного магмообразования; создал новые варианты минералогических термометров и геобарометров.

И.Д. Рябчиков — главный научный сотрудник Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН, профессор геологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, иностранный член Датской королевской академии наук и литературы. Среди его учеников есть доктора и кандидаты наук.

И.Д. Рябчиков — лауреат премий им. В.И. Вернадского АН СССР, им. А.Е. Ферсмана и им. Д.С. Коржинского РАН.

ЧЛЕНУ-КОРРЕСПОНДЕНТУ РАН В.Д. КАМИНСКОМУ — 70 ЛЕТ



Валерий Дмитриевич КАМИНСКИЙ — крупный учёный в области геологии и геофизики дна Мирового океана, автор около 200 научных публикаций, в том числе 9 монографий. Он разработал теоретические основы моделирования геофизических полей подводных гор; осуществил комплексный анализ магнитного и гравитационного полей различных групп подводных гор в Атлантическом и Тихом океанах. Под его руководством и при непосредственном участии

ведутся исследования геологического строения,

истории развития рельефа и минеральных ресурсов дна Мирового океана, геологическое изучение континентального шельфа, Арктики и Антарктики.

В 1972–2007 гг. Валерий Дмитриевич был участником и руководителем многочисленных морских и воздушных высокоширотных экспедиций на шельфе и в глубоководных акваториях Арктики, в том числе четырёх рейсов на ледоколах. Получены новые геоморфологические, геофизические и геологические данные о рельефе дна, магнитном и гравитационном полях на арктическом шельфе России, проведено районирование и оценены ресурсы и запасы нефти и газа на шельфе и континентальном склоне. Обоснована внешняя граница континентального шельфа России в Северном

Ледовитом океане в соответствии с Конвенцией ООН по Морскому праву 1982 г.

В.Д. Каминский — генеральный директор Всероссийского научно-исследовательского института геологии и минеральных ресурсов Мирового океана им. И.С. Грамберга (ВНИИОкеангеология), член ряда научных советов геологических организаций Санкт-Петербурга, член Научно-экспертного совета по Арктике и Антарктике при Совете Федерации, Горного совета при полномочном

представителе Президента РФ в Северо-Западном федеральном округе, Экспертного совета Морской коллегии при Правительстве РФ, Морского совета при губернаторе Санкт-Петербурга.

В.Д. Каминский — заслуженный геолог РФ, Почётный полярник, Почётный разведчик недр, дважды лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники, имеет другие государственные и ведомственные награды, в том числе медаль ордена “За заслуги перед Отечеством” II степени, орден Почёта.

НАГРАДЫ И ПРЕМИИ

ЗОЛОТАЯ МЕДАЛЬ ИМЕНИ И.В. ДАВЫДОВСКОГО 2017 ГОДА — Б.А. ЛАПИНУ



Президиум РАН присудил золотую медаль им. И.В. Давыдовского 2017 г. академику РАН Борису Аркадьевичу Лапину за серию работ по теме “Использование приматов в медико-биологических исследованиях”.

Удостоенная премии серия работ посвящена изучению патологии сердечно-сосудистой системы, коронарной недостаточности и инфаркта миокарда, биологии и сравнительной патологии приматов, экспериментальной онкологии и онковирусологии. Изучены и описаны инфекционные

и неинфекционные болезни обезьян, определён их нозологический профиль, в значительной степени сходный с нозологическим профилем людей. Сравнительное изучение спонтанных инфекционных и соматических заболеваний обезьян в процессе акклиматизации при длительной жизни в условиях неволи, а также в местах естественного обитания позволило установить сходство нозологического профиля обезьян и человека, научно обосновать принципы моделирования патологических состояний человека на разных видах обезьян и создать капитальное руководство по сравнительной патологии приматов. Большой объём проведённых исследований в области сравнительной патологии обезьян и людей послужил фундаментом медицинской приматологии, активно развивающейся в России и за рубежом.

ПРЕМИЯ ИМЕНИ А.А. ФРИДМАНА 2017 ГОДА – А.О. БАРВИНСКОМУ,
А.Ю. КАМЕНЩИКУ И И.И. ТКАЧЁВУ



современной космологии: квантовая космология инфляционной стадии эволюции ранней Вселенной; теоретико-полевые модели тёмной энергии, ответственной за ускоренное расширение Вселенной в настоящую эпоху; исследование физических процессов рождения частиц и разогрева материи в процессе перехода от инфляционной стадии к стадии горячего Большого взрыва, а также

Президиум РАН присудил премию им. А.А. Фридмана 2017 г. доктору физико-математических наук Андрею Олеговичу Барвинскому (Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН), доктору физико-математических наук Александру Юрьевичу Каменщику (Институт теоретической физики им. Л.Д. Ландау РАН), академику РАН Игорю Ивановичу Ткачёву за цикл работ “Новые направления в космологии ранней и современной Вселенной”.

Удостоенный премии цикл тесно связанных между собой работ относится к трём новым направлениям

в ходе самой инфляционной стадии. В работах использованы наиболее современные аналитические и компьютерные методы квантовой теории поля, установлена непосредственная связь между теоретическими результатами, полученными на основе физики элементарных частиц и гравитации, и последними космологическими наблюдательными данными. Результаты исследований способствовали построению единой, основанной на сходных теоретико-полевых моделях картины эволюции Вселенной в далёком прошлом и в настоящее время.

ПРЕМИЯ ИМЕНИ С.Л. РУБИНШТЕЙНА 2017 ГОДА – А.А. ГОСТЕВУ



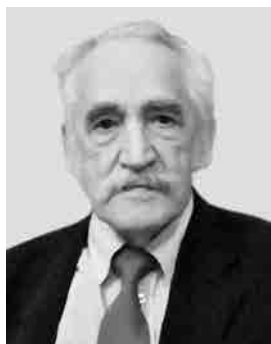
Президиум РАН присудил премию им. С.Л. Рубинштейна 2017 г. доктору психологических наук Андрею Андреевичу Гостеву (Институт психологии РАН) за серию работ “Психология образной сферы человека”.

Автор удостоенной премии серии работ принадлежит к ленинградской школе психологии, он один из ведущих учёных в области психологии представлений “вторичных образов”. Комплекс его трудов стал конкретным вкладом в разработку нового

направления в современной психологии — изучение имаго-символосферы общества, её влияния на внутренний мир личности и системы социальных представлений группового сознания. Реализован комплексный подход к изучению образной сферы человека как важнейшего компонента индивидуального и группового сознания, к анализу образных компонентов внутреннего мира человека в их многомерности, полифункциональности, взаимосвязи с духовно-нравственной сферой личности.

Серия научных работ А.А. Гостева в силу своей фундаментальности и новизны представляет важный этап в развитии психологической науки и общественной политики, продолжая традиции отечественной психологии.

ПРЕМИЯ ИМЕНИ И.С. ШКЛОВСКОГО 2017 ГОДА – А.В. ТУТУКОВУ
И Л.Р. ЮНГЕЛЬСОНУ



Президиум РАН присудил премию им. И.С. Шкловского 2017 г. доктору физико-математических наук Александру Васильевичу Тутукову и доктору физико-математических наук Льву Рафаиловичу Юнгельсону (Институт астрономии РАН) за цикл работ “Исследования эволюции тесных двойных звёзд, приводящей к вспышкам гравитацион-

но-волнового излучения и к сверхновым звёздам типа Ia”.

Авторы удостоенного премии цикла являются генераторами глубоких идей в области эволюции звёзд, одними из основоположников количественного метода популяционного синтеза. Они не только впервые проследили эволюцию пар вырожденных карликов, но и построили модели популяций двойных нейтронных звёзд и чёрных дыр, а также пар “нейтронная звезда + чёрная дыра” и оценили частоту их слияний под действием гравитационных волн.

Эти работы естественным путём привели к предсказанию слияния массивных чёрных дыр как наиболее вероятному источнику для наземных детекторов гравитационных волн типа LIGO, которое было сделано А.В. Тутуковым и Л.Р. Юнгельсоном ещё в 1993 г. и блестяще подтвердилось в 2015 г. при регистрации источника GW150914.

Сдано в набор 05.10.2017 г.	Подписано к печати 20.11.2017 г.	Дата выхода в свет 25.01.2018 г.	Формат 60 × 88 ¹ / ₈
Цифровая печать	Усл.печ.л. 12.0	Усл.кр.-отт. 3.8 тыс.	Уч.-изд.л. 12.0
	Тираж 308 экз.	Зак.1850	Бум.л. 6.0
		Цена свободная	

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

Издатель: ФГУП «Издательство «Наука», 117997 Москва, Профсоюзная ул., 90
Отпечатано в ФГУП «Издательство «Наука» (Типография «Наука»), 121099 Москва, Шубинский пер., 6