

Том 93, Номер 6

ISSN 0869-5873

Июнь 2023



ВЕСТНИК РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

www.sciencejournals.ru



СОДЕРЖАНИЕ

Том 93, номер 6, 2023

С кафедры президиума РАН

<i>В. А. Балашов, Е. Б. Савенков, Б. Н. Четверушкин</i> Технология “цифровой керн” и суперкомпьютерные вычисления	503
<i>В. Б. Бетелин, В. А. Галкин, Р. Д. Гимранов</i> Теоретические и практические проблемы цифровизации предприятий нефтегазового комплекса	512
<i>А. Д. Гвишиани, В. Я. Панченко, И. М. Никитина</i> Системный анализ больших данных для наук о Земле	518

Точка зрения

<i>Л. И. Лобковский, А. А. Баранов, И. С. Владимирова, Д. А. Алексеев</i> Сильнейшие землетрясения и деформационные волны как возможные триггеры потепления климата в Арктике и разрушения ледников в Антарктике	526
---	-----

К 300-летию Российской академии наук

<i>Е. Е. Дмитриева</i> О галломании и галлофобии А.Н. Островского, или некоторые соображения о прагматике самобытности <i>К 200-летию со дня рождения члена-корреспондента Императорской академии наук А.Н. Островского</i>	539
---	-----

Из рабочей тетради исследователя

<i>О. В. Бухарин, Е. В. Иванова</i> Особенности персистенции индигенных штаммов бифидобактерий кишечника человека	548
<i>В. Н. Бобков, Н. К. Долгушкин, Е. В. Одинцова</i> Неравенство человеческого потенциала и условий его реализации в городе и на селе: риски и возможности	556

Этюды об учёных

<i>Ю. Ф. Крупянский</i> “Я прожил хорошую, интересную и счастливую жизнь” <i>К 100-летию со дня рождения академика В.И. Гольданского</i>	566
<i>Н. Г. Паничкин</i> Воевода ракетно-космической техники <i>К 100-летию со дня рождения академика В.Ф. Уткина</i>	576

Былое

<i>И. А. Ладынин</i> Египтолог и его эпоха: политические события 1880–1940-х годов в архивных документах В.С. Голенищева	582
---	-----

В мире книг

<i>П. Н. Дудин</i> Рецензия на книгу “Современное китайское государство. Т. 1: Основные институты государственной власти и управления”	592
---	-----

CONTENTS

Vol. 93, No. 6, 2023

From the Rostrum of the RAS Presidium

- V. A. Balashov, E. B. Savenkov, B. N. Chetverushkin*
Digital core technology and supercomputer calculations 503
- V. B. Betelin, V. A. Galkin, R. D. Gimranov*
Theoretical and practical problems of digitalization of oil and gas complex enterprises 512
- A. D. Gvishiani, V. Ya. Panchenko, I. M. Nikitina*
System analysis of Big Data for Earth Sciences 518

Point of view

- L. I. Lobkovsky, A. A. Baranov, I. S. Vladimirova, D. A. Alekseev*
The strongest earthquakes and deformation waves as possible triggers
of climate warming in the Arctic and the destruction of glaciers in Antarctica 526

To the 300th anniversary of the Russian Academy of Sciences

- E. E. Dmitrieva*
On Gallomania and gallophobia by A.N. Ostrovsky, or some considerations
on the pragmatics of identity
*To the 200th anniversary of the birth of corresponding member
of the Imperial Academy of Sciences A.N. Ostrovsky* 539

From the researcher's notebook

- O. V. Bukharin, E. V. Ivanova*
Persistence features of indigenous strains of human intestinal bifidobacteria 548
- V. N. Bobkov, N. K. Dolgushkin, E. V. Odintsova*
Inequality of human potential and conditions of its realization in the city
and in the countryside: risks and opportunities 556

Profiles

- Yu. F. Krupyansky*
“I have lived a good, interesting and happy life”
To the 100th anniversary of the birth of Academician V.I. Goldansky 566
- N. G. Panichkin*
Governor of rocket and space technology
To the 100th anniversary of the birth of Academician V.F. Utkin 576

Bygone Time

- I. A. Ladynin*
The Egyptologist and His Epoch: Political Events of the 1880–1940s
in V.S. Golenishchev's Archival Documents 582

In the Book World

- P.N. Dudin*
Review of the book “The Modern Chinese State. Vol. 1: The main institutions
of state power and management” 592

Какую роль Российская академия наук должна играть в цифровизации нефтегазового комплекса и наук о Земле? Этот вопрос обсуждался ведущими учёными РАН, руководителями федеральных агентств и служб, отраслевых институтов, представителями крупнейших отечественных нефтегазовых компаний на заседании президиума РАН, состоявшемся 28 марта 2023 г. Предлагаем вниманию читателей три статьи, подготовленные авторами на основе их докладов, заслушанных участниками этого заседания.

ТЕХНОЛОГИЯ “ЦИФРОВОЙ КЕРН” И СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ

© 2023 г. В. А. Балашов^{а,*}, Е. Б. Савенков^{а,**}, Б. Н. Четверушкин^{а,***}

^аФедеральный исследовательский центр “Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН”,
Москва, Россия

*E-mail: vladislav.balashov@gmail.com

**E-mail: e.savenkov@gmail.com

***E-mail: office@keldysh.ru

Поступила в редакцию 12.05.2023 г.

После доработки 14.05.2023 г.

Принята к публикации 25.05.2023 г.

Статья посвящена вопросам моделирования многофазных гидродинамических течений в рамках технологии “цифровой керн” для нужд нефтегазодобывающей отрасли. Суть технологии заключается в прямом численном моделировании течений в масштабе порового пространства пород-коллекторов нефти и газа с прямым разрешением структуры этого пространства и динамики межфазных границ. Подчёркивается важность развития вычислительных средств высокой производительности (суперкомпьютеров) для успешного внедрения технологии. Представлено описание работ, проводимых в Институте прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН в области математических моделей, вычислительных алгоритмов и их программной реализации.

Ключевые слова: микротечения, программный комплекс, цифровой керн, квазигидродинамическая регуляризация.

DOI: 10.31857/S0869587323060026, **EDN:** VXNPZB

Углеводородное сырьё служит основным источником энергии как в России, так и в мире. Разнообразие и сложность залегания запасов промышленных углеводородов в нашей стране, наличие больших ресурсов нетрадиционного сы-

рья, ожидающих эффективного освоения (высоковязкие нефти, нефтематеринские породы, в частности, кероген Баженовской свиты, сланцевая нефть, нефть низкопроницаемых коллекторов и др.), географическая удалённость и слож-



БАЛАШОВ Владислав Александрович — кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник ИПМ им. М.В. Келдыша РАН. **САВЕНКОВ** Евгений Борисович — доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник ИПМ им. М.В. Келдыша РАН. **ЧЕТВЕРУШКИН** Борис Николаевич — академик РАН, научный руководитель ИПМ им. М.В. Келдыша РАН.

ные климатические условия в районах разработки значительно усложняют задачу поддержания и повышения уровня эффективности нефтегазового комплекса России по сравнению с основными международными конкурентами, в том числе из ряда государств Ближнего Востока. Нельзя сбрасывать со счетов и санкционные ограничения.

В таких условиях обеспечение высокого уровня добычи промышленных углеводородов требует внедрения новых современных технологий с целью максимально эффективного использования доступных природных ресурсов. Физическая труднодоступность объекта разработки (нефтеносный пласт залегает обычно на глубине несколько километров), несовершенство ряда методик полевых и лабораторных исследований, принципиальная невозможность их массового применения, недостаточное понимание происходящих в нефтяном пласте физико-химических процессов препятствуют решению указанной задачи. Единственным доступным в настоящее время подходом, который может обеспечить приемлемое для нужд практики решение этих проблем в рамках существующих экспериментальных методик, является, по нашему мнению, использование новых средств математического моделирования.

Математическое моделирование в нефтедобыче. Методы математического моделирования, например цифровые постоянно-действующие геолого-технологические модели месторождений, довольно давно стали неотъемлемой частью и одним из основных инструментов, используемых для принятия технико-экономических решений в нефтяной промышленности. Сложность построения адекватной геолого-технологической модели связана прежде всего с тем, что она должна корректно интегрировать в себе огромный объём разнородной информации, начиная с особенностей механизмов вытеснения нефти в масштабах пор породы-коллектора (от нескольких микрометров до миллиметров) заканчивая строением всего месторождения в целом (сотни квадратных километров).

До недавнего времени исследование того или иного процесса теоретическими методами, равно как и методами вычислительного эксперимента, проводилось в основном с использованием только одной математической модели, наиболее пригодной для решения конкретной задачи в рамках рассматриваемых допущений. Вместе с тем хорошо известно, что в большинстве случаев полноценная практическая физико-математическая формализация конкретного процесса в рамках единой модели принципиально недостижима. Наиболее полное описание возможно только при использовании иерархии математических моделей различной степени детализации. Использо-

вание иерархий — наиболее перспективный путь повышения качества и предсказательной силы методов математического моделирования, позволяющий согласованно и с минимальной потерей информации описывать широкий диапазон пространственных и временных масштабов, специфичных для задач разработки месторождений.

Эти утверждения иллюстрируются цепочкой моделей, описывающих течение газов: молекулярная динамика → кинетические уравнения → макроскопические уравнения гидродинамики (Эйлера или Навье—Стокса). В нефтяном инжиниринге соответствующая цепочка гораздо более сложна и разветвлённа: с точки зрения описания процесса фильтрации модели могут быть однофазными, двухфазными и трёхфазными, композиционными; с позиций пространственной детализации свойств пластовой системы — геологическими и гидродинамическими; с точки зрения пространственного разрешения — от десятков километров до масштаба элемента системы заводнения (сотни метров), призабойной зоны скважины (единицы метров) и образцов керна (единицы микрометров — единицы сантиметров).

Выбор конкретной модели определяется существом прикладной задачи. При этом модели более низкого уровня (более фундаментальные) по отношению к рассматриваемой обычно определяют её параметры (коэффициенты переноса). Такому подходу альтернативна идентификация параметров модели в процессе соответствующих лабораторных экспериментов и анализ данных наблюдений. Одновременно с этим, как правило, более “старшие” модели в иерархии менее затратны с позиции вычислений. До недавнего времени такая методика абсолютно преобладала.

Основными препятствиями на пути использования более подробных и детализированных моделей выступают прежде всего высокая сеточная размерность соответствующих дискретных моделей и необходимость идентификации их параметров на основе первых теоретических принципов либо путём насыщения данными наблюдений и лабораторных исследований. Успешное применение таких “первопринципных” моделей возможно при успешном преодолении обеих указанных проблем.

При этом возникает необходимость учитывать всё более детальные модели среды, обрабатывать огромные объёмы информации, качество которой не всегда высокое (а часто и заведомо низкое), необходимость учитывать пространственную и временную многомасштабность, а также широкий спектр физических механизмов, многофакторность и многокритериальность решаемых прикладных задач. Всё это требует использования вычислительных средств сверхвысокой производительности — суперкомпьютеров.

Планомерный рост вычислительных мощностей современной вычислительной техники приводит к тому, что постепенно появляется практическая возможность одновременного использования двух последовательных (в иерархии) моделей при описании процессов на едином пространственном и временном масштабе. Такой подход плодотворен, так как, с одной стороны, позволяет изучить связь “элементарных” процессов, протекающих на микроуровне, с феноменологическими макроскопическими законами, а с другой — даёт практический способ вычислить те или иные параметры моделей макроуровня на основе виртуальных “лабораторных” экспериментов с привлечением более фундаментальных моделей. Принципиальная возможность применения такого подхода в настоящее время обеспечивается непрерывным ростом мощности компьютеров. Однако практическое применение подобных идей требует разработки новых математических моделей, вычислительных алгоритмов и их программной реализации, пригодной для эффективного использования современной и перспективной высокопроизводительной вычислительной техники.

Конкретным примером реализации этих идей в контексте нефтяного инжиниринга служит технология “цифровой керн” (digital rock physics) [1]. Керном называют образец или микрообразец горной породы размером от единиц миллиметров до единиц сантиметров, поднятой в ходе бурения с глубины залегания нефти и газа. Он представляет собой проницаемую пористую среду, образованную непроницаемым для флюидов скелетом породы и порами диаметром от долей микрометра до десятков микрометров. Именно в порах присутствует многофазный флюид, условно состоящий из несмешивающихся нефтяной, газовой и водной фазы. Процесс разработки месторождения сводится к реализации таких пластовых условий, при которых нефтесодержащий флюид достигает добывающих скважин. Таким образом, все первичные физические процессы, обеспечивающие фильтрацию флюида к скважинам, происходят в пространственных масштабах пор (единицы микрометров), при том что характерная площадь месторождения — сотни квадратных километров. Образцы керна как один из первичных и основных объектов лабораторных исследований — основной первичный источник информации о свойствах пластовой системы.

Суть технологии “цифровой керн” заключается в прямом численном моделировании не только процессов, происходящих в масштабах отдельных пор, но и микрообразцов керна с учётом реальных свойств флюидов и микроструктуры среды. Применение этой технологии на практике стало возможным лишь в последние десятилетия в связи с резким увеличением быстродействия высокопроизводительных вычислительных си-

стем и методов компьютерной микротомографии, позволяющих получать реалистичные геометрические модели геологических сред на микроуровне с прямым разрешением структуры поровых каналов. Технология включает в себя средства построения дискретных цифровых моделей порового пространства (с использованием методов компьютерной микротомографии реальных образцов керна) с последующей обработкой результатов томографического сканирования, а далее — решение целевых задач: анализ состояния насыщенной пористой среды или моделирование происходящих в ней процессов. При этом одними из основных выступают задачи многофазной гидродинамики, решаемые с учётом свойств флюидов и скелета породы, поверхностных и контактных свойств системы, которые в макро-масштабе качественно и количественно определяют динамику вытеснения газовых или нефтяных флюидов. Требуется также разработка соответствующих вычислительных алгоритмов и их программная реализация для высокопроизводительных вычислительных систем, разработка сопутствующих средств усвоения данных, их визуализации и анализа, идентификации параметров моделей, способов переноса результатов моделирования на масштаб полноразмерного керна и выше.

Наличие вычислительных систем высокой производительности и соответствующего программного обеспечения — неотъемлемое условие эффективного применения технологии “цифровой керн” в добывающей промышленности. Это связано с необходимостью учёта в математических моделях широкого спектра физических механизмов и высокой сеточной размерности геометрических моделей микрообразцов керна (до 10^9 – 10^{10} расчётных ячеек, кратно большее число переменных). Существующие доступные вычислительные мощности позволяют анализировать цифровые микрообразцы керна размером несколько миллиметров с числом ячеек расчётной сетки порядка 1000 вдоль каждого измерения на вычислительных системах мощностью до 100 Тфлопс. При этом требуемый вычислительный ресурс на один расчёт составляет величину порядка 50000 ядер/час. Для анализа микрообразцов, физический размер которых сравним с используемыми в лабораторных экспериментах, а это единицы сантиметров вдоль каждого измерения, требуются системы мощностью, по крайней мере, 1–10 Пфлопс. Эти мощности обеспечат проведение расчётов со скоростью, необходимой для эффективного применения технологии в решении промышленных задач (одни сутки машинного времени на анализ одного образца). Здесь следует отметить, что задача расчёта полного набора показателей фильтрационно-ёмкостных свойств, в том числе проницаемости по направлениям,

расчёт кривых относительных фазовых проницаемостей и капиллярных давлений кратно увеличивает число необходимых запусков симулятора. Моделирование с учётом дополнительных физических эффектов, например подбор методов увеличения нефтеотдачи, требует при сохранении вычислительных мощностей увеличения времени расчёта на порядок. Необходимость новых вычислительных средств связана с промышленным аспектом технологии. При её внедрении и массовом применении в промышленности на первый план выходит не только принципиальная возможность расчёта для образца заданной сеточной размерности и его качество, но и время выполнения этой операции. Если на один образец оно достигает недели, такой вариант рассматривается как неприемлемый. Необходимо иметь в виду, что прикладные задачи требуют множественных многовариантных расчётов, это касается, например, анализа методов увеличения нефтеотдачи или калибровки низкоразмерных прокси-моделей (суррогатных, аппроксимационных моделей по данным) процесса вытеснения флюидов. Грубые оценки показывают, что кратное уменьшение длительности расчёта достижимо только при кратном увеличении вычислительных мощностей.

Применение технологии “цифровой керн” обеспечивает качественное и количественное повышение точности описания процессов нефтедобычи с использованием новых многомасштабных математических моделей и вычислительных алгоритмов для анализа процесса вытеснения флюидов в масштабе образца, а также полноразмерного керна, причём с разрешением структуры порового пространства и последующим корректным переносом свойств на модели макроуровня масштаба месторождения.

В настоящее время в Федеральном исследовательском центре “Институт прикладной математики имени М.В. Келдыша РАН” создан целый научный и практический задел в области технологий моделирования “цифрового керна”. Он включает в себя разработку как математических моделей, так и вычислительных алгоритмов, программного обеспечения. Используемые при этом модели класса диффузной границы являются термодинамически согласованными и позволяют однородным по пространству способом описывать течения многофазных сред (эмульсий, суспензий) с прямым разрешением границ раздела фаз и контактных углов. В случае суспензий твёрдые включения описываются моделью гиперупругой среды. Уравнения моделей имеют вид систем уравнений типа Кана–Хилларда, они сильно нелинейны и включают в себя члены с четвёртыми пространственными производными. Для их численного решения используются явные разностные схемы с улучшенными термодинами-

ческими свойствами, гарантирующими корректное поведение полной энергии системы. Устойчивость разностных схем гарантируется наличием в уравнениях модели квазигидродинамических регуляризующих членов. Разработанные схемы реализованы в виде эффективных параллельных программных комплексов на основе гибридной модели распараллеливания и позволяют эффективно использовать вычислительные мощности современных гибридных CPU/GPGPU вычислительных систем, в том числе при решении содержательных прикладных задач.

Модели технологии “цифровой керн”. Исторически первым классом моделей такого типа были модели поровых сетей (pore–network models), основанные на представлении геометрической структуры керна в виде графа, вершины которого соответствуют порам, а рёбра — условным каналам между ними. Указанный граф строится на основе анализа микротомограммы образца керна. Модель течения представляет собой систему законов сохранения для узлов графа [2]. Явное преимущество этих моделей — сравнительно высокая скорость расчёта и экономичность вычислительных ресурсов. Один из недостатков — наличие этапа построения самой поровой сети. Он может рассматриваться как излишний в силу того, что в практических приложениях соответствующий граф строится на основе первичной, наиболее полной геометрии порового пространства. Отдельную сложность представляет собой необходимость разработки математической модели течения на геометрическом графе и идентификации её параметров для конкретного образца породы — эта задача нетривиальна при необходимости использования сколь-либо сложных моделей течения в порах. По этим причинам в последнее время большое внимание уделяется построению новых моделей, основанных на решении уравнений гидродинамики с использованием первичного представления порового пространства образца породы.

Наиболее полно и корректно с физической точки зрения процесс течения водо-нефтяной эмульсии в порах описывают гидродинамические модели фазового поля, или диффузной границы. Они предполагают, что фазы разделены тонким слоем конечной ширины, в пределах которого действуют силы межфазного взаимодействия, определяющие динамику контактной границы (более детальное изложение — в обзорных работах [3, 4]). Проводя аналогию с уравнениями газовой динамики, можно сказать, что модель “чёткой границы” с условием Юнга–Лапласа соответствует модели ударной волны с условиями Гюгоньо, в то время как модель “диффузной границы” — моделям, описывающим структуру ударной волны в рамках макроскопической термодинамики. Таким образом, в моделях типа “диффузной гра-

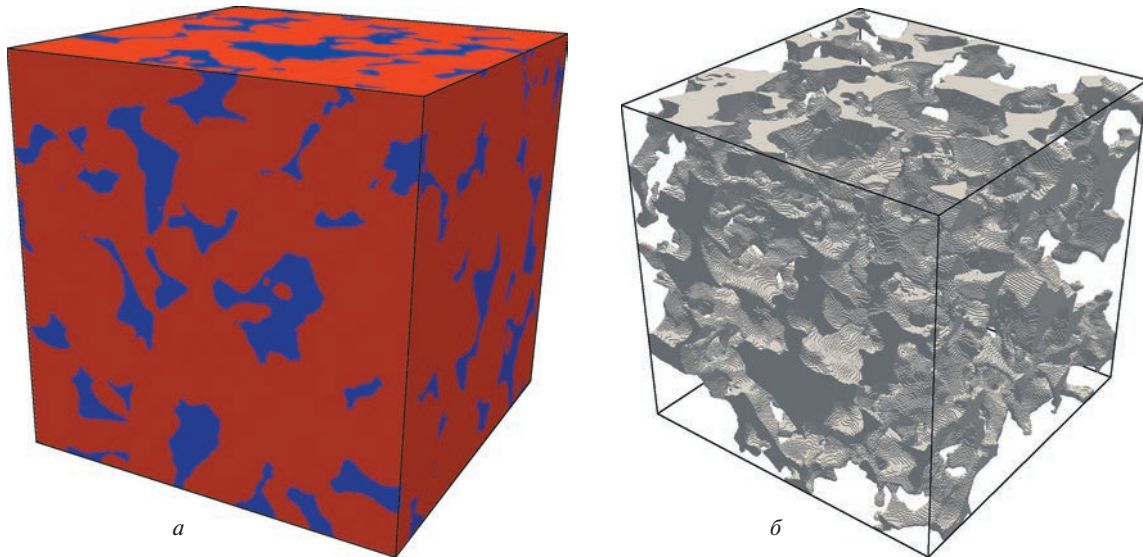


Рис. 1. Образец песчаника S_9

a — микрообразец: синий цвет соответствует поровому пространству, красный — породе; b — поровое пространство, для наглядности порода не представлена

ницы” скачкообразное изменение свойств смеси заменяется непрерывным, но быстрым их изменением. В последнее время интерес к этим моделям, эффективно используемым на практике для предсказательного тематического моделирования микротечений, существенно вырос. Прежде всего это связано с тем, что они предоставляют естественный и термодинамически согласованный способ описания процессов, пригодный для прямого моделирования многофазных течений.

В настоящей работе для описания многофазных течений используется квазигидродинамическая регуляризация модели Навье—Стокса—Кана—Хилларда, состоящая в добавлении в уравнения системы специальных диссипативных слагаемых, пропорциональных малому параметру, имеющему размерность времени. В ряде случаев он может предполагать минимальный масштаб, меньше которого дальнейшее разрешение поведения среды не имеет смысла [5]. Для моделей без учёта поверхностных эффектов этот подход представлен в монографиях [6, 7]. В работе [8] он обобщён на случай многокомпонентной жидкости с учётом поверхностных эффектов. Существенно, что указанная регуляризация физически обоснованна, то есть обеспечивает соответствие фундаментальным термодинамическим свойствам, и может быть построена непосредственно при выводе системы уравнений Навье—Стокса—Кана—Хилларда в рамках процедуры Колмана—Нолла, а не в результате последующей “дополнительной” регуляризации. Наличие диссипативных слагаемых позволяет использовать для чис-

ленной аппроксимации уравнений модели сравнительно простые и устойчивые симметричные по пространству разностные схемы.

В гидродинамических моделях для анализа течений в поровом пространстве микрообразцов горных пород стандартным способом описания геометрии порового пространства служит его воксельное представление. По существу геометрия области задаётся трёхмерным массивом, каждый элемент которого имеет значение “1” или “0”, при этом области течения соответствует значение “0”. Иными словами, область течения задаётся в виде трёхмерной двухцветной “фотографии” образца керна, где один из цветов соответствует породе, другой — поровому пространству. По аналогии с обычными растровыми изображениями ячейки массива с центрами в узлах декартовой ортогональной расчётной сетки называются вокселями (voxel — VOlumetric ELement, аналогично pixel — Picture Element). Актуальность воксельного представления геометрии расчётной области связана с тем, что для геологических пористых сред эта геометрия не может быть охарактеризована точно. Для построения геометрических моделей таких сред используют компьютерную микротомографию. На основе её результатов строят бинарное трёхмерное (воксельное) изображение образца исследуемого материала [9]. На рисунке 1¹ представлен образец песчаника и его поровое пространство.

¹ Полноцветная версия рисунков к статье доступна в электронной версии журнала (прим. ред.).

В рамках исследований по рассматриваемому направлению в ИПМ им. М.В. Келдыша РАН с 2015 г. разрабатывается комплекс средств математического моделирования (математические модели, вычислительные алгоритмы и их программная реализация), которые привели к созданию программной платформы DiMP и программного комплекса DiMP-Hydro. В настоящее время основное назначение DiMP-Hydro — математическое моделирование течений различных жидкостей и газов в поровом пространстве горных пород. С помощью DiMP-Hydro возможен расчёт течений однофазных жидкостей и газов, двухфазных двухкомпонентных жидкостей с учётом эффектов межфазного взаимодействия: поверхностного натяжения, контактного угла на твёрдой стенке, расчёт однофазных жидкостей с неньютоновской реологией.

Геометрия расчётной области предполагается воксельной и строится на основе сегментированных результатов микротомографии образцов горных пород. Программный комплекс DiMP-Hydro является параллельным и позволяет проводить расчёты как на настольных ЭВМ, так и на высокопроизводительных суперкомпьютерных вычислительных комплексах. Особенность реализованного подхода состоит в использовании квазигидродинамических регуляризаций уравнений однофазной и многофазной гидродинамики [8].

Программная платформа DiMP и программный комплекс DiMP-Hydro реализованы на языке C++ в операционной среде Linux с использованием современных технологий программирования. Комплекс позволяет задавать конфигурационные файлы на языке Lua [10], что обеспечивает определённую расширяемость программной реализации. Платформа пригодна для большинства современных вычислительных систем, однако ориентирована прежде всего на системы высокопроизводительные с использованием интерфейса параллельного программирования MPI.

В настоящей работе описаны используемые в программном комплексе математические модели и основные вычислительные алгоритмы, программная реализация. Приведены результаты расчётов, иллюстрирующие работоспособность предложенных научных и технических решений. Более детальное описание численных алгоритмов, математических моделей и результатов моделирования представлено в работах [8, 11–14].

Математическая модель. Коротко опишем используемую математическую модель.

Рассмотрим следующую регуляризованную (согласно квазигидродинамической методике) модель типа фазового поля, описывающую течение изотермической двухфазной двухкомпонент-

ной жидкости (смеси) с учётом межфазных эффектов (таких, как поверхностное натяжение)

$$\partial_t \rho_\alpha + \operatorname{div}(\rho_\alpha u^\alpha) = -\operatorname{div} b_\alpha, \quad \alpha = 1, 2; \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \partial_t(\rho u) + \operatorname{div}(\rho u^\alpha \otimes u) + \nabla p = \\ = \operatorname{div} \Pi + \operatorname{div} \Pi^\lambda + \rho \nabla \Phi, \end{aligned} \quad (2)$$

где $\rho_\alpha(x, t) > 0$ — плотность компонента смеси с номером α , $\rho(x, t)$ — полная плотность смеси, $\rho = \rho_1 + \rho_2$, $u(x, t)$ — скорость жидкости, w — регуляризирующая скорость жидкости (связана с квазигидродинамической регуляризацией), $u^\alpha = u - w$. Массовая сила описывается потенциалом $\Phi(x)$.

В уравнении (1) векторы b_α описывают диффузионные потоки компонентов:

$$b_\alpha = -M_{\alpha\beta} \nabla(\theta^{-1} \hat{\mu}_\beta), \quad \sum_{\beta=1}^2 M_{\alpha\beta} = 0, \quad \alpha = 1, 2. \quad (3)$$

$M_{\alpha\beta}(\bar{\rho}) > 0$ — коэффициенты подвижности компонентов, которые образуют положительно полуопределённую симметричную матрицу; $\theta > 0$ — температура смеси, которая является постоянным параметром (здесь и далее для краткости использованы обозначения $\bar{\rho} := \{\rho_1, \rho_2\}$). Второе свойство в (3) даёт

$$\sum_{\alpha=1}^2 b_\alpha = 0.$$

Диффузионные потоки b_α определяются с помощью обобщённых (слабо-нелокальных) химических потенциалов $\hat{\mu}_\alpha$:

$$\hat{\mu}_\alpha(\bar{\rho}, \Delta \bar{\rho}) = \mu_\alpha(\bar{\rho}) - \lambda_{\alpha\beta} \Delta \rho_\beta, \quad \mu_\alpha(\bar{\rho}) = \partial_{\rho_\alpha} \psi_0,$$

где μ_α — классический химический потенциал, $\psi_0(\bar{\rho})$ — объёмная плотность локальной части свободной энергии, которая является невыпуклой функцией (см. далее).

Существенный элемент рассматриваемой модели — свободная энергия Гельмгольца:

$$\psi(\bar{\rho}, \nabla \bar{\rho}) := \psi_0(\bar{\rho}) + \frac{1}{2} \lambda_{\alpha\beta} \nabla \rho_\alpha \cdot \nabla \rho_\beta. \quad (4)$$

В соотношении (4) слагаемое, зависящее от $\nabla \bar{\rho} := \{\nabla \rho_1, \nabla \rho_2\}$, представляет собой градиентную энергию. Это градиентное слагаемое существенно отличается от нуля только в межфазном слое. Вместе с невыпуклостью $\psi_0(\bar{\rho})$ оно позволяет учесть такие эффекты, как поверхностное натяжение, и обеспечить конечную толщину межфазного слоя. Коэффициенты $\lambda_{\alpha\beta}$ образуют положительно определённую симметричную матрицу 2×2 . В настоящей работе будем считать, что $\lambda_{\alpha\beta}$ — постоянные параметры.

Для удобства обозначим фазы буквами A и B . Рассмотрим гомогенную смесь в фазе A в равновесии со свободной энергией $\psi^A(\rho_1, \rho_2)$. Определим модельный вид свободной энергии следующим образом:

$$\psi_0(\rho_1, \rho_2) = \frac{\psi^A \psi^B}{\psi^A + \psi^B}. \quad (5)$$

$$\psi^A(\rho_1, \rho_2) = A_\psi [(\rho_1 - \rho_1^A)^2 + (\rho_2 - \rho_2^A)^2],$$

$$\psi^B(\rho_1, \rho_2) = B_\psi [(\rho_1 - \rho_1^B)^2 + (\rho_2 - \rho_2^B)^2].$$

Здесь и далее будем считать, что $A_\psi = B_\psi$. График поверхности (5) представлен на рисунке 2. Точки (ρ_1^A, ρ_2^A) и (ρ_1^B, ρ_2^B) соответствуют локальным минимумам функции $\psi_0(\rho_1, \rho_2)$.

Далее везде для простоты положим $\lambda_{12} = 0$, $\lambda_{11} = \lambda_{22}$ и $A_\psi = B_\psi$. Регуляризующий параметр будем вычислять по формуле $\tau = \alpha^* h / \sqrt{A_\psi \rho}$, где α^* — малый безразмерный параметр, значение которого выбирается эмпирически из соображений численной устойчивости (см. рис. 2).

Напряжения в смеси определяются с помощью тензоров $\Pi := \Pi^{NS} + \Pi^\tau$ и Π^λ , где $\Pi^{NS} := \Pi^{NS}(u)$ — тензор вязких напряжений Навье–Стокса, $\Pi^\tau := \rho u \otimes w$ — тензор регуляризующих напряжений, Π^λ — тензор капиллярных напряжений:

$$\Pi^{NS}(u) := 2\eta \mathbf{D} + \left(\zeta - \frac{2}{3} \eta \right) (\operatorname{div} u) \mathbf{I},$$

$$\mathbf{D}(u) := \frac{1}{2} (\nabla \otimes u + (\nabla \otimes u)^T),$$

$$\Pi^\lambda := \left(\rho_\alpha \lambda_{\alpha\beta} \Delta \rho_\beta + \frac{1}{2} \lambda_{\alpha\beta} \nabla \rho_\alpha \cdot \nabla \rho_\beta \right) \mathbf{I} - \lambda_{\alpha\beta} \nabla \rho_\alpha \otimes \nabla \rho_\beta.$$

Здесь $\eta = \eta(\bar{\rho}) > 0$ и $\zeta = \zeta(\bar{\rho}) \geq 0$ — коэффициенты динамической и объёмной вязкости соответственно.

Давление связано с плотностями компонентов смеси с помощью выражения

$$p(\bar{\rho}) = \rho_\alpha \mu_\alpha - \psi_0.$$

Регуляризующая скорость w имеет вид

$$w = \rho^{-1} \{ \tau (\rho(u \cdot \nabla) u + \nabla p - \operatorname{div} \Pi^\lambda - \rho \nabla \Phi) \}. \quad (6)$$

Полная свободная энергия Гельмгольца системы определяется следующим образом:

$$\Psi(t) := \int_\Omega \left(\psi_0 + \frac{1}{2} \lambda_{\alpha\beta} \nabla \rho_\alpha \cdot \nabla \rho_\beta - \rho \Phi \right) dx + \int_{\partial\Omega} g ds,$$

где $g = g(\bar{\rho})$ — свободная энергия твёрдой поверхности (стенки) $\partial\Omega$. Вид g соответствует коротко-

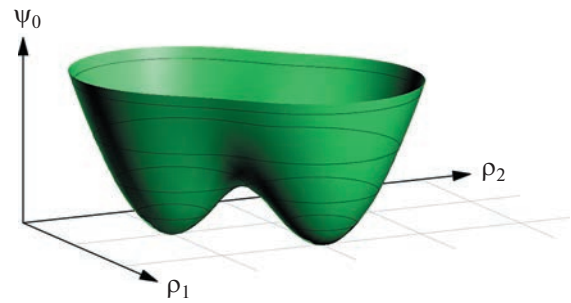


Рис. 2. Типичный график поверхности свободной энергии

действующему взаимодействию между твёрдой стенкой и жидкостью. Наличие функции g в Ψ позволяет учесть эффект смачивания. Применяют различные способы задания конкретного вида данной функции. Например, можно использовать вид g , основанный на выражении

$$\partial_{\rho_\alpha} g = b_\alpha^w \sqrt{\psi_0},$$

где коэффициенты b_α^w подбираются так, чтобы обеспечить нужное значение угла смачивания.

Если межфазная граница плоская и перпендикулярна направлению x_1 , то коэффициент поверхностного натяжения σ_{AB} для фаз A и B определяется следующим образом:

$$\sigma_{AB} = \int_{-\infty}^{\infty} \lambda_{\alpha\beta} (\partial_{x_1} \rho_\alpha) (\partial_{x_1} \rho_\beta) dx_1. \quad (7)$$

Дополним систему (1), (2) начальными и граничными условиями:

$$u(x, 0) = u_0(x), \quad \rho_\alpha(u, 0) = \rho_{\alpha,0}(u), \quad \alpha = 1, 2,$$

$$u|_{\partial\Omega} = 0,$$

$$n \cdot \nabla \hat{\mu}_\alpha|_{\partial\Omega} = n \cdot \nabla \Phi, \quad \alpha = 1, 2,$$

$$\lambda_{\nu\beta} \partial_n \rho_\beta|_{\partial\Omega} - \partial_{\rho_\nu} g|_{\partial\Omega} = D_\nu (\partial_t \rho_\nu)|_{\partial\Omega},$$

$$D_\nu \geq 0, \quad \nu = 1, 2,$$

где n — единичная внутренняя нормаль к $\partial\Omega$.

Описанная регуляризованная система уравнений обладает свойством диссипативности, то есть при использовании соответствующих граничных условий (непротекания или периодических) обеспечивает невозрастание полной энергии.

Следующий недивергентный вид $\operatorname{div} \Pi^\lambda$ играет важную роль:

$$\operatorname{div} \Pi^\lambda = \rho_\alpha \nabla (\lambda_{\alpha\beta} \Delta \rho_\beta).$$

Используя $\nabla \psi_0 = (\partial_{\rho_\alpha} \psi_0) \nabla \rho_\alpha$, получаем

$$\nabla p - \operatorname{div} \Pi^\lambda = \rho_\alpha \nabla \hat{\mu}_\alpha.$$

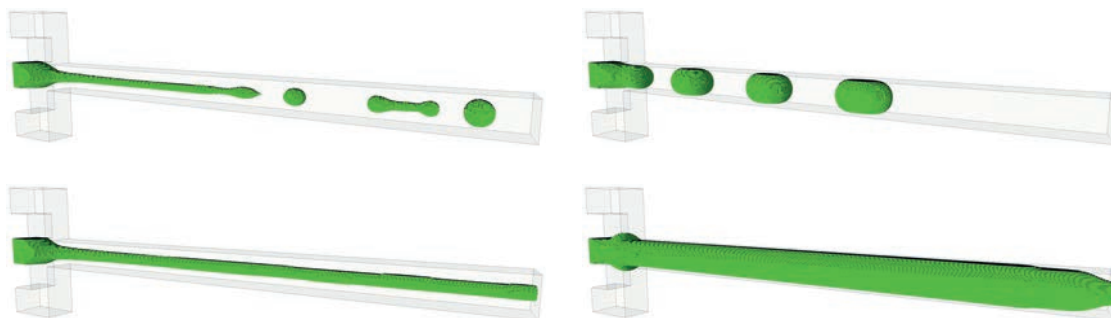


Рис. 3. Различные режимы течения в канале с гидродинамической фокусировкой

Применяя указанные равенства, несложно получить следующий недивергентный вид баланса импульса и выражения для регуляризующей скорости:

$$\partial_t(\rho u) + \operatorname{div}(\rho u_m \otimes u) + \rho_\alpha \nabla \hat{\mu}_\alpha = \operatorname{div} \Pi + \rho \nabla \Phi,$$

$$w = \rho^{-1} \tau [\rho(u \cdot \nabla)u + \rho_\alpha \nabla \hat{\mu}_\alpha - \rho \nabla \Phi].$$

Данные соотношения позволяют сравнительно просто построить конечно-разностные пространственные аппроксимации, которые обладают свойством термодинамической согласованности (диссипативности), как и исходная математическая модель. Подробное описание используемых алгоритмов для расчёта однофазных течений можно найти в цитированных выше работах авторов, а также [15–19].

Примеры расчёта двухфазных микротечений. На рисунке 3 представлены результаты, полученные при моделировании двухфазного течения в мик-

роканале с гидродинамической фокусировкой (в боковые каналы подаётся одна фаза, в центральный канал — другая). В зависимости от скоростей закачки фаз и их свойств могут реализовываться различные режимы течения: капельный, нитеобразный, струйный, плёночный, режим вытеснения.

На рисунке 4 приведено распределение водной фазы при моделировании дренажного вытеснения в поровом пространстве образца горной породы LV60A (из коллекции, доступной на сайте Имперского колледжа Лондона [9]). Для наглядности нефтяная фаза не показана, горная порода выделена полупрозрачным серым цветом. На рисунке 5 представлены кривые относительной фазовой проницаемости, полученные для указанного образца. Красная и синяя кривые соответствуют нефтяной и водной фазе соответственно, а зелёные — сглаженным значениям проницаемостей.

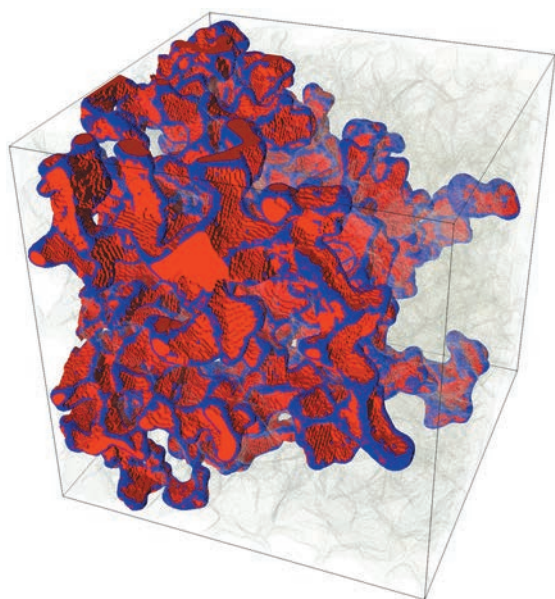


Рис. 4. Двухфазное вытеснение флюидов в образце горной породы

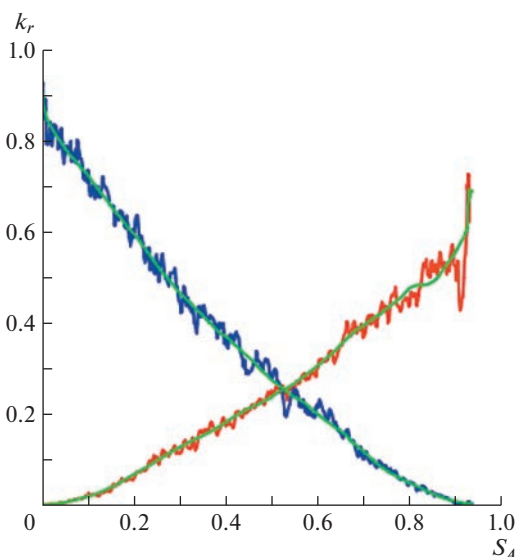


Рис. 5. Полученные кривые относительных фазовых проницаемостей

ЛИТЕРАТУРА

1. *Berg C.F., Lopez O., Berland H.* Industrial applications of digital rock technology // *Journal of Petroleum Science and Engineering*. 2017. V. 157. P. 131–147.
2. *Blunt M.J.* Flow in porous media and pore-network models and multiphase flow // *Current Opinion in Colloid & Interface Science*. 2001. V. 6. № 3. P. 197–207.
3. *Kim K.* Phase-Field Models for Multi-Component Fluid Flows // *Communications in Computational Physics*. 2012. V. 12. № 3. P. 613–661.
4. *Mauri R.* Multiphase microfluidics: The Diffuse Interface Model // *CISM Courses and Lectures*. V. 538. Springer-Verlag Wien, 2012.
5. *Четверушкин Б.Н.* Пределы детализации и формулировка моделей уравнений сплошных сред // *Матем. моделирование*. 2012. № 11. С. 33–52; *Chetverushkin B.N.* *Math. Models Comput. Simul.* 2013. № 3. P. 266–279.
6. *Четверушкин Б.Н.* Кинетические схемы и квазигазодинамическая система уравнений. М.: МАКС Пресс, 2004.
7. *Елизарова Т.Г.* Квазигазодинамические уравнения и методы расчёта вязких течений. М.: Научный мир, 2007.
8. *Балашов В.А., Савенков Е.Б.* Квазигидродинамическая модель для описания течений многофазной жидкости с учётом межфазного взаимодействия // *Прикладная механика и техническая физика*. 2018. № 3. С. 57–68.
9. Imperial College London. <https://www.imperial.ac.uk/earth-science/research/research-groups/pore-scale-modelling/micro-ct-images-and-networks/> (дата обращения 12.05.2023).
10. *Ierusalimschy L., de Figueiredo H., Filho W.C.* Lua – an extensible extension language // *Software-Practice & Experience*. 1996. V. 26. № 6. P. 635–652.
11. *Балашов В.А., Савенков Е.Б.* Применение квазигидродинамической системы уравнений для прямого моделирования течений в образцах керна // *Доклады Академии наук*. 2016. Т. 467 (5). С. 534–536.
12. *Балашов В.А.* Прямое моделирование микротечений умеренно-разреженного газа в образцах горных пород // *Матем. моделирование*. 2018. № 9. С. 3–20.
13. *Balashov V., Zlotnik A., Savenkov E.* Numerical method for 3D two-component isothermal compressible flows with application to digital rock physics // *Russ. J. Numer. Anal. Math. Model.* 2019. V. 34. № 1. P. 1–13.
14. *Balashov V., Zlotnik A., Savenkov E.* Analysis of a regularized model for the isothermal two-component mixture with the diffuse interface // *Russ. J. Numer. Anal. Math. Model.* 2017. V. 32. № 6. P. 347–358.
15. *Балашов В.А., Савенков Е.Б., Четверушкин Б.Н.* Вычислительные технологии программного комплекса DiMP-Hydro для моделирования микротечений // *Матем. моделирование*. 2019. № 7. С. 21–44. <https://doi.org/10.1134/S0234087919070025>
16. *Balashov V.A.* Dissipative spatial discretization of a phase field model of multiphase multicomponent isothermal fluid flow // *Computers and Mathematics with Applications*. 2021. № 7. P. 112–124. <https://doi.org/10.1016/j.camwa.2021.03.013>
17. *Балашов В.А., Савенков Е.Б.* Регуляризованная изотермическая модель типа фазового поля двухкомпонентной двухфазной сжимаемой жидкости и её одномерная пространственная дискретизация // *Дифференциальные уравнения*. 2020. № 7. С. 887–900. <https://doi.org/10.1134/S0374064120070055>
18. *Balashov V.A., Savenkov E.B.* Thermodynamically consistent spatial discretization of the one-dimensional regularized system of the Navier–Stokes–Cahn–Hilliard equations // *Journal of Computational and Applied Mathematics*. 2020. V. 372. Article number 112743. <https://doi.org/10.1016/j.cam.2020.112743>
19. *Balashov V., Savenkov E.* A regularized phase field model for solid–fluid dynamics description // *Continuum Mech. Thermodyn.* 2023. V. 35. P. 625–644. <https://doi.org/10.1007/s00161-023-01203-1>

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЦИФРОВИЗАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА

© 2023 г. В. Б. Бетелин^{а,*}, В. А. Галкин^{б,**}, Р. Д. Гимранов^{с,***}

^аФедеральный научный центр “Научно-исследовательский институт системных исследований РАН”,
Москва, Россия

^бСургутский филиал Федерального научного центра “Научно-исследовательский институт системных исследований РАН”,
Сургут, Россия

^сПубличное акционерное общество “Сургутнефтегаз”, Сургут, Россия

*E-mail: betelin@niisi.msk.ru

**E-mail: val-gal@yandex.ru

***E-mail: gimranov_rd@mail.ru

Поступила в редакцию 11.05.2023 г.

После доработки 11.05.2023 г.

Принята к публикации 27.05.2023 г.

В статье обсуждается проблема обеспечения гарантированного штатного функционирования цифровых систем в нефтегазовой отрасли России в условиях санкционной войны США и Евросоюза с этой отраслью. Для её решения предлагается использовать аппаратные и программные средства со встроенными интеллектуальными механизмами самоконтроля и самокоррекции. Запреты на поставки суперкомпьютеров для гидродинамических расчётов предлагается парировать применением вычислительных методов, основанных на точных решениях и грубых сетках.

Ключевые слова: цифровая система управления, штатное функционирование, интеллектуальные средства самоконтроля и самокоррекции, гидродинамические расчёты, точные решения гидродинамических уравнений на грубых сетках.

DOI: 10.31857/S0869587323060038, EDN: HYYSMZ

О проблеме штатного функционирования цифровых систем управления в нефтегазовой отрасли. Санкционная война США и стран Евросоюза — это, по сути, война с нефтегазовой отраслью России, отраслью, которая вносит решающий вклад в формирование государственного бюджета, в том числе таких его статей, как образование, здравоохранение, социальное обеспечение, оборона.

Так, в 2021 г. чистая прибыль ПАО “Сургутнефтегаз” и ПАО “Роснефть” составила 513 млрд руб. и 883 млрд руб. при численности персонала 118 тыс. и 315 тыс. человек соответственно. Цель санкционной войны — создать условия, которые приведут к сокращению объёмов продаж российских нефтегазовых компаний и, как следствие, к снижению их вклада в государственный бюджет.



БЕТЕЛИН Владимир Борисович — академик РАН, научный руководитель ФНЦ “НИИСИ РАН”. ГАЛКИН Валерий Алексеевич — доктор физико-математических наук, директор Сургутского филиала ФНЦ “НИИСИ РАН”. ГИМРАНОВ Ринат Дамирович — кандидат экономических наук, начальник управления информационных технологий ПАО “Сургутнефтегаз”.

Одно из таких создаваемых Западом условий — запрет на поставки в Россию высокотехнологичных продуктов компаний Intel, HP, Cisco, Siemens, Microsoft, SAP и др., на основе которых построены цифровые системы управления российскими нефтегазовыми компаниями, например, суперкомпьютеров для гидродинамического моделирования процессов движения флюидов в нефтеносных пластах (такие суперкомпьютеры — неотъемлемая часть современных технологий управления нефтедобычей). Парировать эту угрозу можно путём разработки отечественных математических методов и программных систем гидродинамического моделирования, основанных на использовании точных решений на грубых сетках [1]. Эти решения позволяют существенно снизить требования к производительности суперкомпьютера, который может быть реализован российскими разработчиками на основе отечественных комплектующих.

При оценке возможных последствий запрета поставок зарубежных компьютеров и программного обеспечения, используемых в системах цифрового управления предприятием, необходимо учитывать и то обстоятельство, что в зарубежной программной и аппаратной продукции присутствуют и будут присутствовать ошибки (уязвимости), которые могут стать причиной проникновения вирусов, нарушающих штатное функционирование как самой продукции, так и цифровых систем управления предприятием, сформированных на её основе. В итоге сбои приведут к нарушению штатного функционирования и всей нефтегазовой компании. Другими словами, хотя коммерческие аппаратные и программные продукты упоминавшихся западных компаний обладают наилучшими показателями по соотношению производительности и стоимости, они обеспечивают при этом только экономически приемлемый для компаний-производителей уровень безопасности и надёжности, который недостаточен для цифровых систем управления предприятиями нефтегазовой отрасли, относящихся к категории систем с критической миссией.

Например, в документе компании Intel (№ 326767-004 от сентября 2012 г.) декларируется: «...корпорация Intel *снимает с себя всякую ответственность*, (курсив авторов), которая может возникнуть при ненадлежащем функционировании продуктов корпорации в *“системах с критической миссией”*». В документе № 324209-012 той же компании декларируется: “корпорация Intel официально заявляет, что продукты, описанные в документации, *могут содержать дефекты или ошибки, которые могут вызвать отклонения реального поведения продуктов* от поведения, описанного в опубликованных спецификациях”.

Ошибки (уязвимости) были, есть и будут присутствовать не только в зарубежных, но и в отечественных коммерческих программных и аппаратных продуктах, поскольку процесс их проектирования представляет собой последовательность построения их представлений на различных языках, таких, например, как язык спецификаций, языки Cu, RTL и др., которые должны быть алгоритмически эквивалентны. Однако проблема эквивалентности двух алгоритмов алгоритмически неразрешима, то есть невозможно формально доказать алгоритмическую эквивалентность различных представлений этих продуктов. Следовательно, указанные представления могут быть алгоритмически не эквивалентны, что, собственно, и служит источником ошибок. Речь идёт о неэквивалентности представления программного продукта на языке спецификаций его конечному представлению на машинном языке конкретного компьютера, то есть наблюдается как раз “отклонение реального поведения продуктов от поведения, описанного в опубликованных спецификациях”. Именно поэтому Федеральный закон ФЗ-187 “О безопасности критической инфраструктуры РФ” допускает возможность инцидентов, то есть кибератак на эту инфраструктуру, базирующуюся на коммерческих зарубежных и отечественных программных и аппаратных продуктах, уровень уязвимостей в которых обеспечивается на уровне приемлемом лишь для производителя этих продуктов. Пример тому — ошибка цифровой системы управления налоговой службы, которая в ряде случаев делала налогоплательщика налоговым должником перед государством в размере... одной копейки за счёт дефекта алгоритма округления.

Уязвимости коммерческой аппаратуры и программного обеспечения как зарубежного, так и отечественного относятся к категории не декларируемых производителем возможностей, которые не могут быть компенсированы на более высоких программных уровнях, но могут служить средством злоумышленного перехвата управления и нештатного функционирования цифровой системы управления критически важными объектами нефтегазовых компаний. Примером такого злоумышленного перехвата стало заражение вирусом Stuxnet и нештатного функционирования по этой причине цифровой системы управления на основе контроллеров фирмы Siemens центрифуг иранской подземной фабрики по обогащению урана. В результате были физически разрушены более тысячи центрифуг.

В этой связи необходимо отметить, что именно такие довольно массовые контроллеры фирмы Siemens используются в российских цифровых системах управления нефтедобычей и транспорти-

ровкой нефти, что, несомненно, несёт реальную угрозу их функционированию. Вирусы типа Stuxnet имеют высокий уровень скрытности распространения, вторжения и воздействия, поскольку созданы на основе детальных знаний о возможностях и уязвимостях как среды распространения (Microsoft), так и среды применения — программного обеспечения контроллеров Siemens. Такие детальные знания о перечнях и особенностях обнаруженных зарубежными производителями уязвимостей российским специалистам недоступны, что не позволяет ни достоверно оценить реальный уровень безопасности и надёжности киберинфраструктуры нефтегазовых компаний, ни сколь-нибудь эффективно противостоять атакам вирусов типа Stuxnet.

Достаточно очевидно, что вирус, аналогичный Stuxnet, может быть создан и на основе детальных знаний о возможностях и уязвимостях коммерческих отечественных программных и аппаратных продуктов, поскольку они, как и зарубежные, обеспечивают уровень вероятности ошибок, приемлемый только для производителя, а для него первичен показатель производительность/стоимость. То есть функционирование цифровой системы управления на основе коммерческой аппаратуры и программного обеспечения, зарубежного или отечественного, чревато неустранимой угрозой самому процессу цифровизации нефтегазовой отрасли. Эти технологии не могут гарантировать штатного функционирования созданных на их основе цифровых систем управления предприятиями, независимо от наличия допущенных в процессе их разработки ошибок и внешнего злоумышленного использования уязвимостей.

Для обеспечения штатного функционирования таких уязвимых цифровых систем необходимо встроить непосредственно в их аппаратуру и программное обеспечение средства обнаружения вторжения и парирования последствий, что предполагает функциональную избыточность и в аппаратуре, и в программном обеспечении. Эта избыточность должна обеспечить контроль функционирования цифровой системы управления, предотвратить или нейтрализовать последствия деструктивных воздействий различного рода, в том числе и кибератак. Для этого и в аппаратуре, и в программном обеспечении должны быть реализованы средства самоконтроля, отслеживания и коррекции ключевых параметров управления предприятием или промышленным оборудованием. Такие средства должны охватывать элементную базу, средства вычислительной и коммуникационной техники, операционную систему, прикладные программы, которые собственно и реализуют алгоритмы управления. Например, в прикладной программе — это построение и отоб-

ражение профилей выполнения программ, утверждения о поведении программ (статические или динамические при наличии в утверждении переменных), проверка временных ограничений на выполнение фрагмента программы [2].

Этот очевидно избыточный с коммерческой точки зрения дополнительный комплекс аппаратных и программных средств должен гарантировать штатное функционирование цифровых систем управления в нефтегазовой отрасли, несмотря на кибератаки, отказы аппаратных и программных компонент и даже возможные проявления ошибок реализации.

Госкорпорацией “Ростех” совместно с ведущими институтами РАН и вузами страны сформирована заявка на создание комплексной научно-технической программы полного цикла “Комплексная разработка и производство доверенных интеллектуальных программно-аппаратных платформ на основе отечественных электронных компонентов и программного обеспечения” (шифр: “Флагман-РЭК”). Эта заявка поддержана экспертным советом по приоритетному направлению Стратегии научно-технологического развития России “Переход к цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших данных, машинного обучения и искусственного интеллекта”. Основная цель программы “Флагман-РЭК” — парирование угроз перехвата управления и нештатного функционирования систем с критической миссией (СКМ), в том числе промышленного оборудования добычи, транспортировки и переработки нефти и газа, атомных энергетических установок, тепловых, газовых и гидравлических турбин, электрогенераторов и электростанций, авиационного и железнодорожного транспорта; сложных технических объектов, к которым относятся предприятия нефте- и газодобычи, их транспортировки и переработки, тепловые, атомные и гидроэлектростанции, энергосистемы, аэропорты и железнодорожные узлы, банки.

Средство достижения основной цели — разработка и серийное производство не имеющих аналогов в мире доверенных интеллектуальных цифровых систем управления СКМ и всех их составляющих (электронная компонентная база, средства вычислительной техники, программные продукты) для обеспечения штатного функционирования в условиях внешних деструктивных воздействий с целью перехвата управления. Синергетический эффект достижения основной цели — крупносерийное производство в нашей стране элементной базы и вычислительной техники

на её основе, то есть возрождение радиоэлектронной отрасли России.

О математических проблемах моделирования нефтеносных залежей и разработке адекватных вычислительных методов. Важнейшей задачей математического моделирования в нефтегазовом секторе топливно-энергетического комплекса является повышение коэффициента извлечения нефти из матрицы нефтесодержащей породы, представляющей собой пористую среду, в микроструктуре которой содержатся флюиды различной природы.

Как правило, технология вычислений в решении индустриальных задач в существенной мере опирается на подгоночные параметры, специфические для конкретной установки. Поэтому весьма важно иметь точно решаемые задачи уравнений гидродинамики, позволяющие сформулировать квалифицированное заключение о работоспособности вычислительных комплексов, возможности переноса результатов моделирования на конструкции с принципиально различающимися параметрами.

В ряде проектов расчёт позволяет обсуждать только один объект, для которого уже выполнена настройка расчётных параметров, поэтому огромное значение имеет наличие библиотеки точных нестационарных решений уравнений гидродинамики в условиях сложной геометрии. Более того, эта библиотека может служить основой малоразмерных кусочных аппроксимаций течений аналогично сплайнам¹, позволяя существенно снизить вычислительную нагрузку за счёт использования грубых сеток с прецизионными решениями в межсеточном пространстве.

Прогресс в этих технологиях связывается в настоящее время только с увеличением размерности сеточных аппроксимаций и, как следствие, с ростом требований к производительности, а значит, росту стоимости супер-ЭВМ. В конечном счёте это приводит к увеличению числа и производительности параллельно работающих микропроцессоров. Поскольку производительность микропроцессора в основном определяется технологическим уровнем его производства, то, по сути дела, в настоящее время прогресс в вычислительных технологиях на основе сеточных аппроксимаций большой размерности определяется прогрессом в области микроэлектронных технологий. Отставание в области микроэлектроники влечёт за собой отставание в технологиях моделирования на основе сеточных аппроксимаций большой размерности.

¹ Сплайн — функция в математике, область определения которой разбита на конечное число отрезков, на каждом из которых она совпадает с некоторым алгебраическим многочленом. (Прим. ред.)

Масштаб задач, имеющих практическую значимость. О сложности этих задач говорят следующие факты:

- геометрические размеры нефтеносной залежи характеризуются кубом со стороной порядка десятка километров;
- нефтесодержащие флюиды располагаются в каналах пористой матрицы залежи с характерными размерами сечений порядка микрометров со значительной неоднородностью физико-химических характеристик на масштабах залежи;
- получение экспериментальных данных для реальных объектов — достаточно дорогостоящий процесс, а сами данные характеризуются большим разбросом параметров проб, извлекаемых из скважины на поверхность;
- работа предприятия нефтегазовой отрасли связана со сложной логистикой, опирающейся на обработку значительных информационных потоков с сопутствующими требованиями к информационной и физической безопасности производственного цикла.

В связи с масштабом высокотехнологичной задачи возникает проблема управления динамикой нефтесодержащих флюидов в пористой среде. Создание реальных моделей месторождений затруднено в отсутствие глубокого и детального изучения фильтрационно-ёмкостных свойств материала матрицы, в том числе его основных параметров — характерных размеров порового пространства, его топологической связности на реальных масштабах залежи.

В течении многофазных жидкостей типично образование локальных зон — структур, заполненных жидкостью одной фазы. Это явление специфично для процесса выдавливания нефти посредством воды или газа. Причиной служит существенное различие коэффициентов вязкости жидкостей. Обычно вода и газ обтекают “целики” нефти, которые остаются неподвижными в матрице среды. Одним из способов выделения “структур” служит формирование пространственно-временных областей, в которых макроскопические параметры состояния системы приобретают сингулярности, априори не включённые в язык описания системы. В этом случае имеет место неполнота языка математической модели, приводящая к понятиям обобщённых решений и требующая уточнения постановки исходной задачи. По существу, зачастую это означает отсутствие корректности рассматриваемых задач в исходной постановке.

Масштабы вычислительной трудоёмкости требуют для решения реальных задач моделирования течения в $\sim 10^{18}$ каналах. Традиционные подходы опираются на сеточные, проекционные

методы, которые по своей природе весьма затратны с точки зрения их реализации на вычислительной технике, поскольку основная нагрузка, связанная с процессами вычисления, падает на последовательный обход узлов сетки с неминуемым накоплением ошибок в экспериментальных данных и неустраняемых ошибок в вычислительных операциях. В конечном счёте гонку в этой области деятельности определяют размерность вычислительных сеток (количество узлов сетки), что неумолимо диктует гонку в области суперкомпьютерных технологий. При этом возможность верификации проектных расчётов крайне ограничена и вызывает существенные сомнения в их применимости в широком диапазоне параметров течения. Существенный вклад в эффективное понижение размерности вычислительных аппроксимаций и уменьшение ошибок округления может внести использование точных решений между узлами грубых сеток.

В связи с вышеизложенным перспективным направлением исследований представляется разработка оптимизационных процедур аппроксимации решений с помощью комбинаций точных решений на грубых сетках, что по своей сути близко к конструированию специализированных искусственных нейронных сетей. Эта идеология является синтетическим обобщением классического метода “первых интегралов” в теории дифференциальных уравнений для понижения размерности дифференциальных систем.

На этом направлении получены практические результаты, позволяющие выявить тонкую структуру нестационарных трёхмерных вихревых гидродинамических течений. В частности, разрабатывается иерархия моделей, реализованная на основе малоразмерных эффективных алгоритмов с использованием отечественной вычислительной техники средней производительности, обеспечивающих точность, необходимую для практической работы. Иерархия моделей включает в себя локальный анализ структуры ядра и гидродинамику в нём флюидов на основе малоразмерных вычислительных алгоритмов.

Разработана методика “сшивки” решаемых задач по иерархии масштабов, соответствующих реальным размерам залежи. Эта методика положена в основу программного комплекса анализа связности порового пространства и определения таких его основных характеристик, как пористость, проницаемость, длина каналов, связность порового пространства, трещиноватость, гранулометрический состав породы, соотношение и количество связных и закрытых каналов, удельная поверхность, соотношение пор и матрицы породы.

Проблемы импортозамещения и цифровой трансформации промышленных предприятий. Промыш-

ленное производство характеризуется длительным циклом капиталоемкости. Жизненный цикл активов составляет годы и десятилетия. Это накладывает свои особенности на организационный капитал предприятия — организационную структуру, правила управления процессами, информационные системы, стандарты, компетентность руководителей и специалистов. Такие особенности сложно сочетаются с подходами цифровизации, которая предполагает быструю смену технологий, создание продуктов и услуг с высокой долей нематериальных активов, необходимость быстрого и регулярного дополнительного профессионального обучения [3].

В настоящее время проблемы цифровой трансформации промышленных предприятий отягощены задачей импортозамещения: нужно в достаточно короткий срок — за несколько лет — заменить программное и аппаратное обеспечение производителей из недружественных стран, в основном членов НАТО, на отечественные аналоги. Необходимость импортозамещения и угрозы кибербезопасности действующих программно-аппаратных компонентов из недружественных стран усиливают риски устойчивости работы промышленных предприятий в условиях цифровой трансформации [4]. В особенности это актуально для сложных ситуаций, требующих качественных управленческих решений.

Наиболее выигрышные подходы к успешному решению задач импортозамещения и цифровой трансформации должны учитывать вышеперечисленные особенности и опираться на объединяющие решения, дающие синергетический эффект. Одним из таких подходов мы считаем создание и использование продуктов, созданных по полному циклу — от исследований до промышленного использования. Полный цикл вполне естественен как для промышленных компаний, так и для предприятий сферы информационных технологий. Необходимо выявлять области, где работы полного цикла будут наиболее эффективны, и инициировать перспективные проекты. Причём на исследовательской фазе цикла, особенно при необходимости фундаментальных исследований, требуется активное участие бюджетных и ведомственных исследовательских организаций, включающих такие проекты в государственные программы. Чем ближе к промышленному использованию, тем существенней должна быть роль в работах промышленного предприятия. Такой подход соответствует задачам достижения национального технологического суверенитета, так как способствует получению и развитию отечественных результатов интеллектуальной деятельности (технологий, архитектур, стандартов, опытных образцов).

Одним из конкретных направлений применения подхода полного цикла выступает создание защищённых, самовосстанавливающихся программно-аппаратных комплексов, как универсальных, так и специализированных под конкретные производственные задачи. Программа “Флагман-РЭК” в полной мере отвечает условиям эффективной реализации проектов полного цикла в области достижения национального технологического суверенитета.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бетелин В.Б., Галкин В.А. О проблеме снижения размерности сеточных аппроксимаций // Успехи кибернетики. 2021. № 4. С. 75–77.
2. Бетелин В.Б., Исаев В.М. О создании доверенных интеллектуальных программно-аппаратных платформ на основе отечественных электронных компонентов и программного обеспечения // Оборонная наука – экономике России. М.: Оружие и технологии, 2021. С. 114–119.
3. Ананьин В.И., Зимин К.В., Гимранов Р.Д., Лугачев М.И., Скрипкин К.Г. Реальное время управления предприятием в условиях цифровизации // Бизнес-информатика. 2019. № 1. С. 7–17.
4. Гимранов Р.Д. Группировка угроз и рисков экономической безопасности цифрового предприятия нефтегазовой отрасли: ситуационный подход // Креативная экономика. 2020. № 7. С. 1291–1310.

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ БОЛЬШИХ ДАННЫХ ДЛЯ НАУК О ЗЕМЛЕ

© 2023 г. А. Д. Гвишиани^{a,b,*}, В. Я. Панченко^{c,**}, И. М. Никитина^{a,***}

^aГеофизический центр РАН, Москва, Россия

^bИнститут физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, Москва, Россия

^cРоссийская академия наук, Москва, Россия

*E-mail: a.gvishiani@gcras.ru

**E-mail: viapanchenko@pran.ru

***E-mail: i.nikitina@gcras.ru

Поступила в редакцию 18.05.2023 г.

После доработки 20.05.2023 г.

Принята к публикации 25.05.2023 г.

В настоящее время большие данные — одно из наиболее обсуждаемых сегодня явлений в сфере информационных технологий. Что такое большие данные? Как они создаются? Как устроено программное обеспечение больших данных? Как теория и практика больших данных используются и могут быть использованы применительно к наукам о Земле? Как проблематика больших данных развивается в рамках Российской академии наук? Эти вопросы обсуждаются в статье, подготовленной на основе научного сообщения, представленного на заседании Президиума РАН 28 марта 2023 г.

Ключевые слова: большие данные, системный анализ, науки о Земле.

DOI: 10.31857/S0869587323060087, **EDN:** YCSNEI

Большие данные (Бод) — одно из наиболее обсуждаемых сегодня явлений в сфере информационных технологий, в том числе в их приложении к научным исследованиям, бизнесу, информационной сфере во всех её аспектах. Этот термин часто используется достаточно свободно, если не сказать волюнтаристски. Нередко те, кто говорят о Бод, концентрируют внимание скорее на интуитивном понимании термина, называя данные большими, когда их просто много. На самом деле Бод — это формализованная система понятий, имеющая очерченную область применения, снабжённая оригинальным программным обес-

печением и лежащей в его основе математикой. Последняя является частью системного анализа.

Масштабируемость системы. На разных этапах развития любой информационной системы возникает проблема превышения расчётной нагрузки. Эта проблема может быть обусловлена увеличением объёмов данных, числа пользователей, количества параметров, скорости обработки и другими подобными причинами. Соответственно, важным базовым понятием системы является *масштабируемость*.

Информационная система называется масштабируемой, если она: во-первых, способна на-



ГВИШИАНИ Алексей Джерменович — академик РАН, научный руководитель ГЦ РАН. ПАНЧЕНКО Владислав Яковлевич — академик РАН, вице-президент РАН. НИКИТИНА Изабелла Михайловна — кандидат технических наук, старший научный сотрудник ГЦ РАН.



Рис. 1. Основные и дополнительные критерии, характеризующие БД

рашивать свои вычислительные и системные ресурсы без структурных изменений; во-вторых, может увеличивать свою производительность пропорционально дополнительным ресурсам.

Разделяют вертикальную и горизонтальную масштабируемость. *Вертикально масштабируемая система* увеличивает свою производительность за счёт усиления каждого компонента системы, без изменения программ. Иными словами, производительность увеличивается за счёт усиления нескольких или всех компьютеров системы или мощности сервера, например, благодаря расширению его оперативной памяти.

Горизонтально масштабируемая система усиливает свою производительность путём добавления к системе новых компонентов. При этом для полноценного использования добавленных ресурсов может потребоваться модификация программ. Иначе говоря, горизонтально масштабируемая система — это система, позволяющая добавлять как новые компьютеры, так и новые серверы. Добавление может происходить физически или виртуально.

Критерии больших данных. Термин “большие данные” появился сравнительно недавно, в 2008 г., по аналогии с терминами “большая нефть”, “большие деньги”, “большая вода” и т.д. Его предложил редактор журнала “Nature” Клиффорд Линч, в статье “Big data: how do your data grow?”, опубликованной в спецвыпуске, посвящённом взрывному росту мировых объёмов информации [1].

В 2010 г. БД впервые характеризуются свойствами, известными как критерий 3V: volume (объём), velocity (скорость), variety (разнообразие) (рис. 1). БД должны обладать большими значениями всех 3V. Это и стало определением понятия БД.

Возникает естественный вопрос: какие значения следует считать большими? Имея в виду относительность ответа, можно утверждать, что это значения каждого из 3V, существенно превышающие стандартные пороги для соответствующих выборок. Следует уточнить, что в данном контексте скорость понимается в широком смысле, как скорость сбора, передачи, архивирования, научного анализа и роста разнообразия информации. Последнее особенно важно, потому что огромные объёмы совершенно одинаковых данных не есть БД.

Позже в некоторых случаях к 3V стали добавлять три дополнительных критерия: value (ценность) определяется значимостью входящей и обработанной информации для целей исследования БД; validity (уместность) характеризует имеющиеся шансы наличия связи исходных и обработанных данных с объектом исследований; variability (вариативность) показывает способность развёртывания исходных и обработанных данных в сторону усиления их разнообразия.

Эти параметры возникли в ответ на лавинообразный рост объёма данных, когда актуальными стали вопросы, могут ли полученные данные принести пользу и насколько им можно доверять [2]. В результате появились особые типы БД, которые, наряду с большими значениями основных 3V, обладают большими значениями одного или нескольких дополнительных V. Подобные 4V, 5V, 6V БД де-факто являются собственными множествами некоторых 3V БД.

Создание больших данных. Создание БД — это процесс, разворачивающийся во времени. У него есть начало, но нет конца. Цифровые электронные данные генерируются и увеличиваются в объёме как снежный ком. Нельзя принять моментное решение о создании БД. Можно начать собирать данные и не останавливаться. Тогда рано или поздно мы создадим БД. Далее эти данные будут согласованно расти в направлении увеличения каждого из трёх основных V.

Классическим и достаточно очевидным примером БД являются операции в Интернете. Анализ происходящего в сети в течение 2023 г., выполненный компанией LOCALiQ [3], показал, что в среднем за одну минуту уникальные пользователи:

- 3.67 млн раз просматривали видео на YouTube;
- 5.9 млн совершили поисковые запросы в Google;
- 231 млн отправили e-mail сообщение.

Процесс создания БД следует за процессом увеличения количества данных. Так, по результатам исследования компании IDC [4] за последние 15 лет объём мировых данных вырос в 100 раз — с 1 ЗБт до 100 ЗБт (единицы измерения количества

информации в байтах приведены в табл. 1). При этом более половины данных формируется на устройствах конечных пользователей. Бод создаются из первоначального ядра обычных данных путём развёртывания во времени одновременно каждого из трёх V. Процесс имеет начало, но не имеет конца. Единожды начав создавать Бод, невозможно остановиться, поскольку сама система управления ими базируется как на вновь поступающих потоках информации, так и на неуничтожаемых архивах. Факт постоянного роста больших данных служит базой для неразрывно связанных с ними методов анализа. Важным свойством здесь является неуничтожимость Бод, обеспеченная оригинальными ПО.

Новая парадигма научных исследований. Буквально через несколько лет после появления термина “большие данные” стало ясно, что их изучение приводит к новой парадигме научных исследований. Цель научного поиска смещается с ответа на вопрос “почему?” на ответ на вопросы “что именно происходит?” и “как действовать?”. С этой целью во главу угла ставится распознавание корреляций и трендов в гигантских массивах информации. Как показывают реализованные коммерческие и научные приложения, расчёт трендов стал эффективным инструментом внедрения научных результатов в реальный сектор экономики, укорачивающим путь от их анализа *a posteriori* к прогнозированию.

Преобразование количества накопленной информации в качество решений называют феноменом Бод. Программы для игры в шахматы (например, программа “Каисса”, ставшая в 1974 г. первым чемпионом мира по шахматам среди компьютерных программ), построенные на тех же принципах, что и алгоритмы 60-х годов XX в., сегодня играют на уровне гроссмейстеров и даже превышая его. Это достижение определяется сегодняшней возможностью доступа к гигантскому множеству данных истории шахматных партий при неизменных правилах игры.

Феномен Бод ярко проявляется в прогрессе продуктов искусственного интеллекта, например, Google Translate. Система использует не строгие своды грамматических правил и исключений языка, а статистическую вероятность употребления того или иного слова с учётом контекста, рассматривая язык как беспорядочную систему данных. Простые алгоритмы, имеющие доступ к огромному объёму данных, имеют лучшие результаты, чем сложные алгоритмы, обучаемые на узких выборках [6]. Качественный скачок определяется именно огромным объёмом и разнообразием данных, которые поступают и обрабатываются очень быстро, и лишь отчасти — совершенствованием алгоритмов.

Таблица 1. Единицы измерения количества информации в байтах [5]

Название	Обозначение	Степень
Байт	Б	10^0
Килобайт	Кбайт	10^3
Мегабайт	Мбайт	10^6
Гигабайт	Гбайт	10^9
Терабайт	Тбайт	10^{12}
Петабайт	Пбайт	10^{15}
Эксабайт	Эбайт	10^{18}
Зеттабайт	Збайт	10^{21}
Йоттабайт	Йбайт	10^{24}

Модель MapReduce. Для работы с Бод не годятся привычные подходы и методы хранения и обработки информации, например СУБД. Большие данные нужно обрабатывать распределённо. Для этого необходим некоторый универсальный общий подход, реализуя который, можно обрабатывать и безопасно хранить большие объёмы в том числе и неструктурированных данных.

Соответствующая модель распределённых вычислений MapReduce была впервые предложена сотрудниками корпорации “Google” в 2004 г. [7]. В её основе лежат две процедуры функционального программирования: *map* (отображение), в которой применяется нужная функция к каждому элементу списка, и *reduce* (ограничение), объединяющая результаты работы этапа *map*. В процессе вычислений множество входных пар ключ/значение преобразуется в множество выходных пар ключ/значение. Иными словами, MapReduce — это модель параллельной обработки Бод на компьютерных кластерах за счёт соответствующего разделения задачи на независимые части. Схема работы MapReduce для наглядности представлена на классическом примере подсчёта количества слов в тексте (рис. 2).

Почти двадцать лет назад на базе модели MapReduce появилось программное обеспечение обработки Бод, альтернативное СУБД — без требований жёсткой иерархии и однородности данных. Это ПО может обрабатывать как структурированные, так и неструктурированные данные, например тексты.

Одной из основных программных реализаций модели MapReduce стала программная платформа HADOOP. Это открытая система, однако чтобы адаптировать её к собственным данным, необходимо создать некий дополнительный программный аппарат для актуализации сборки.

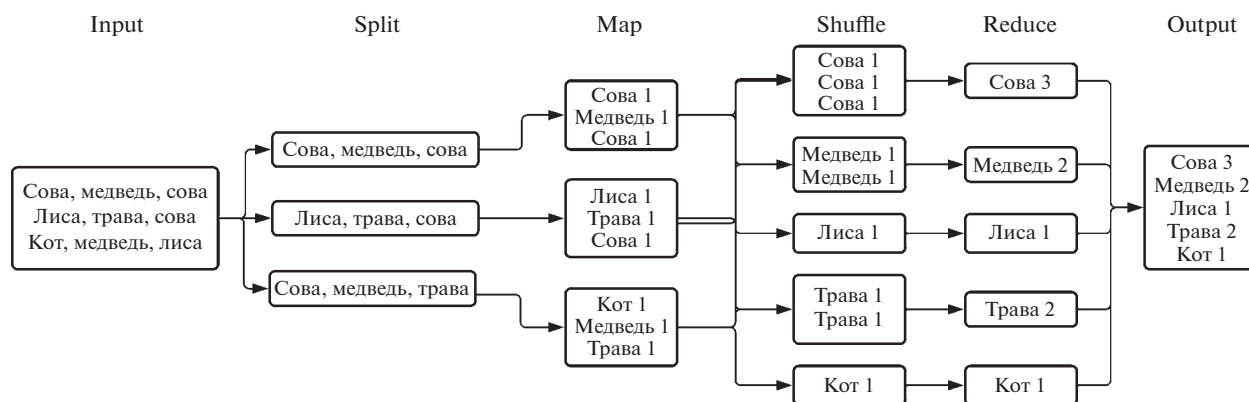


Рис. 2. Схема работы MapReduce

Сегодня такие готовые решения HADOOP применительно к обрабатываемым потокам информации находятся под санкциями. Создание аналогичных отечественных решений – важная задача российских учёных, инженеров и коммерческих компаний.

Большие данные в науках о Земле. В работах [8, 9] изучено и обосновано отнесение к большим данным информационных потоков, которые создаются в рамках следующих наук о Земле:

- метеорология – метеорологические данные сегодня составляют петабайты (10^{15} Б) информации;
- изучение Земли из космоса – данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) к 2025 г. достигнут объёма 300 экзбайт (10^{18} Б);
- экология – информация международной сети экологических наблюдений станций SMEAR составляет сотни терабайт (10^{12} Б);
- сейсмология – данные глобального сейсмического мониторинга, включая временные ряды сейсморегистрации, измеряются в петабайтах (10^{15} Б);
- геофизика – объём информации геофизической разведки и поиска полезных ископаемых достигает 100 петабайт (10^{15} Б) в сутки;
- горные науки – данные горно-добывающих и перерабатывающих комплексов составляют 130 терабайт (10^{12} Б) в год.

Следует иметь в виду, что в приведённый здесь список включены лишь те науки о Земле, которые гарантированно создают Бод. Целый ряд других дисциплин со временем тоже станет и уже становится источником больших данных. Это происходит как благодаря распространению систем наблюдений в региональных и глобальных масштабах, так и в силу появления принципиально новых типов наблюдательного оборудования. Дальнейшее распространение высокоскоростного Интернета по планете обеспечивает возмож-

ность оперативной обработки и постоянного сохранения Бод наук о Земле на базе системы HADOOP и её аналогов. А значит, потоки данных будут неуклонно увеличиваться, особенно при развёртывании международного сотрудничества. Поэтому представленный выше список Бод в науках о Земле открыт для расширения.

Региональные Бод на примере Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ). Перспективным представляется создание и дальнейшее развитие мультидисциплинарных региональных Бод, в том числе применительно к АЗРФ.

Источниками данных здесь служат:

1. Информация мониторинга и изучения АЗРФ, создаваемая институтами РАН, Северным (Арктическим) федеральным университетом им. М.В. Ломоносова и другими университетами, научно-исследовательскими центрами МЧС и ГК “Росатом”.
2. Центральные исследовательские проекты в Арктике:
 - система спутников дистанционного зондирования Земли “Арктика”;
 - ледовая самодвижущаяся платформа “Северный полюс”;
 - арктические станции “Снежинка”;
 - транспортный коридор “Северный морской путь”.
3. Проекты РНФ по изучению и мониторингу Арктики.

Проект “Системный анализ динамики геофизических процессов в Российской Арктике и их воздействие на развитие и функционирование инфраструктуры железнодорожного транспорта” с 2021 г. реализует Геофизический центр РАН (финансируется РНФ, проект 21-77-30010), АО “НИИАС” (РЖД) создаёт прототип Бод для АЗРФ.

Информация, генерируемая в проекте, обладает большой степенью разнообразия. Бод гене-

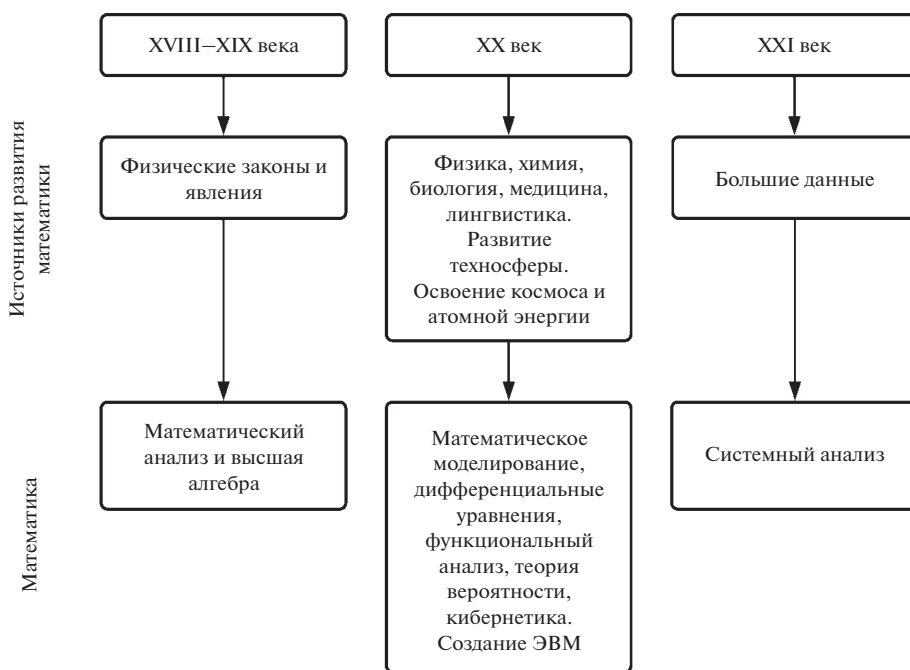


Рис. 3. Математика XX–XXI вв.

пируются по следующим направлениям: изучение землетрясений, сейсмической опасности и магнитного поля Арктики, гравитационные исследования литосферы АЗРФ, метеорологические и климатические исследования и системная интеграция полученных результатов в геоинформационную систему.

Системный анализ в математике XXI столетия.

Источником развития математики служили и продолжают служить естественные науки. В XVIII–XIX вв. двигателем математики была физика (рис. 3), в то время выдающиеся физики часто оказывались и математиками. В их числе следует упомянуть прежде всего великого английского учёного Исаака Ньютона. Открытые им фундаментальные законы физики стали основой разработанного им же дифференциального и интегрального исчисления. Золотыми буквами в историю физики, астрономии и одновременно математики вписаны имена немецкого учёного Карла Гаусса и французского учёного Пьера-Симона Лапласа.

В XX в. развитие математики стимулировали и другие естественные науки. Важную роль сыграло внедрение математического моделирования в целый ряд дисциплин — физику, астрономию, химию, биологию, лингвистику и др. Драйверами развития математики явились, кроме того, крупные инженерно-технические проекты, такие как освоение космоса и покорение атомной энергии. Тогда же были созданы компьютеры (ЭВМ) и по-

лучила свой математический аппарат кибернетика.

В XXI в. теоретическая математика получила беспрецедентное развитие. Выдающиеся результаты получены в теории дифференциальных уравнений, функциональном анализе, теории вероятностей и теории управления — математических дисциплинах, прямо представляющих математические модели как проблемы вычислений. Свой вклад в прогресс математики внесли и большие данные, которые, как уже было сказано, возникают при глубоком изучении любой научной дисциплины.

История Бод — драйвера новой части системного анализа — разворачивается на наших глазах — на протяжении последних 15 лет. Эта математическая дисциплина находится в стадии своего формирования. Тем не менее уже сегодня прослеживаются её характерные особенности, ожидающие строгой математической формализации в будущем.

Методы обработки Бод ориентированы как на структурированную, так и неструктурированную информацию. Например, матричные числовые данные и раскрывающие их неструктурированные тексты обрабатываются с помощью программного обеспечения, реализующего концепцию Map Reduce, как одно целое. Так изучается множество, состоящее из объектов нового типа.

Новый смысл приобретает и понятие высоких порогов для различных V, характеризующих Бод. Пороги возрастают вместе с Бод, являясь, как и

Таблица 2. Возможные направления исследований ИАСА и РАН. Актуальное и потенциальное сотрудничество между программами ИАСА и тематическими отделениями РАН

Программы ИАСА	Отделения РАН
Математический и прикладной системный анализ	Отделение математических наук РАН (ОМН РАН) Отделение нанотехнологий и информационных технологий РАН (ОНИТ РАН) Отделение наук о Земле РАН (ОНЗ РАН)
Биоразнообразие и природные ресурсы	Отделение биологических наук РАН (ОБН РАН) Отделение сельскохозяйственных наук РАН (ОСХН РАН) Отделение химии и наук о материалах РАН (ОХНМ РАН) Отделение физиологических наук РАН (ОФ РАН)
Экономика и смежные дисциплины	Отделение общественных наук РАН Отделение глобальных проблем и международных отношений РАН (ОГПМО РАН) Отделение историко-филологических наук РАН (ОИФН РАН) Отделение наук о Земле РАН (ОНЗ РАН) Отделение математических наук РАН (ОМН РАН) Отделение нанотехнологий и информационных технологий РАН (ОНИТ РАН)
Энергия, климат и окружающая среда	Отделение наук о Земле РАН (ОНЗ РАН) Отделение физических наук РАН (ОФН РАН) Отделение энергетики, машиностроения, механики и процессов управления РАН (ОЭММПУ РАН)
Население и общество	Отделение общественных наук РАН (ООН РАН) Отделение физиологических наук РАН (ОФ РАН) Отделение медицинских наук РАН (ОМедН РАН) Отделение математических наук РАН (ОМН РАН) Отделение глобальных проблем и международных отношений РАН (ОГПМО РАН)
Обсуждение программы Бод ИАСА	Планирование проекта Бод РАН

сами информационные потоки, возрастающими функциями времени. Изучение возможного явного вида этих функций — одна из многих задач, которые практика Бод ставит перед их будущей математической теорией. Даже простое формирование относительно полного списка подобных задач могло бы стать предметом самостоятельного математического исследования.

Международный институт прикладного системного анализа (International Institute of Applied System Analysis, IIASA). Цель работы института — создавать и совершенствовать методы системного анализа и применять их для обоснования прикладных управленческих решений. Приоритетные направления исследований — сокращение антропогенного воздействия на климат Земли, повышение устойчивости природных и социально-экономических систем и достижение целей устойчивого развития человечества.

IIASA основан в 1972 г., он расположен в Австрии, в г. Лаксенбург в здании Лаксенбургского дворца. Учредителями института выступили СССР, США и Австрия. В настоящее время членами IIASA являются 22 страны. Всего в IIASA постоянно работают около 300 учёных из разных стран — официальных членов института, включая порядка 30 специалистов из России. Согласно до-

говорённости 1972 г. с австрийским правительством, годовая аренда рабочего помещения IIASA составляет всего один евро. Членство РФ в IIASA осуществляет Российская академия наук. Совместную работу РАН и IIASA координирует Комитет по системному анализу РАН под председательством вице-президента РАН академика В.Я. Панченко. Сотрудничество РАН с IIASA непрерывно продолжается с 1972 г.

Актуальные и потенциальные направления развития постоянных программ IIASA в их сопоставлении с тематикой исследований отделений РАН приведены в таблице 2. Каждая из программ IIASA — междисциплинарная и многоцелевая, что отвечает актуальным целям и задачам РАН. Действующими и потенциальными партнёрами любой из программ института могут быть сразу несколько тематических отделений РАН.

Проект создания больших данных в IIASA в настоящее время находится в стадии обсуждения, как и проект разработки плана создания Бод РАН, цели которого, в предварительной форме, были представлены авторами данной статьи на заседании Президиума РАН 28 марта 2023 г. Предложение получило поддержку Президиума, и разработка плана создания Бод РАН началась. С учётом санкционной политики Запада расши-

рение сотрудничества РАН и IASA по тематике больших данных представляется взаимно полезным и перспективным.

Большие данные в реальном секторе экономики. Использование опыта для создания Бод РАН. Сейчас уже можно с уверенностью говорить об эффективности применения Бод в реальном секторе экономики как за границей, так и в нашей стране. По данным исследования [10], каждая третья крупная российская компания не менее трёх лет использует в своей работе технологии Бод. Среди основных направлений, в которых реализуются соответствующие проекты, можно назвать: маркетинг, розничную торговлю, банковский и страховой сектор, машиностроение, предприятия ТЭК, медицинскую и фармацевтическую отрасль. По оценке Ассоциации больших данных (Россия), к 2024 г. ожидается десятикратный рост отечественного рынка в сравнении с 2022 г. [11]. Таким образом, рынок Бод в нашей стране уже сформирован. Это направление начинает развиваться и в классических отраслях, имеющих дело, например, с разведкой, поиском и добычей углеводородов и твёрдых полезных ископаемых, горно-перерабатывающим производством, управлением и развитием железнодорожного транспорта, электроэнергетикой.

Работу с Бод затрудняет ряд узких мест (рис. 4). Самая большая трудность — нехватка кадров для ведения таких проектов. Компании вынуждены привлекать внешних специалистов, что связано с определёнными рисками, а также обучать собственных сотрудников, на что требуется время. С этой проблемой сталкиваются научно-исследовательский и университетский секторы, что обусловлено как недостаточным выпуском IT-специалистов, так и прямой зависимостью зарплаты научного персонала от публикационной активности. Нехватка квалифицированных кадров, помимо прочего, затрудняет подбор подходящей под задачи компании архитектуры и инструментов Бод.

Следует сказать и о неполном понимании ценности работы с Бод внутри организации. Интеграция результатов таких проектов в операционную деятельность компаний есть их конечная цель. Однако зачастую сотрудники не готовы принимать решения, опираясь на выводы, сделанные искусственным интеллектом на основе Бод. Аргументом здесь является недостаток понимания всей широты развития ситуации, что обусловлено восприятием Бод как ограниченного среза — выборки, а не постоянно возрастающего потока информации, меняющей представления об окружающем мире.

Сегодня проекты в сфере Бод разрабатывают несколько институтов РАН. Так, Институт проблем комплексного освоения недр им. академика



Рис. 4. Основные затруднения при работе с Бод (по данным [10])

Н.В. Мельникова РАН под руководством академика РАН В.Н. Захарова реализует проект РНФ “Решение фундаментальной проблемы сбора, хранения и анализа больших данных для развития методов прогнозной аналитики при управлении горно-техническими системами”. Пермский федеральный исследовательский центр УрО РАН под руководством академика РАН А.А. Баряха изучает возможность использования технологий Бод для повышения безопасности ведения горных работ. В Геофизическом центре РАН под руководством академика РАН А.Д. Гвишиани совместно с Институтом физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН ведутся фундаментальные исследования в рамках государственного задания по созданию дата-центра наук о Земле. Заинтересованность в работе с большими данными во взаимодействии с Академией наук и её институтами проявляют такие крупные представители реального сектора экономики, как ПАО “Уралкалий”, АО “НИИАС” (РЖД), компания “Металлинвест”, АК “АЛРОСА” (ПАО), ПАО “Газпром”, “Национальная компьютерная корпорация” и др.

В настоящее время Российская академия наук является наиболее крупной и важной экспертной организацией нашей страны, осуществляющей фундаментальную научную и научно-техническую экспертизу. Экспертиза РАН охватывает программы, проекты и отчёты российских вузов и научно-исследовательских институтов РАН, других министерств и ведомств, реального сектора экономики. Для эффективной работы с такими объёмами информации, которую нужно собирать, хранить и оперативно анализировать, необходимо создать в РАН современный дата-центр больших данных. Такой центр обеспечит академию постоянный доступ к материалам заявок, проектов и отчётов, что позволит выявлять тенденции исследований и оценивать их полноту. Кураторами направлений Бод по соответствующим областям науки могли бы стать научные со-

веты РАН. Например, Научный совет РАН по изучению Арктики и Антарктики уже осуществляет методологическую поддержку и экспертное сопровождение крупнейших арктических проектов.

Большие данные можно рассматривать как переход от простого накопления информации к её эффективному использованию в качестве интеллектуального капитала. Этот феномен становится особенно важным в условиях растущей сложности и неопределённости современного мира, когда принятие верных решений может зависеть от многих факторов и требовать гигантского объёма информации. В этом контексте развитие тематики Бод может стать ключевой задачей как для организаций реального сектора экономики, так и для научно-исследовательских институтов и университетов, повышая их конкурентоспособность и эффективность.

ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Работа выполнена в рамках государственного задания № 075-01349-23-00 Геофизического центра РАН, утверждённого Минобрнауки России.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Lynch C.* Big data: How do your data grow? // *Nature*. 2008. № 455. Р. 28–29.
2. *David R., Gantz J., Rydning J.* The Digitization of the World // *From Edge to Core An IDC White Paper*. #US44413318. <https://www.seagate.com/files/www-content/our-story/trends/files/idc-seagate-dataage-whitepaper.pdf> (дата обращения 14.02.2022).
3. What Happens in an Internet Minute in 2023: 90 Fascinating Online Stats. <https://localiq.com/blog/what-happens-in-an-internet-minute/> (дата обращения 11.05.2023).
4. Data Age 2025: The Evolution of Data to Life-Critical. Don't Focus on Big Data; Focus on the Data That's Big. IDC White Paper. Doc# US44413318 I November 2017. <https://www.seagate.com/files/www-content/our-story/trends/files/Seagate-WP-DataAge2025-March-2017.pdf> (дата обращения 11.05.2023).
5. ГОСТ 8.417-2002 Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин. 2013.
6. *Майер-Шенбергер В., Кукьер К.* Большие данные. Революция, которая изменит то, как мы живём, работаем и мыслим. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2014.
7. *Dean J., Ghemawat S.* MapReduce: Simplified Data Processing on Large Clusters // *OSDI'04: Sixth Symposium on Operating System Design and Implementation*. San Francisco, CA, 2004. Р. 137–150.
8. *Гвишиани А.Д., Добровольский М.Н., Дзеранов Б.В., Дзедоев Б.А.* Большие данные в геофизике и других науках о Земле // *Физика Земли*. 2022. № 1. С. 3–34. <https://doi.org/10.31857/S0002333722010033>
9. *Захаров В.Н., Гвишиани А.Д., Вайсберг Л.А., Дзеранов Б.В.* Большие данные и устойчивое функционирование горнотехнических систем // *Горный журнал*. 2021. № 11. С. 45–52. <https://doi.org/10.17580/gzh.2021.11.06>
10. Совместное исследование VK CLOUD и ARENA-DATA: Технологии работы с Big Data: готовность к использованию и основные барьеры. 2022. Москва. © VK Cloud
11. *Паньков В.* Государство может простимулировать предиктивные подходы в бизнесе // Тематическое приложение к ежедневной газете РБК. 15 апреля 2021. № 52 (3341).

СИЛЬНЕЙШИЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ И ДЕФОРМАЦИОННЫЕ ВОЛНЫ КАК ВОЗМОЖНЫЕ ТРИГГЕРЫ ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА В АРКТИКЕ И РАЗРУШЕНИЯ ЛЕДНИКОВ В АНТАРКТИКЕ

© 2023 г. Л. И. Лобковский^{a,b,*}, А. А. Баранов^{c,**}, И. С. Владимирова^{a,d,***}, Д. А. Алексеев^{b,a,****}

^aИнститут океанологии им. П. П. Ширшова РАН, Москва, Россия

^bМосковский физико-технический институт (национальный исследовательский университет), Долгопрудный, Россия

^cИнститут теории прогноза землетрясений и математической геофизики РАН, Москва, Россия

^dФедеральный исследовательский центр “Единая геофизическая служба РАН”, Обнинск, Россия

*E-mail: llobkovsky@ocean.ru

**E-mail: aabaranov@gmail.com

***E-mail: ir.s.vladimirova@yandex.ru

****E-mail: alexeevgeo@gmail.com

Поступила в редакцию 28.04.2023 г.

После доработки 20.05.2023 г.

Принята к публикации 30.05.2023 г.

Согласно современной климатической парадигме, аномальные явления, происходящие в полярных регионах Земли, такие как быстрое потепление в Арктике и интенсивное разрушение ледников в Антарктике, представляют серьёзную опасность и являются вызовом для цивилизации, поскольку потенциально могут привести к глобальному потеплению климата на несколько градусов и подъёму уровня Мирового океана на несколько десятков сантиметров уже в XXI веке. Считается, что основной причиной этих процессов, получивших сильное ускорение со второй половины 1970-х годов, стал антропогенный фактор выбросов углекислого газа в атмосферу, приводящий к парниковому эффекту. Утверждение, взятое за аксиому в большинстве развитых стран, привело к ряду международных соглашений по ограничению выбросов углекислого газа и представлениям о необходимости быстрого перехода к низкоуглеродной “зелёной” экономике.

Что касается влияния природных факторов на развитие упомянутых опасных процессов, то никто не отрицает такой возможности, поскольку в геологической истории Земли хорошо известны факты климатических изменений в доиндустриальные эпохи. Однако геологические масштабы времени настолько велики, что большинство климатологов подспудно исходят из того, что наблюдаемые в течение прошлого и нынешнего столетий короткопериодные изменения климата с характерным временем порядка десятков лет определяются в основном быстро меняющимися атмосферными и океаническими процессами. Но не следует сбрасывать со счетов влияние и быстрых геофизических процессов, например циклов землетрясений или вулканических извержений, которые по временным масштабам сопоставимы с современными климатическими изменениями. Если положить в основу анализа самые мощные мегаземлетрясения с магнитудой больше 8 и вызванные ими крупномасштабные деформационные волны в литосфере, то, принимая во внимание физически обоснованные триггерные механизмы, можно построить геодинамическую схему, объясняющую наблюдаемые климатические изменения в Арктике и процессы разрушения ледников в Антарктике. В статье описывается эта новая геодинамическая концепция.

Ключевые слова: Арктика, метастабильные газогидраты, эмиссия метана, потепление климата, Западная Антарктида, разрушение ледников, сильнейшие землетрясения, тектонические волны, триггерный механизм.

DOI: 10.31857/S0869587323060117, EDN: QVPJYV

ЛОБКОВСКИЙ Леопольд Исаевич — академик РАН, научный руководитель геологического направления; заведующий лабораторией ИО им. П. П. Ширшова РАН, главный научный сотрудник, заведующий лабораторией МФТИ. БАРАНОВ Алексей Андреевич — кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник ИТПЗ РАН. ВЛАДИМИРОВА Ирина Сергеевна — кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник ИО им. П. П. Ширшова РАН, старший научный сотрудник ФИЦ ЕГС РАН. АЛЕКСЕЕВ Дмитрий Александрович — кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник ИО им. П. П. Ширшова РАН, старший научный сотрудник МФТИ.

СЕЙСМОГЕННО-ТРИГГЕРНАЯ ГИПОТЕЗА ПОВЫШЕНИЯ ЭМИССИИ МЕТАНА И ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА В АРКТИКЕ

Новый геодинамический подход основывается на предложенной в работах [1–3] сейсмогенно-триггерной гипотезе резкой активизации эмиссии метана на шельфе и примыкающей обширной территории суши Арктической зоны, вызванной деформационными волнами, возбуждёнными сильнейшими мега-землетрясениями, произошедшими в середине XX в. в Алеутской зоне субдукции. Предполагается, что эмиссия метана происходит в результате освобождения газа из газонасыщенных слабопроницаемых осадочных толщ, а также вследствие разрушения метастабильных газогидратов Арктической зоны под действием триггерного эффекта внешних дополнительных напряжений, связанных с деформационными волнами.

Следует напомнить, что газогидраты, представляющие собой кристаллические соединения газа и воды, широко распространены в осадочной толще в районах вечной мерзлоты на суше и глубоководных частях морей и океанов, где имеют место относительно высокие давления и низкие температуры, необходимые для образования и стабильного существования гидратов [4]. По существующим оценкам, глобальные запасы газовых гидратов насчитывают около 1000 млрд метрических тонн углерода [5], частичное разложение которых может повлиять на круговорот углерода и климат в глобальном масштабе [6–8]. Анализ глобального потока метана в межгеосферном газообмене свидетельствует о большой роли глубинного потока этого газа, идущего из недр Земли [9].

Идея возможной диссоциации газогидратов и эмиссии метана, обладающего сильным парниковым эффектом, использовалась для объяснения ряда известных явлений, таких как палеоценовый тепловой максимум [6] или быстрое послеледниковое увеличение содержания атмосферного метана [10]. Обсуждалась также гипотеза о возможном влиянии эмиссии метана на глобальное потепление при усилении процессов деградации мерзлоты и диссоциации газогидратов [1, 11–13].

Морские исследования арктического шельфа России показали, что со дна мелководных областей в морях Восточной Арктики происходит значительный выброс метана [13, 14]. Среди многочисленных природных и техногенных газовых проявлений на суше Арктической зоны особое место занимают крупные кратеры, возникшие в результате мощных газовых выбросов [15].

Обычно диссоциацию газогидратов связывают с повышением температуры до критического уровня, при достижении которого теряется стабильность их существования при данном давлении

окружающей среды, отвечающем определённой глубине залегания гидратного слоя. Такое повышение температуры гидратного слоя может быть связано либо с эндогенными процессами, например, с нагретыми флюидами, мигрирующими по разломам коры из более глубоких горизонтов литосферы [16], либо с экзогенными факторами, например, с тёплыми придонными течениями на шельфе или трансгрессиями водных масс на холодную поверхность суши в Арктике [13]. Однако потеря устойчивости газогидратов может быть также связана с понижением внешнего давления, вызванного геодинамическими факторами. К ним относится, например, уменьшение гидростатического давления воды на шельфе в результате его обмеления, вызванного изостатическим подъёмом поверхности коры из-за таяния ледников, как это установлено для архипелага Шпицберген в Восточной Арктике [17]. Отмечены тепловые и геодинамические факторы действия, как правило, в коротких геологических масштабах времени в пределах голоцена.

Наряду с этим существуют и быстродействующие геодинамические факторы, приводящие при определённых условиях к практически мгновенной диссоциации газогидратов. К ним, в частности, относятся деформационные волны в литосфере. Последние могут играть важную триггерную роль в процессе нарушения метастабильного равновесия реликтовых газогидратов, испытавших частичную диссоциацию, которая, как показывают эксперименты [18, 19], едва начавшись, может быстро прекратиться в результате образования плёнок льда, запечатывающих возникший свободный газ внутри газогидратных микрочастиц, приводя к явлению самоконсервации газогидратов [14]. Находящиеся длительное время в условиях самоконсервации метастабильные реликтовые газогидраты в дальнейшем могут разрушиться при возникновении дополнительных напряжений, разрушающих тонкие плёнки льда, освобождая таким образом свободный газ и приводя к его фильтрации в трещиновато-пористой среде мёрзлых пород и, в конечном счёте, к эмиссии метана в атмосферу. Анализ механики этого процесса выполнен в работах [20, 21].

Описанная схема лежит в основе сейсмогенно-триггерной гипотезы, которая связывает рост эмиссии метана и наступление фазы современного потепления климата в Арктике в 1979–1980 гг. с аномально высокой сейсмической активностью в Алеутской зоне субдукции и в северной части Курильской гряды, наблюдавшейся примерно за 20 лет до начала потепления [1, 2].

В действительности имеет место общая корреляция с двадцатилетним временным сдвигом между ходом выделения сейсмической энергии Земли, с одной стороны, и приращением концен-

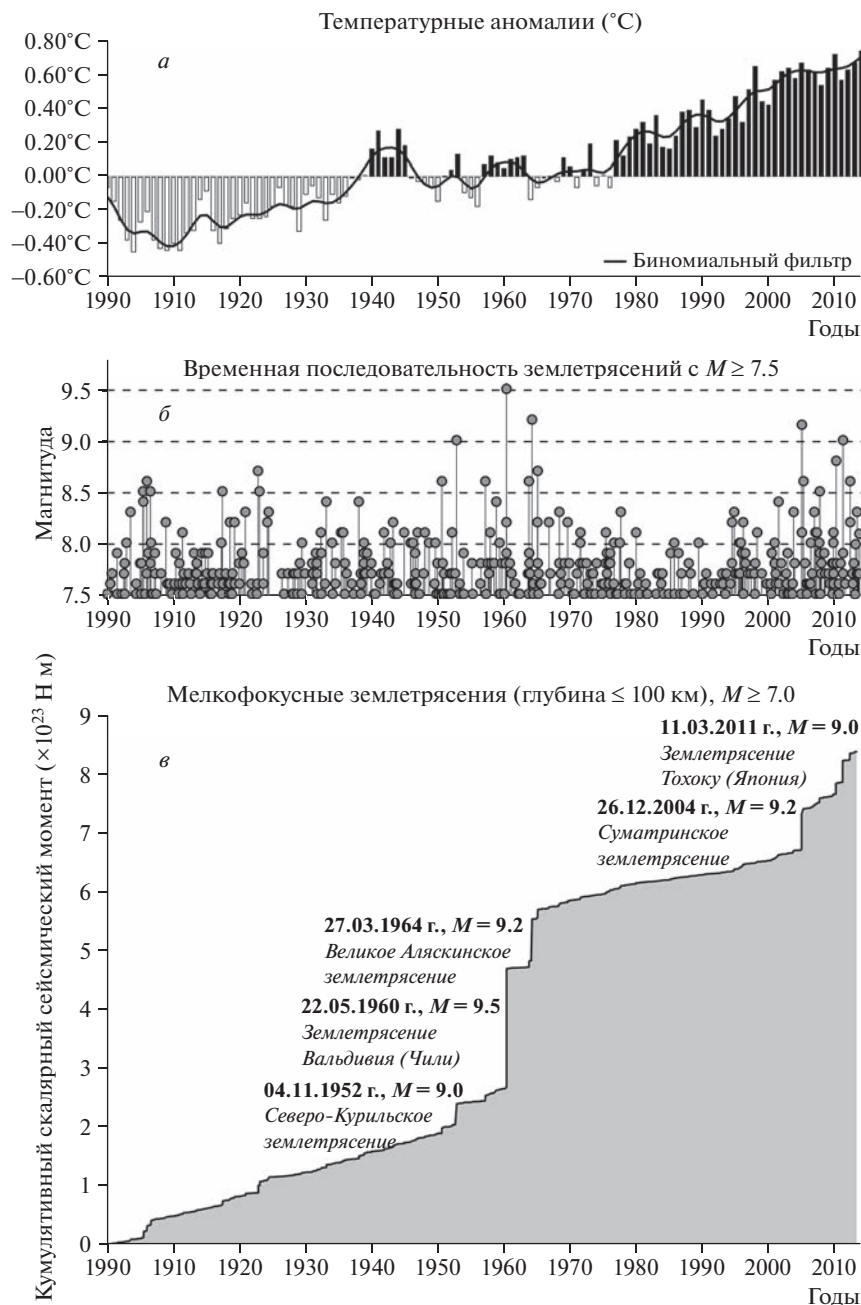


Рис. 1. Сопоставление графиков изменения средней температуры в Арктике на протяжении XX и начала XXI вв. и выделение сейсмической энергии Земли
 Источник: модифицировано с использованием [22, 23]

трации метана в атмосфере, с другой, наблюдаемая в течение последних 40 лет. На рисунке 1 представлены графики изменения средней температуры в атмосфере и вариаций уровня выделяемой сейсмической энергии Земли в форме сильнейших землетрясений за период XX и начала XXI вв. Верхний график демонстрирует известный факт начала достаточно резкого роста температуры в 1979–1980 гг., который требует объяснения. Из нижнего графика следует, что наибольшая часть сейсмической энергии, определяемой в основном сильнейшими мегаземлетрясениями с магнитудой больше 8.5, выделилась в пределах достаточно короткого промежутка времени (1952–1965). То есть между серией мегаземлетрясений, определившей максимум выделенной сейсмической энергии Земли, и началом роста средней температуры в атмосфере (1979–1980) прошло около 20 лет.

шая часть сейсмической энергии, определяемой в основном сильнейшими мегаземлетрясениями с магнитудой больше 8.5, выделилась в пределах достаточно короткого промежутка времени (1952–1965). То есть между серией мегаземлетрясений, определившей максимум выделенной сейсмической энергии Земли, и началом роста средней температуры в атмосфере (1979–1980) прошло около 20 лет.

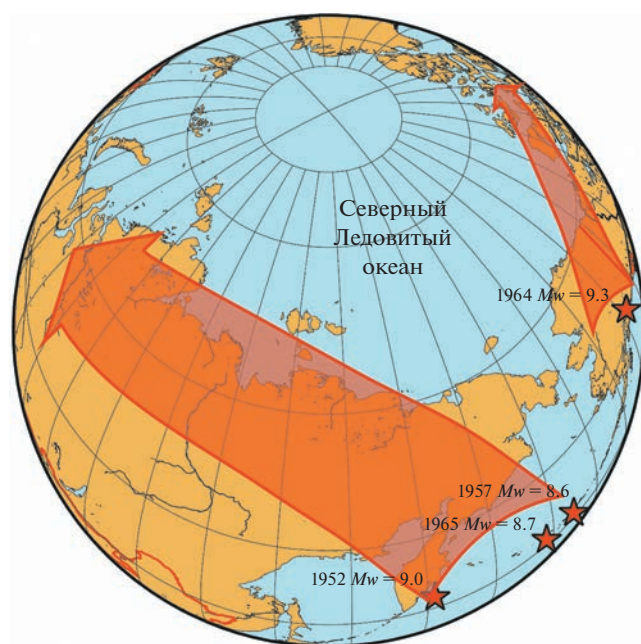


Рис. 2. Распространение тектонических волн в сторону Арктики от сильных землетрясений в Алеутской и Курило-Камчатской зонах субдукции во второй половине XX в.

К этой серии определяющих мегаземлетрясений относятся: во-первых, три землетрясения, произошедшие в районе Алеутской островной дуги (1957 г. в центральной части дуги с магнитудой 8.6, 1964 г. в восточной части дуги с магнитудой 9.3 и 1965 г. в западной части дуги с магнитудой 8.7), во-вторых, землетрясение 1952 г. на Северных Курилах с магнитудой 9.0. К этой же серии относится самое мощное землетрясение за всю историю инструментальных наблюдений, произошедшее в 1960 г. в Чилийской зоне субдукции, с магнитудой 9.5. Важно отметить, что первые четыре определяющих мегаземлетрясения произошли в районах Алеутской островной дуги и северной части Курильской островной дуги, то есть в зонах субдукции северо-западной части тихоокеанской литосферы, наиболее близко расположенных к Арктике, где происходит самое сильное потепление климата.

Согласно сейсмогенно-триггерной гипотезе [1, 2], двадцатилетний временной сдвиг между серией сильнейших мегаземлетрясений, произошедших в ближайших к Арктике Алеутской и Курило-Камчатской зонах субдукции, и началом потепления в Арктике связан с временем пробега деформационных тектонических волн от очагов до Арктического шельфа и сухопутной области Арктики. Эти крупномасштабные волны в литосфере, вызванные сильнейшими мегаземлетрясениями, имея характерную скорость распространения порядка 100 км/год, способны пройти рас-

стояние около 2000 км между очагами землетрясений и арктическими территориями за время около 20 лет (рис. 2).

Как уже отмечалось, собственно механизм потепления климата в Арктике связан с парниковым эффектом от повышенной эмиссии метана из осадочных пород Арктической зоны, содержащих большое количество скоплений газа в свободной форме и в виде частично диссоциированных метастабильных газогидратов. Эмиссия, происходящая как на суше, так и на шельфе Арктики, — следствие разрушения слабопроницаемой структуры мёрзлых пород и общего повышения уровня трещиноватости осадочных толщ за счёт дополнительных напряжений, возникающих в результате прихода деформационных волн литосферы в Арктическую зону из области их генерации в очагах мегаземлетрясений. Таков альтернативный по отношению к антропогенной точке зрения геодинамический механизм потепления климата в Арктике.

В изложенной геодинамической схеме потепления климата ключевое значение имеют деформационные волны в литосфере, которые порождаются происходящими в зонах субдукции катастрофическими мегаземлетрясениями. Характерная скорость этих волн составляет от нескольких десятков до первых сотен км/год. Впервые деформационные волны были теоретически обоснованы в работе немецкого и американского физика и геофизика В. Эльзассера в рамках простой модели взаимодействия упругой литосферы с вязким подстилающим слоем астеносферы [24]. Скорости “диффузии” упругих смещений и напряжений, рассчитанные на основе этой модели, оказались близки к скоростям миграции сейсмической активности, наблюдаемой в различных регионах Земли. Сегодня существуют разные математические модели распространения напряжений и деформаций в литосфере [25–29], на основе которых анализируются особенности миграции сейсмической активности. В предлагаемой нами *геодинамической концепции* используется новое приложение теории деформационных волн в качестве триггерного воздействия на газонасыщенные осадочные породы, приводящего к эмиссии метана. Существенная особенность нашей модели состоит в учёте не только механических возмущений литосферы, но и тепловых эффектов, связанных с фазовым переходом на границе литосфера–астеносфера, что позволяет объяснить возможность распространения деформационных волн на большие расстояния (порядка нескольких тысяч километров) со слабым затуханием, обеспечивая заметные добавочные напряжения в литосфере [30, 31].

При обосновании *сейсмогенно-триггерной гипотезы* потепления климата важное значение

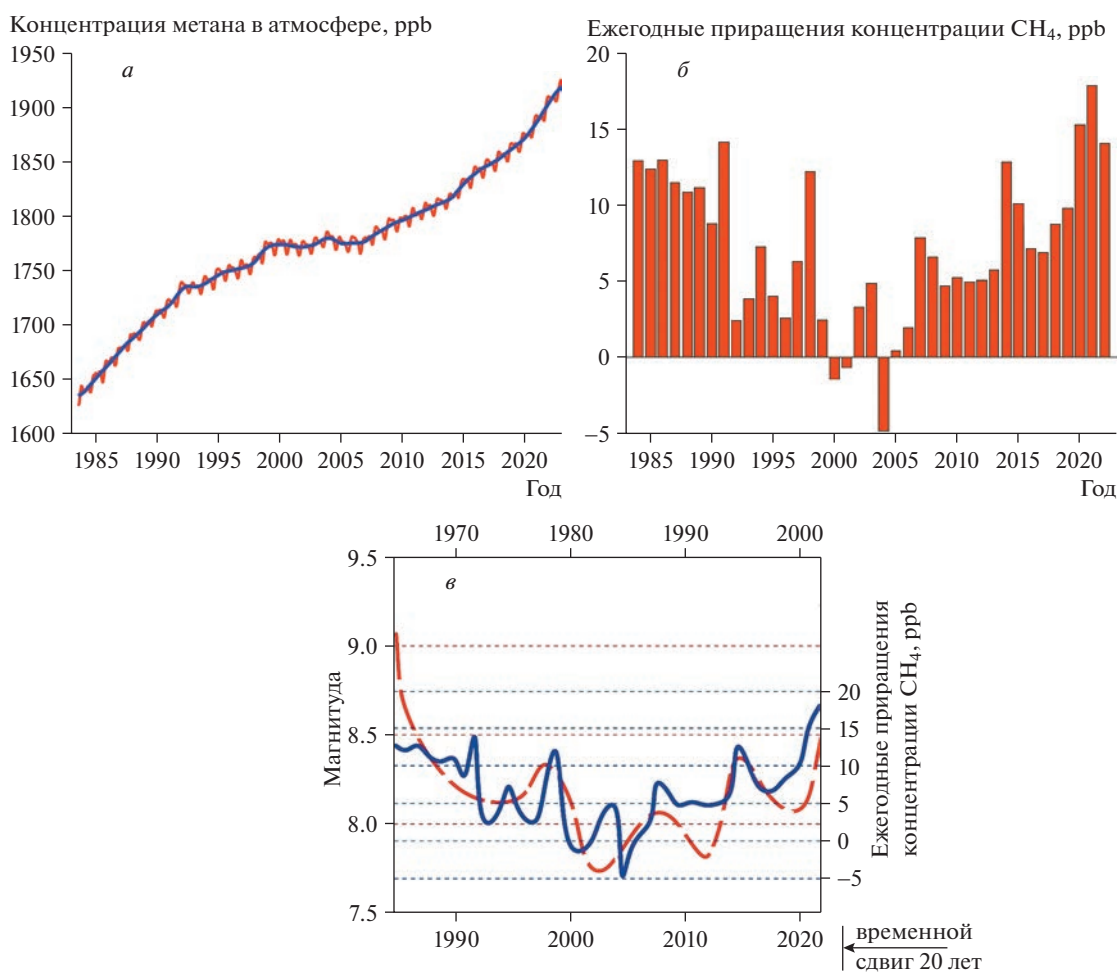


Рис. 3. Средняя концентрация метана в атмосфере

а — графики, демонстрирующие глобально осреднённое среднемесячное значение метана в атмосфере [32]; *б* — график годовых приращений атмосферного CH₄ на основе глобально усреднённых данных о морской поверхности [33]; *в* — сопоставление изменений сейсмической активности Земли и вариаций концентрации метана в атмосфере. Сплошной линией показана огибающая кривая, отражающая изменение среднегодовых приращений концентрации метана в атмосфере в период 1984–2022 гг. Пунктиром дана кривая вариации уровня сейсмической активности Земли, определяемой крупными землетрясениями с магнитудой больше 8, за период 1964–2002 гг.

имеют прямые измерения концентрации метана в атмосфере, проводимые США с начала 1980-х годов (NOAA Global Monitoring Laboratory measurements) [32].

На рисунке 3 а, б отражены ежегодные измерения средней концентрации метана в атмосфере начиная с 1984 г. по настоящее время. Характерная особенность изменения во времени концентрации газа — различия в скорости её роста для четырёх временных интервалов: 1) интервал 1984–1992 гг. характеризуется относительно быстрым ростом концентрации метана; 2) интервал 1992–1999 гг. — замедлением роста концентрации; 3) интервал 1999–2007 гг. демонстрирует почти полное прекращение роста концентрации; 4) интервал 2007–2022 гг. вновь характеризуется быстрым ростом концентрации метана. На ри-

сунке 3б показаны ежегодные приращения средней концентрации метана в атмосфере.

Возникает вопрос: с чем могут быть связаны разные темпы роста содержания метана на протяжении последних 40 с лишним лет? Исходя из сейсмогенно-триггерной гипотезы, следовало бы ожидать, что изменения темпа роста концентрации этого газа в атмосфере должны коррелировать с изменениями уровня выделения сейсмической энергии Земли (с учётом временного сдвига порядка 20 лет, связанного с временем пробега деформационных волн от очагов больших землетрясений до мест скопления метана, запертого в осадочных породах прежде всего Арктической зоны). Такую корреляцию иллюстрирует рисунок 3в: две огибающие кривые отражают изменение среднегодовых приращений концентрации мета-

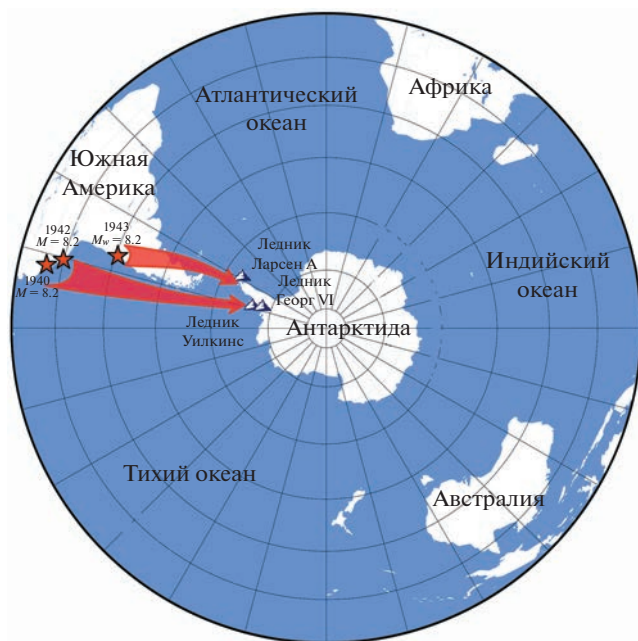


Рис. 4. Очаги сильных землетрясений в чилийских зонах субдукции в 1940–1943 гг. Звёзды соответствуют фокальным зонам

на в атмосфере в период 1984–2022 гг. и вариации уровня сейсмической активности Земли, определяемой сильнейшими землетрясениями с магнитудой больше 8 за период 1964–2002 гг. (с учётом упоминавшегося временного сдвига). Корреляционное подобие двух кривых, на наш взгляд, добавляет весомости аргументу в пользу рассматриваемой гипотезы потепления климата. Некоторые нарушения корреляции могут быть связаны с ростом эмиссии метана из-за других факторов, например, в силу антропогенного воздействия или усиления эмиссии на заболоченных территориях. Такие явления остаются за рамками сейсмогенно-триггерного механизма. Более того, нельзя ожидать абсолютной корреляции рассматриваемых процессов в контексте сейсмогенно-триггерного механизма, учитывая их сложный многофакторный характер.

СЕЙСМОГЕННО-ТРИГГЕРНЫЙ МЕХАНИЗМ УСКОРЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ И РАЗРУШЕНИЯ ЛЕДНИКОВ В ЗАПАДНОЙ АНТАРКТИКЕ

В последнее время в Антарктике отмечается беспрецедентная скорость потери льда как по площади, так и по объёму. Сток льда в мировой океан идёт через шельфовые ледники, причём часть их просто разрушается. Большинство событий происходит в Западной Антарктике, особенно это касается льдов Антарктического полуострова. Так, за последние десятилетия, начиная

с 1970-х годов, площадь его шельфовых ледников сократилась со 150 до 100 тыс. км² [34]. Согласно сейсмогенно-триггерной гипотезе, этот процесс мог начаться из-за прихода деформационных волн от сильнейших мегаземлетрясений наиболее близко расположенной к Антарктике Чилийской зоны субдукции, произошедших в начале 1940-х годов прошлого века (речь идёт о землетрясениях 1940, 1942, 1943 гг. с магнитудой каждого из них 8.2) (рис. 4). Деформационные волны при скорости 100 км/год, пройдя расстояние около 3500 км от очагов генерации в Чилийской зоне субдукции до Антарктического полуострова, спустя 35 лет после тех событий могли привести в 1970-х годах к запуску процесса деградации шельфовых ледников. Следующий цуг деформационных волн в Чилийской зоне субдукции был связан с тремя мегаземлетрясениями, произошедшими в 1960 г., одно из которых (недалеко от г. Вальдивия в Чили) с магнитудой 9.5 оказалось самым мощным за всю историю наблюдений. Через 35 лет эти волны достигли Антарктического полуострова, разрушив в 1995 г. шельфовый ледник Ларсен А (рис. 5).

Сильнейшие землетрясения, произошедшие в Чилийской зоне субдукции и островной дуге Маккуори (рис. 6а, б) позднее, вызвали деформационные волны, которые, достигнув ледников Западной Антарктики, привели к серии частичного разрушения ледников, в числе которых Ларсен В, Ларсен С, Уилкинс, Георг VI [36].

В конце XX – начале XXI вв. южный сегмент Чилийской зоны субдукции испытал аномально высокую сейсмическую активность. В 1995, 2001, 2007, 2010, 2014, 2015 гг. здесь происходили сильнейшие землетрясения с магнитудой больше 8 (рис. 6б). К этой серии следует добавить сильнейшее землетрясение с магнитудой 8.3, произошедшее в 2021 г. в Сандвичевой зоне субдукции, которая смещена относительно южного края Чилийской зоны по трансформному разлому на значительное расстояние в Атлантический океан. Согласно сейсмогенно-триггерной концепции, деформационные волны, вызванные этими землетрясениями, достигнут в грядущие десятилетия Антарктического полуострова, приведя к дальнейшему разрушению ледников Ларсен, Уилкинс, Георг VI и других.

Рассмотрим теперь вопрос эволюции ледников Антарктики, обратив внимание на одно важное обстоятельство: до наступления фазы своего разрушения ледники долгое время (сотни и тысячи лет) находились в стабильном состоянии, а некоторые из них были стабильны на протяжении всего голоцена (около 12 тыс. лет), как, например, ледник Ларсен Б [37]. Такое поведение ледников подчёркивает уникальность современного периода и требует объяснения феномена потери их

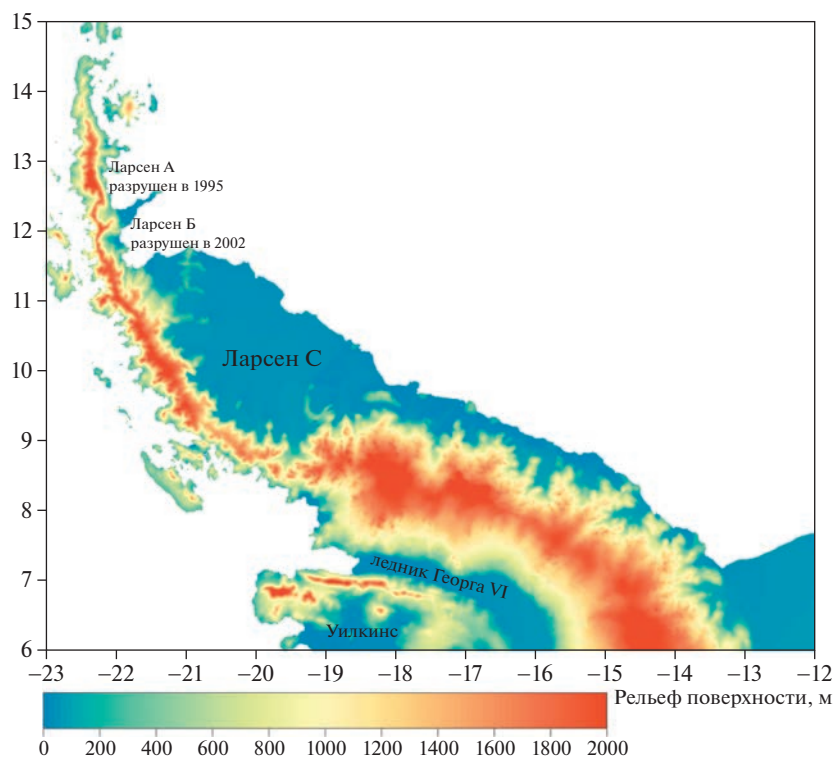


Рис. 5. Карта высот поверхности Антарктического полуострова, с обозначением крупнейших в настоящее время шельфовых ледников: Ларсен, Георга VI и Уилкинса, море без шельфового льда обозначено белым

Источник: модифицировано с использованием [35]

устойчивости именно в наше время. Обычное объяснение происходящих событий сводится к утверждению о воздействии на состояние ледников современного глобального потепления климата. Однако это объяснение вызывает сомнение, поскольку в голоцене, согласно палеоклиматическим данным, температурные максимумы были выше, чем в современную эпоху [38]. Поэтому только за счёт повышения температуры среды трудно объяснить внезапный переход от длительного стабильного состояния ледников к масштабному процессу их разрушения. Альтернативное объяснение предлагает сейсмогенно-триггерная гипотеза, согласно которой быстрое разрушение ледников связано с добавочными напряжениями, принесёнными в Антарктику деформационными волнами, вызванными сильнейшими мегаземлетрясениями, возникающими в окружающих её зонах субдукции — Чилийской, Сандвичевой и Кермадек-Маккуори.

Частота серий сильнейших землетрясений с магнитудой больше 8 в различных зонах субдукции обусловлена структурой “шероховатости” контактной поверхности взаимодействия литосферных плит, от которой зависит разрыв больших площадей контактной зоны при мегаземлетрясениях, а также возникновением условий для накопления критической энергии сразу в не-

скольких крупных сейсмогенных блоках в определённый момент времени. Подобная сейсмотектоническая ситуация возникает достаточно редко с периодом повторяемости порядка тысячи лет. По всей видимости, для Чилийской и Алеутской зон субдукции такая суперактивная сейсмотектоническая фаза наступила во второй половине XX в. Именно этим, согласно сейсмогенно-триггерной гипотезе, объясняется резкое наступление современной эпохи потепления климата и фазы интенсивного разрушения ледников в Антарктике.

Рассмотрим более предметно гляциологическую и геолого-геофизическую обстановку, характерную для Западной Антарктики. Как отмечалось выше, основная проблема эволюции ледников заключается в объяснении быстрого перехода от стадии стабильности, для которой характерно медленное течение покровных ледников из внутренних областей Антарктиды в сторону окружающего шельфа со скоростью порядка нескольких метров в год, к быстрому перемещению покровных и шельфовых ледников в сторону океана со скоростью несколько километров в год, сопровождаемому интенсивным их разрушением. С точки зрения геомеханики, такой переход может быть связан с изменением режима трения на подошве сползающего с подложки коренных пород покровного ледника или его горизонталь-

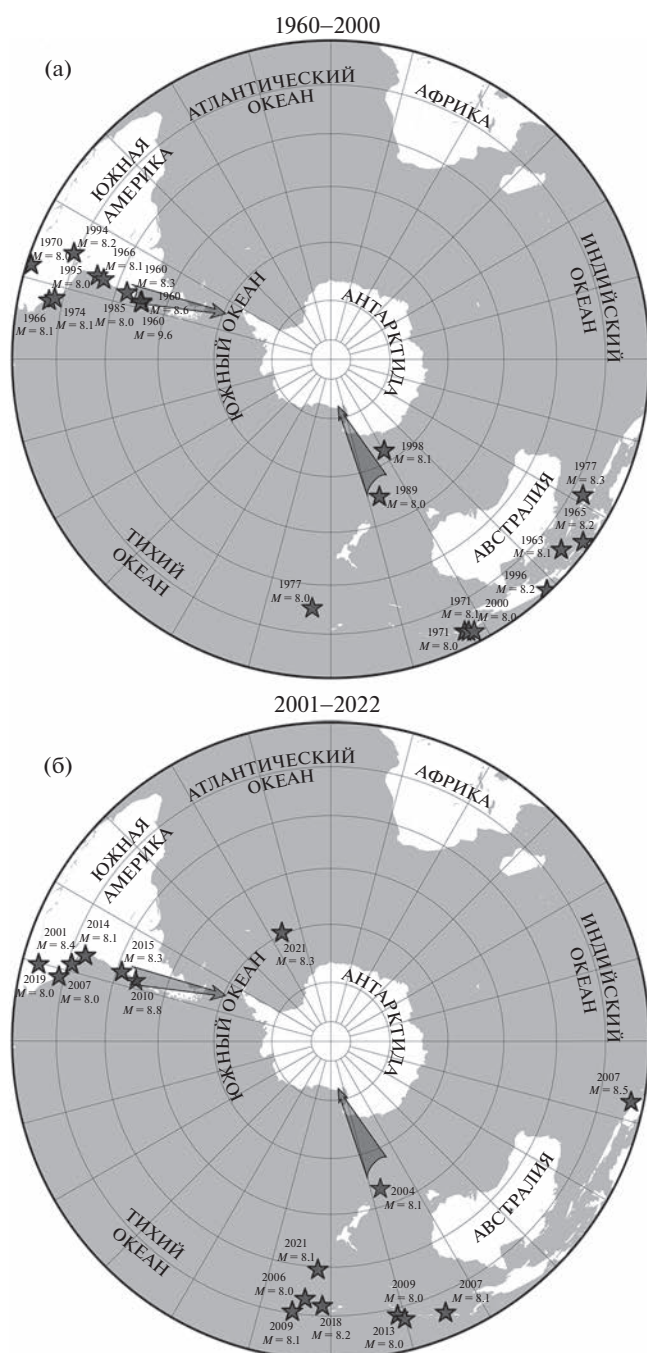


Рис. 6. Очаги сильнейших землетрясений в зонах субдукции Чилийской и Кермадек-Маккуори с 1960 по 2000 г. (а); с 2001 по 2020 г. (б). Звёзды соответствуют очаговым областям

ного растекания в зависимости от угла наклона коренного ложа. В “холодных” условиях лёд на подошве ледника крепко сцеплен с породами неподвижного основания, то есть выполняются условия прилипания, и движение ледника подобно медленному течению высоковязкой жидкости. В случае возникновения зон плавления льда на подошве он начинает скользить по основанию

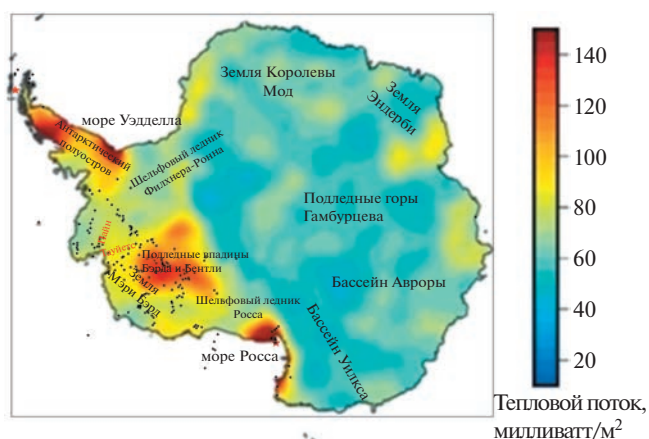


Рис. 7. Карта теплового потока Антарктиды. Вулканы Эребус и Десепшн обозначены звёздочками, прочие — чёрными точками

Источник: модифицировано с использованием [39]

при низком трении, что значительно увеличивает общую скорость его движения в сторону океана. Плавление льда на подошве ледника может начаться из-за повышения температуры, вызванного глубинным тепловым потоком из подледниковых областей земной коры.

На рисунке 7 представлена карта распределения теплового потока в Антарктиде. Видно, что повышенные значения теплового потока приурочены к Западной Антарктике, в частности к Антарктическому полуострову, а также к впадинам подлёдного рельефа Бэрда и Бентли и шельфовой окраине моря Росса [39]. Такое распределение теплового потока отвечает интенсивному движению и разрушению ледников в Западной Антарктике в отличие от Восточной, где тепловой поток заметно ниже и пока сохраняется относительная стабильность ледников. Наблюдаемое соответствие областей повышенного теплового потока и высокой степени подвижности и разрушения ледников в Западной Антарктике говорит в пользу представления о скольжении покровных ледников по подплавленному основанию, резко увеличивающем скорость их движения.

Природа повышенного теплового потока связана с особенностями строения и геологической эволюции Западной Антарктиды [40, 41], которые характеризуются прежде всего наличием протяжённой Западно-антарктической рифтовой системы, сопоставимой по масштабам с Восточно-Африканской рифтовой зоной. Западно-антарктическая рифтовая система протягивается на огромное расстояние и включает в себя более 130 идентифицированных подлёдных вулканов [42] с наибольшей их концентрацией в области Земли Мэри Бэрд и бассейнов Бентли и Бэрд (см. рис. 7). В целом распределение вулканов про-

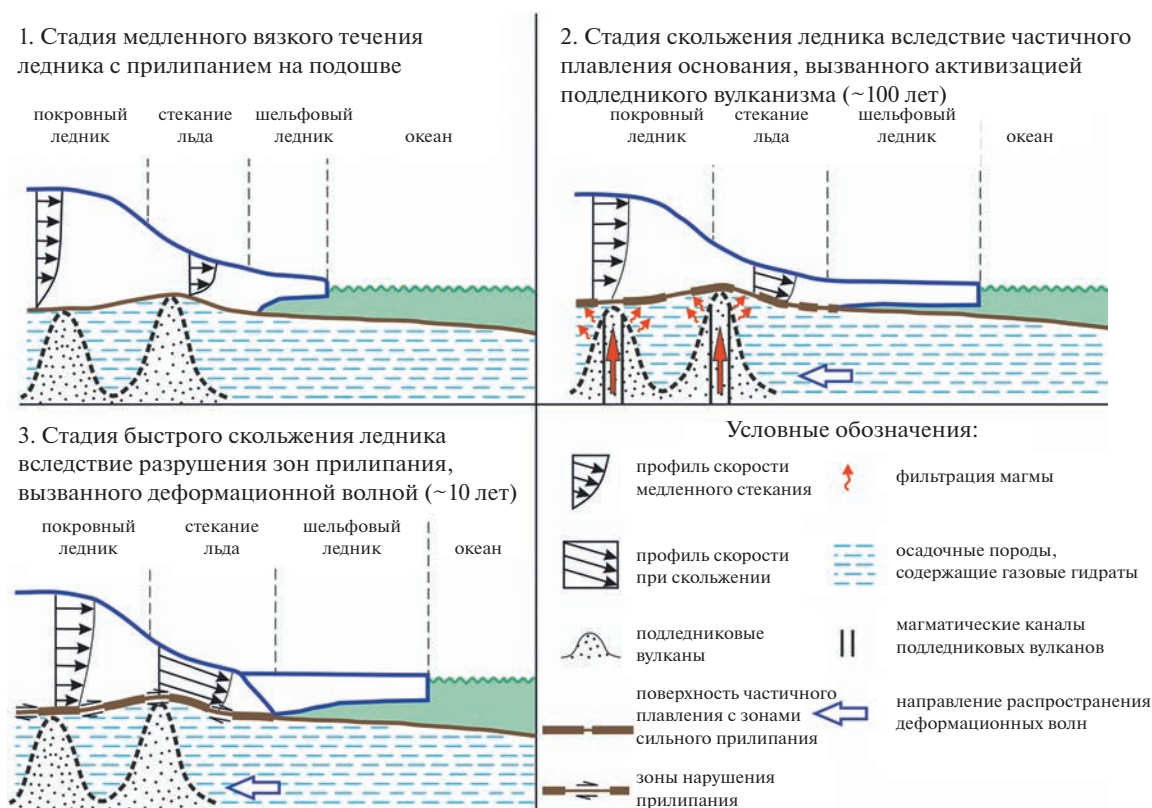


Рис. 8. Режимы движения покровных ледников Западной Антарктики

странственно коррелирует с областями повышенного теплового потока, что логично объясняется недавней активностью этих вулканов.

При анализе связи подлёдных вулканов и зон высокого теплового потока с современным процессом ускоренного движения и разрушения ледников главный вопрос заключается в объяснении *момента времени перехода* от стабильного состояния ледников к разрушительной фазе, начавшейся в 1970-х годах прошлого века, поскольку геологическая эволюция коры и литосферы, сопровождаемая рифтогенезом и вулканизмом, длится миллионы и даже десятки миллионов лет. Поэтому должен существовать какой-то триггерный механизм, который мгновенно, по-сравнению с масштабом геологической эволюции, переводит стабильное состояние ледников в разрушительную фазу. Этим механизмом служат *деформационные волны*, приходящие в Антарктиду от очагов сильнейших землетрясений в ближайших зонах субдукции, которые активизируют спящие вулканы, вызывая резкое повышение теплового потока под ледниками, что приводит к плавлению льда на подошве ледника и развитию его быстрого скольжения по коренному ложу в сторону океана. Эти же волны, благодаря дополнительным напряжениям, могут разрушать участки механического сцепления льда с коренными породами, где

плавление льда ещё не наступило, приводя к небольшим землетрясениям, регистрируемым сейсмическими станциями на поверхности ледников.

На рисунке 8 представлена упрощённая схема режимов движения покровных и шельфовых ледников, отражающая разные термомеханические условия их эволюции. Первая, начальная, стадия эволюции соответствует режиму медленного течения льда подобно высоковязкой жидкости с прилипанием на подошве ледника к неподвижному основанию из коренных пород. Вторая, «тёплая», стадия характеризуется повышенным подогревом ледника снизу, приводящим к плавлению льда на подошве в отдельных областях, и его скольжением вдоль основания в местах плавления при наличии «сухих» участков, где сохраняются условия прилипания. Увеличение теплового потока снизу и частичное плавление связано с пробуждением подлёдных вулканов, вызванным триггерным механизмом деформационных волн, пришедших в Антарктику от очагов сильнейших землетрясений. Третья стадия характеризуется ещё большим ускорением сползания ледника в результате механического разрушения незатронутых плавлением сухих зон сцепления ледника с основанием, вызванного триггерным

эффектом добавочных напряжений от деформационных волн.

Таким образом, в предлагаемой схеме (см. рис. 8) большое значение придаётся триггерной активизации подлёдных вулканов. Подтвердить механизм пробуждения спящих подлёдных вулканов действием деформационных волн прямыми наблюдениями сегодня вряд ли возможно. Однако в пользу этого механизма можно привести данные о пространственно-временной корреляции между сильнейшими землетрясениями с очагами вокруг Антарктиды и действующими наземными вулканами, а именно: вулканом Десеппен, находящимся вблизи края Антарктического полуострова, и вулканом Эребус, расположенным вблизи моря Росса (см. рис. 7). Вулкан Десеппен был активен в период 1967–1970 гг. Эта активность могла быть вызвана серией упоминавшихся мегаземлетрясений с магнитудой больше 8, произошедших в Чилийской зоне субдукции в начале 1940-х годов. Предполагается что деформационные волны от их очагов подошли к вулкану Десеппен через 25–30 лет и, благодаря дополнительным напряжениям, инициировали вулканическую деятельность. Вулкан Эребус многократно проявлял эффузивную активность на протяжении XX в. Особенно сильные извержения происходили в 1972–1974 гг. Необычно высокая частота извержений Эребуса наблюдалась и в первые два десятилетия XXI в. (2005, 2006, 2008, 2011, 2015, 2018 гг.). Из сильнейших землетрясений, произошедших в XX в. на довольно больших расстояниях от Антарктиды, можно выделить серию из четырёх мегаземлетрясений, произошедших в 1917–1920 гг. в зоне субдукции Кермадек: два в 1917 г. с магнитудами 8.2 и 8.5; в 1919 г. и 1920 г. с магнитудой 8.1. Расстояние от очагов этих землетрясений до вулкана Эребус около 5500–6000 км, так что за примерно 55 лет деформационные волны могли достигнуть вулкана, вызвав извержения в 1972–1974 гг. (рис. 9).

Что касается отмеченной выше серии частых извержений Эребуса в начале XXI в., то она хорошо объясняется двумя мегаземлетрясениями, произошедшими в зоне Маккуори в 1989 г. и на Южном тихоокеанском поднятии в 1998 г. (рис. 6а). Относительно небольшой сдвиг по времени около 15–20 лет между рассматриваемыми геодинамическими событиями объясняется значительно меньшим расстоянием между очагами этих землетрясений и вулканом Эребус (около 1700–2900 км) по сравнению с расстояниями от Эребуса до очагов зоны субдукции Кермадек.

Таким образом, мы приходим к определённой *сейсмогенно-триггерной модели* эволюции покровных ледников Западной Антарктики с резким переходом от режима стабильности, характеризующегося медленным вязким течением ледников в

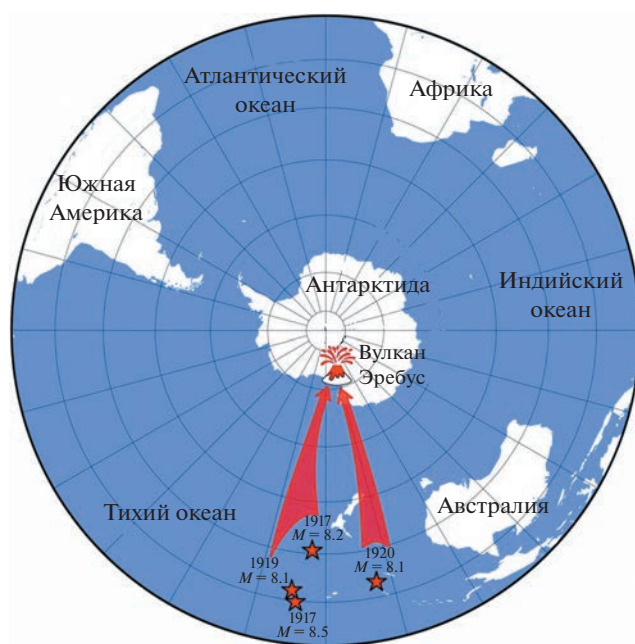


Рис. 9. Очаги сильнейших землетрясений, произошедших с 1917 по 1920 г. в зоне субдукции Кермадек. Звёзды соответствуют очаговым областям

течение нескольких тысяч лет, к ускоренному их скольжению в сторону океана и разрушению передовых частей и примыкающих шельфовых ледников. Такой переход связан с действием деформационных волн, вызванных большими мегаземлетрясениями, происходящими вокруг Антарктики, которые активизируют подлёдные вулканы, приводящие к повышению теплового потока и плавлению подошвы ледников, что вызывает их быстрое движение и разрушение (рис. 7).

Рассмотрим гляциологические особенности движения покровных ледников в Западной Антарктике. Такое движение существенно зависит от рельефа, свойств подстилающего коренного ложа и от переменной толщины ледяного покрова. Например, в условиях Антарктического полуострова покровные ледники стекают с высокого и узкого Антарктического хребта по наклонному коренному ложу в море, трансформируясь в шельфовые ледники, плавающие в воде в форме более тонких пластин льда толщиной в несколько сотен метров. Основной механизм разрушения шельфовых ледников — дезинтеграция и коллапс, другими словами, превращение монолита в меланж — ледяную кашу из небольших фрагментов льда. После разрушения шельфовых ледников скорости стекания находящихся за ними покровных ледников увеличиваются в разы, а высота их уменьшается, поскольку блокирующий эффект шельфовых ледников уменьшается.

Вместе с тем следует отметить, что существенного повышения уровня моря массовое разруше-

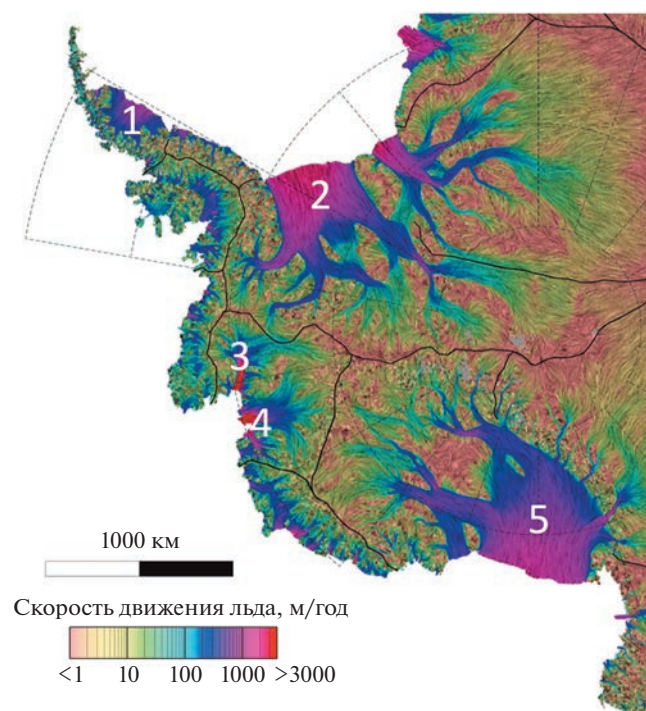


Рис. 10. Скорость движения льда Западно-Антарктического ледяного щита, установленная по мультисенсорным данным за период 2014–2016 гг. с модификациями [43, 44]. Чёрными линиями обозначена площадь водосбора для каждого дренируемого ледяного потока с использованием данных об уклоне поверхности и направлении потока льда

1 — шельфовый ледник Ларсена С; 2 — шельфовый ледник Фильхнера—Ронне; 3 — ледник Пайн-Айленд; 4 — ледник Туэйтса; 5 — шельфовый ледник Росса

ние шельфовых ледников Антарктического полуострова не даёт, так они плавают в воде и находятся в состоянии изостатического равновесия. Уровень моря увеличивает только ускоренный сток покровных ледников полуострова, но они небольшие. По различным оценкам, повышение уровня моря за счёт полного сползания ледников Антарктического полуострова в море составит десятки сантиметров.

Иная ситуация в основной, более южной части Западной Антарктиды. Для неё характерен повышенный тепловой поток в области Западно-антарктической рифтовой системы, наличие подлёдных вулканов и, в отличие от Антарктического полуострова, находящаяся ниже уровня моря поверхность основания коренных пород. Основной сток льда центральной и наиболее возвышенной части Западной Антарктиды происходит по четырём направлениям: в сторону ледников Фильхнера—Ронне, Росса, Пайн и Туэйтс (ледника Судного Дня) (рис. 10). Для трёх последних характерен большой тепловой поток, однако скорости стекания льда в океан для Фильхнера—Ронне и Росса

меньше, чем для Пайн и Туэйтс [43]. Кроме того, для двух последних шельфовая их часть относительно мала и за ней сразу идут покровные ледники, тогда как для Фильхнера—Ронне и Росса шельфовая часть составляет сотни километров, так что покровные ледники, способные вызвать значительное повышение уровня моря при их погружении в воду, находятся на достаточно большом расстоянии от внешнего края шельфовых ледников.

Основные опасения вызывают ледники Пайн и Туэйтс — скорости их выводных участков в последнее время увеличились в разы и составляют километры в год относительно их границ заземления [43]. На рисунке 10 цифрами 3 и 4 обозначены сползающие со скоростями 3 км/год и более языки этих двух ледников. Размеры их сравнимы, и гипотетический прямой вклад каждого из них в повышение уровня океана может составить около 51 и 65 см соответственно [44]. Основные потери льда в последние десятилетия ассоциируются именно с этими ледниками [44]. В районах их расположения присутствуют активные вулканы (рис. 7) [42]. К примеру, в 2018 г. было установлено, что тепловой поток от подлёдного вулкана в районе ледника Пайн составляет около половины величины теплового потока от активного наземного вулкана Гримсвот в Исландии [45].

Движение выводных ледников Туэйтс и Пайн обуславливается гравитационным растеканием гигантской линзы льда толщиной до 4000 м в центральной части Западной Антарктиды. Математическое моделирование этого процесса, основанное на численном решении уравнений Стокса для движения вязкой жидкости с учётом нелинейной реологии льда (закон Глена), показывает, что скорости течения при условии прилипания на нижней границе составляют десятки метров в год, а при условии скольжения — километры в год [46, 47]. В настоящее время для ледников Туэйтс и Пайн характерны в основном условия скольжения на нижней границе со скоростями течения льда километры в год. Такие большие скорости движения льда больше нигде на континенте не наблюдаются (см. рис. 10).

Как отмечалось выше, основной причиной возникновения условий скольжения покровных ледников по коренному основанию служит повышенный тепловой поток в Западной Антарктике, который создаёт потенциальные условия для плавления льда на подошве ледников. Однако процесс плавления неравномерен во времени и пространстве. Согласно сейсмогенно-триггерной концепции, плавление начинается в отдельных зонах на подошве ледников, где активизируются подлёдные вулканы благодаря приходу деформационных волн от очагов мегаземлетрясений вблизи Антарктики. Этим обусловлен резкий пе-

реход ледников Туэйтс и Пайн от стабильного состояния, длящегося тысячи лет, к ускоренному движению, которое наблюдается лишь в последние десятилетия/годы. Ранее (в последние столетия) подобные ускорения также имели место [48]. Скольжение льда на нижней границе может привести к быстрому сползанию шельфовых частей ледников Пайн и Туэйтс в море, что откроет дорогу для более быстрого гравитационного растекания ледяной линзы центральной части Западной Антарктиды именно в сторону ледников Пайн и Туэйтс. В этом случае глобальное повышение уровня моря может составить 2–3 м за счёт вытеснения океанической воды громадными массами льда, до этого лежавшими на коренном ложе. В отличие от медленного таяния льда катастрофический процесс сползания покровных ледников может произойти за относительно короткое время.

В заключение следует подчеркнуть, что описанная здесь сейсмогенно-триггерная геодинамическая концепция роста эмиссии метана и связанного с этим потепления климата, прежде всего в Арктике, а также ускоренного движения и разрушения ледников в Антарктике, происходящих с конца 1970-х годов до настоящего времени, не отрицает доминирующую сегодня антропогенную теорию глобального потепления климата. Мы и не ставили своей целью критику этой теории. Нашей задачей было показать, что существует альтернативная геодинамическая точка зрения на причины возникновения аномальных явлений в полярных областях. Геодинамический подход как минимум может дополнить антропогенную теорию в некоторых аспектах описываемых явлений. Вместе с тем нельзя исключить того, что в будущем предлагаемый нами подход может оказаться вполне адекватным для объяснения существенных особенностей процессов, протекающих в полярных регионах Земли в современную эпоху.

ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Работа выполнена частично в рамках госзадания Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН № FMWE-2021-0004 и частично в рамках госзадания Института теории прогноза землетрясений РАН № AAAA-A19-119011490131-3.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лобковский Л.И. Возможный сейсмогенно-триггерный механизм резкой активизации эмиссии метана и потепления климата в Арктике // Арктика: экология и экономика. 2020. № 3 (39). С. 62–72. <https://doi.org/10.25283/2223-4594-2020-3-62-72>

2. Lobkovsky L.I. Seismogenic-triggering mechanism of gas emission activations on the Arctic shelf and associated phases of abrupt warming // *Geosciences*. 2020. V. 10. № 11. Article number 428. <https://doi.org/10.3390/geosciences10110428>
3. Lobkovsky L.I., Baranov A.A., Ramazanov M.M. et al. Trigger Mechanisms of Gas Hydrate Decomposition, Methane Emissions, and Glacier Breakups in Polar Regions as a Result of Tectonic Wave Deformation // *Geosciences*. 2022. V. 12. № 10. Article number 372. <https://doi.org/10.3390/geosciences12100372>
4. Мамеева Т.В. Образование гидратов углеводородных газов в субаквальных обстановках // Мировой океан. Т. 3. Твёрдые полезные ископаемые и газовые гидраты / Под ред. Л.И. Лобковского и Г.А. Черкашева. М.: Научный мир, 2018. С. 586–694.
5. Wallmann K., Pinero E., Burwicz E. et al. The global inventory of methane hydrate in marine sediments: a theoretical approach // *Energies*. 2012. № 5. P. 2449–2498.
6. Dickens G.R., O'Neil J.R., Rea D.K., Owen R.M. Dissociation of oceanic methane hydrate as a cause of the carbon isotope excursion at the end of the Paleocene // *Paleoceanography*. 1995. № 10. P. 965–971.
7. Maslin M., Owen M., Day S., Long D. Linking continental slope failure and climate change: testing the clathrate gun hypothesis // *Geology*. 2004. V. 32. № 1. P. 53–56.
8. Ruppel C.D., Kessler J.D. The interaction of climate change and methane hydrates // *Rev. Geophys.* 2017. V. 55. P. 126–168.
9. Адушкин В.В., Кудрявцев В.П., Турунтаев С.Б. Глобальный поток метана в межгеосферном газообмене // Доклады РАН. Науки о Земле. 2003. Т. 391. № 6. С. 813–816.
10. Kennett J., Cannariato K.G., Henry I.L., Behl P.J. Methane hydrate in Quaternary climate change: the clathrate gun hypothesis. Washington, D.C: AGU, 2003.
11. Kvenvolden K.A. Methane hydrates and global climate // *Glob. Biogeochem. Cycles*. 1988. № 2. P. 221–229.
12. Koven C.D., Ringeval B., Friedlingstein P. et al. Permafrost carbon-climate feedback accelerated global warming // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2011. V. 108(36). P. 14769–14774.
13. Shakhova N., Semiletov I., Sergienko V. et al. The East Siberian Arctic Shelf: Towards further assessment of permafrost related methane flux and role of sea ice // *Nature Comm.* 2017. № 8. Article number 15872. <https://doi.org/10.1038/ncomms15872>
14. Chuvilin E., Bukhanov B., Davletshina D. et al. Dissociation and Self-Preservation of Gas Hydrates in Permafrost // *Geosciences*. 2018. V. 8. № 12. Article number 431.
15. Bogoyavlensky V., Bogoyavlensky I., Nikonov R. et al. New Catastrophic Gas Blowout and Giant Crater on the Yamal Peninsula in 2020: Results of the Expedition and Data Processing // *Geosciences*. 2021. V. № 2. Article number 71.
16. Баранов Б.В., Лобковский Л.И., Дозорова К.А., Цуканов Н.В. Система разломов, контролирующая метановые сипы на шельфе моря Лаптевых // Доклады РАН. Науки о Земле. 2019. Т. 486. № 3. С. 354–358.
17. Wallman K., Riedel M., Hong W.L. et al. Gas hydrate dissociation off Svalbard induced by isostatic rebound

- rather than global warming // *Nature Comm.* 2018. № 9. Article number 83.
18. Davidson D.W., Garg S.K., Gough S.R. et al. Laboratory analysis of naturally occurring gas hydrate from sediment of the Gulf Mexico // *GCA*. 1986. V. 50. P. 619–623.
 19. Yakushev V.S., Istomin V.A. Gas hydrates self-preservation effect. In *Physics and Chemistry of ice* / Eds. Maeno N., Hondoh T. Hokkaido Univ. Press: Sapporo, Japan. 1992. P. 136–140.
 20. Баренблатт Г.И., Лобковский Л.И., Нигматулин Р.И. Математическая модель истечения газа из газонасыщенного льда и газогидратов // *Доклады РАН. Науки о Земле*. 2016. Т. 470. № 4. С. 721–754.
 21. Лобковский Л.И., Рамазанов М.М. К теории фильтрации с двойной пористостью // *Доклады РАН. Науки о Земле*. 2019 Т. 484. № 3. С. 348–351.
 22. Lay T. The surge of great earthquakes from 2004 to 2014 // *Earth and Planetary Science Letters*. 2015. № 409. P. 133–146.
 23. Climate at a Glance: Global Time Series // NOAA National Centers for Environmental information. <https://www.ncei.noaa.gov/cag/> (дата обращения 15.09.2022).
 24. Elsasser W.M. Convection and stress propagation in the upper mantle. *The Application of Modern Physics to the Earth and Planetary Interiors* / Ed. by S.K. Runcom. N.Y.: John Wiley, 1969. P. 223–246.
 25. Melosh H.J. Nonlinear stress propagation in the Earth's upper mantle // *J. Geophys. Res.* 1976. V. 32. P. 5621–5632.
 26. Rice J.R. The mechanics of earthquake rupture. *Physics of the Earth's Interior* / Ed. by Dziewonski A.M., Boschi E. North-Holland, Amsterdam: Italian Physical Society, 1980. P. 555–649.
 27. Николаевский В.Н. Геомеханика и флюидодинамика. М.: Недра, 1996.
 28. Кузьмин Ю.О. Современная геодинамика и медленные деформационные волны // *Физика Земли*. 2020. № 4. С. 172–182.
 29. Вуков V.G. Nonlinear waves and solitons in models of fault block geological media // *Russian Geology and Geophysics*. 2015. V. 56. № 5. P. 793–803.
 30. Гарагаш И.А., Лобковский Л.И. Деформационные тектонические волны как возможный триггерный механизм активизации эмиссии метана в Арктике // *Арктика: экология и экономика*. 2021. № 1. С. 42–50.
 31. Лобковский Л.И., Рамазанов М.М. Термомеханические волны в системе упругая литосфера–вязкая астеносфера // *Изв. РАН. Механика жидкости и газа*. 2021. № 6. С. 4–18.
 32. Lan X., Thoning K.W., Dlugokencky E.J. Trends in globally-averaged CH₄, N₂O, and SF₆ determined from NOAA Global Monitoring Laboratory measurements. Version 2023-02. <https://doi.org/10.15138/P8XG-AA10>
 33. Dlugokencky E.J., Steele L.P., Lang P.M., Masarie K.A. The growth rate and distribution of atmospheric methane // *J. Geophys. Res.* 1994. V. 99. P. 17021–17043. <https://doi.org/10.1029/94JD01245>
 34. Cook A.J., Vaughan D.G. Overview of areal changes of the ice shelves on the Antarctic Peninsula over the past 50 years // *Cryosphere*. 2010. № 4. P. 77–98.
 35. Fretwell P., Pritchard H.D., Vaughan D.G. et al. Bedmap 2: improved ice bed, surface and thickness datasets for Antarctica // *Cryosphere*. 2013. № 7. С. 375–393.
 36. Wang S., Liu H., Jezek K. et al. Controls on Larsen C Ice Shelf retreat from a 60-year satellite data record // *J. Geophys. Res.* 2022. V. 127. e2021JF006346.
 37. Domack E., Duran D., Leventer A. et al. Stability of the Larsen B ice shelf on the Antarctic Peninsula during the Holocene epoch // *Nature*. 2005. V. 436. P. 681–685. <https://doi.org/10.1038/nature03908>
 38. Kaufman D.S., Broadman E. Revisiting the Holocene global temperature conundrum // *Nature*. 2023. V. 614. P. 425–435. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-05536-w>
 39. Löising M., Ebbing J., Szwillus W. Geothermal heat flux in Antarctica: Assessing models and observations by Bayesian inversion // *Front. Earth Sci.* 2020. V. 8. Article number 105. <https://doi.org/10.3389/feart.2020.00105>
 40. Baranov A., Tenzer R., Morelli A. Updated Antarctic Crustal Model // *Gondwana Res.* 2021. V. 89. P. 1–18. <https://doi.org/10.1016/j.jgr.2020.08.010>
 41. Baranov A., Morelli A., Chuvaev A. ANTASed – An Updated Sediment Model for Antarctica // *Front. Earth Sci.* 2021. V. 9. 722699. <https://doi.org/10.3389/feart.2021.722699>
 42. van Wyk de Vries M., Bingham R., Hein A. A new volcanic province: an inventory of subglacial volcanoes in West Antarctica // *Geol. Soc. Spec. Publ.* 2018. V. 461. № 1. Article number 231. <https://doi.org/10.1144/SP461.7>
 43. Mouginot J., Rignot E., Scheuchl B. Continent-wide, interferometric SAR phase, mapping of Antarctic ice velocity // *Geophys. Res. Lett.* 2019. V. 46. P. 9710–9718. <https://doi.org/10.1029/2019GL083826>
 44. Rignot E., Mouginot J., Scheuchl B. et al. Four decades of Antarctic Ice Sheet mass balance from 1979–2017 // *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*. 2019. V. 116. P. 1095–1103. <https://doi.org/10.1073/pnas.1812883116>
 45. Loose B., Naveira Garabato A.C., Schlosser P. et al. Evidence of an active volcanic heat source beneath the Pine Island Glacier // *Nat. Commun.* 2018. V. 9. Article number 2431. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-04421-3>
 46. Winkelmann R., Martin M.A., Haseloff M. et al. The Potsdam Parallel Ice Sheet Model (PISM-PIK) – Part 1: Model description // *The Cryosphere*. 2011. № 5. P. 715–726.
 47. Pattyn F. Sea-level response to melting of Antarctic ice shelves on multi-centennial timescales with the fast Elementary Thermomechanical Ice Sheet model (f.ETISh v1.0) // *The Cryosphere*. 2017. № 11. P. 1851–1878.
 48. Graham A.G.C., Wählin A., Hogan K.A. et al. Rapid retreat of Thwaites Glacier in the pre-satellite era // *Nat. Geosci.* 2022. V. 15. P. 706–713. <https://doi.org/10.1038/s41561-022-01019-9>

**О ГАЛЛОМАНИИ И ГАЛЛОФОБИИ А.Н. ОСТРОВСКОГО, ИЛИ
НЕКОТОРЫЕ СООБРАЖЕНИЯ О ПРАГМАТИКЕ САМОБЫТНОСТИ
К 200-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ЧЛЕНА-КОРРЕСПОНДЕНТА
ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК А.Н. ОСТРОВСКОГО**

© 2023 г. Е. Е. Дмитриева^{a,b,*}

^aИнститут мировой литературы им. А.М. Горького РАН, Москва, Россия

^bИнститут русской литературы (Пушкинский дом) РАН, Санкт-Петербург, Россия

*E-mail: katiadmitrieva@mail.ru

Поступила в редакцию 11.04.2023 г.

После доработки 21.04.2023 г.

Принята к публикации 13.05.2023 г.

Какую роль в творчестве А.Н. Островского, одного из наиболее самобытных, “почвеннических” авторов XIX столетия, могла играть французская литература и культура? Почему современники находили в наиболее оригинальных его драмах французский след и почему владение французским языком (который он сам знал отнюдь не в совершенстве) стало одной из постоянных тем, обсуждаемых героями его драм? Этими вопросами задаётся автор предлагаемой вниманию читателей статьи, приуроченной к юбилею, пожалуй, самого известного русского драматурга, который состоял членом-корреспондентом Академии наук. Использование французских слов, галлицизмов, макаронической речи Островским анализируется с точки зрения процессов, происходивших в русской культуре с середины XIX в., когда она уже перестаёт быть культурой двуязычия, но ещё активно и подчас болезненно переживает, теперь уже на бытовом уровне, свой несостоявшийся билингвизм. Попутно в контексте галломании/галлофобии Островского поднимается вопрос о специфике отношения драматурга к литературной традиции и, в частности, к традиции Н.В. Гоголя.

Ключевые слова: А.Н. Островский, русская драма, французская драма, галломания, галлофобия, Н.В. Гоголь.

DOI: 10.31857/S0869587323060063, **EDN:** HEXIDU

В 2023 г. мы отмечаем юбилей А.Н. Островского, 200 лет со дня его рождения. Казалось бы, за полтора столетия чего только не было написано о драматурге, который прочно вошёл в пантеон русской литературы и русского театра и без которого история русской драмы имела бы во второй половине XIX столетия колоссальную лакуну. И всё же в наследии этого замечательного драматурга и прозаика (но драматурга по преимуществу) имеется немало белых пятен, загадок, которые ещё требуют размышления и домысливания.

Одна из них — отношение Островского к французской культуре, или, если говорить более конкретно, к французской литературе (французской драме) и французскому языку как тому средству общения и обсуждения философских и пси-

хологических проблем, которое в первой половине XIX в., но также и в XVIII в., являло одну из специфических примет образованного человека эпохи, давно уже именуемой эпохой двуязычия в истории русской культуры.

**ФРАНЦУЗСКИЙ СЛЕД В ТВОРЧЕСТВЕ
ОСТРОВСКОГО**

Вопрос об отношении Островского к французской драме ставит перед исследователем трудно решаемую задачу. Как мог Островский, создавая истинно русскую драму, которая и воспринималась как исконно русская, соотносить свою драматургию с французскими образами (а ведь соотносил!), чему-то у французов учиться, а в чём-то с ними полемизировать? Известно, что высокую драматическую технику французских комедиографов он очень ценил, а свои сатирические комедии определял как сделанные “немного хуже”

ДМИТРИЕВА Екатерина Евгеньевна — член-корреспондент РАН, ведущий научный сотрудник ИМЛИ РАН, ведущий научный сотрудник ИРЛИ РАН.



Александр Николаевич Островский. 1823–1886.
Портрет В.Г. Перова

французских. Характерно в этом смысле его письмо 1874 г. к И.С. Тургеневу, хлопотавшему в то время о переводе “Грозы” на французский язык и о возможной постановке пьесы во Франции. «Напечатать “Грозу” в хорошем французском переводе не мешает, — писал Островский, — она может произвести впечатление своей оригинальностью; но следует ли её ставить на сцену — над этим можно задуматься. Я очень высоко ценю умение французов делать пьесы и боюсь оскорбить их тонкий вкус своей ужасной неумелостью. С французской точки зрения, постройка “Грозы” безобразна, да надо признаться, что она и вообще не очень складна. Когда я писал “Грозу”, я увлёкся отделкой главных ролей и с непростительным легкомыслием отнёсся к форме, да и притом же торопился, чтобы поспеть к бенефису покойного Васильева. Теперь я сумею сделать пьесу немного хуже французов и, если хотите, пришлю Вам оригинал “Грозы”, переделанный для французской сцены» [1, с. 38].

Примечательно, что именно по поводу “Грозы” (1859), меры её самобытности и подражательности разгорелась полемика. “Французские за-

машки” нашёл в пьесе А. Фет, на что пылко возражал И.С. Тургенев: «Фет! помилосердуйте! Где было Ваше чутьё, Ваше понимание поэзии, когда Вы не признали в “Грозе” (Островский читал её у меня вчера) удивительнейшее, великолепнейшее произведение русского, могучего, вполне овладевшего собою таланта? Где Вы нашли тут мелодраму, французские замашки, неестественность?» [2, с. 375].

И всё же современные критики (разумеется, не все, но некоторые) улавливали в драмах Островского французский след. Н.А. Некрасов в “Заметках о журналах. Декабрь 1855 и январь 1856 года” критически отнёсся к авторской тенденции преднамеренно сужать себя современными театральными требованиями в духе популярного французского драматурга, творца “хорошо скроенной пьесы” Э. Скриба [3, с. 212]. Критики “Санкт-Петербургских ведомостей” писали: “Построение драмы совершенно французское: она начинается рассказом (экспозицией) и кончается рассказом (катастрофой)” [4, с. 815].

Пьесу “Свои собаки грызутся, чужая не приставай” критик А.Н. Баженов в “Беседах о театре” назвал “водевилем, и к тому же ещё наполовину заимствованным” с французского: “Потрудитесь-ка оглядеть повнимательнее с ног до головы хоть двух главных героев пьесы: Бальзаминова и Устрашимова. Не знаю, как вам, а мне они давным-давно знакомы <...> А уж о завязке хоть и не говорить: битая-перебитая” [5, т. 2, с. 467].

Даже в одной из наиболее сильных и удачных пьес Островского “На всякого мудреца довольно простоты”, давно уже вошедшей в драматический пантеон, современные ему критики обнаруживали французское влияние. “Вся басня комедии, вся интрига её довольно неудачно построена на дневнике Глумова, являющемся как бы *deus ex machina*, и на что так падки некоторые из современных французских драматургов, как напр. Сарду”, — писал критик Евг. Утин. Упрёк подхватил В. Буренин, напечатавший за подписью “Z” отзыв на комедию и на статью Евг. Утина в “Санкт-Петербургских ведомостях” (1869, 11 января), где утверждал, что Глумов — “герой дюжинной французской комедии, не имеющий никаких существенных характеристических черт” [5, т. 3, с. 502].

Упрёки подобного рода не были, разумеется, доминирующими на фоне восторженного приятия пьес Островского и критиками, и читателями, и театральной публикой, но они всё же имели место. И сбрасывать их со счетов было бы неверным. Одной из самых “французских” комедий Островского называли пьесу “Волки и овцы”, что отчасти признала впоследствии и академическая критика, посчитав, что Островский “поддался репертуарной моде” и сделал попытку изложить занимавшую его российскую проблематику в мане-

ре популярной тогда повсеместно французской “школы здравого смысла” Ожье, Понсара и Дюма-сына, отказавшись ради этого от собственного творческого почерка [5, т. 4, с. 476, 477]. Но и “Женитьба Белугина” вызвала у современников такое количество соположений и ассоциаций, что они почти затмили собственно русский контекст пьесы (её соотносили с популярной в 1850-е годы комедией Э. Ожье “Габриэль”, сравнивали с немецким мещанским романом Е. Вернера “В добрый час”, с французским романом Ж. Онэ “Горнозаводчик”, наконец, с “Укрощением строптивой” Шекспира).

Нерешённым остаётся вопрос, как соотносится (или соотносилось) подобное считывание французского субстрата в драмах Островского с его собственным неприятием того “нынешнего литературного разврата”, который выработался, по его словам, во французской и петербургской литературе (об этом он писал М.П. Погодину в конце апреля 1851 г.), и того смешения “французского с нижегородским”, которое сам он считал крайне пагубным, несмотря на высокую оценку, которую давал техничности французских драматургов [5, т. 11, с. 33]. Тем более что Островский не раз говорил и о различных контекстах одновременно и создания и восприятия драм в России и во Франции: “В России, чтобы написать пьесу, отвечающую современным требованиям критики и притом имеющую сценические достоинства, чтобы она могла иметь успех в разнообразной массе публики, — писателю нужно иметь ума, способностей и знания жизни по крайней мере впятеро против француза. Притом Сарду за пьесу не очень важную получил орден Почётного легиона и разные почести, а русский писатель, кроме площадной брани газетных гаеров, позорящих его честный труд и честное имя, — ничего не жди!” [5, т. 10, с. 545].

В этой связи возникает ещё один вопрос, который затрагивает переводческую и тем самым, в отношении европейского театра, прозелитическую деятельность Островского [6], переводившего, как известно, с разных языков, в том числе и с французского, но из французской драмы выбиравшего исключительно современные пьесы, словно игнорируя классический репертуар. Как писал комментатор, «...представляет интерес его отношение к французскому театру. Если английские его симпатии сосредоточиваются на Шекспире, испанские — на Сервантесе и Кальдероне, итальянские — на Гольдони, Гоцци и комедии XVI века (с некоторыми, впрочем, выходами в современность), то французские интересы — за исключением платонической тяги к Мольеру — целиком в современности. Все восемь засвидетельствованных обращений Островского к французам не выходят за пределы XIX века и касаются авторов и пьес весьма посредственных, но крепко

“скроенных”» [5, т. 9, с. 611]. И это при том, что современниками неоднократно отмечалась филологическая оснащённость Островского, свидетельством чему была его библиотека: «Две стены заняты ореховыми шкафами. За их стёклами можно разглядеть солидную драматическую библиотеку литератур отечественной и иностранных, образцы которых, в подлинниках и переводах, с любовью и знанием собирал покойный. Тут произведения всех западных сцен, всех веков и национальностей: греческие трагики в русском и Аристофан в латинском переводе; подлинники Плавт и Теренций, Кальдерон и Шекспир, Сервантес и Гоцци, Корнель и Метастазιο, Расин и Гольдони, Скриб и Мольер, все псевдоклассики, драматурги романтической школы, все, или почти все, новые французские драматурги, как Ожье, Сарду, Фелле, и многое другое, худое и хорошее, посредственное и глубокое. Русская, переводная и оригинальная, драматургия представлена здесь как нельзя полнее, начиная с “действ” XVII века, продолжаясь “Русским феатром” и кончая последними новинками нашей сцены. Всего в библиотеке Александра Николаевича можно насчитать до трёх тысяч названий» [5, т. 9, с. 605].

Интригующим в данном свидетельстве остаётся вопрос, как сам драматург различал “худое и хорошее, посредственное и глубокое” и различал ли вообще, и в какой мере могло (в особенности “худое”) стать импульсом его собственных драматических построений. В этом отношении особое внимание следовало бы уделить анализу переводов и переложений-переделок Островского, до сих пор остающихся мало исследованными. При достаточно свободном отношении к переводу того времени, когда переводчикам не возбранялось дополнять или урезать, иными словами, корректировать оригинал, важным для понимания собственной творческой манеры Островского мог бы быть анализ механизма “окультуривания” французских (да и иных тоже) драм на русской почве. Тем более что в случае с переделками мы вновь сталкиваемся с имманентно присущими Островскому противоречиями. При явно отрицательном отношении его к жанру как таковому (“переделки — это смешение французского с нижегородским, эти гермафродиты драматического искусства”, — писал он [5, т. 10, с. 460]), сам Островский нередко обращался именно к этой форме апроприации *чужого*. И объяснять это исключительно материальной заинтересованностью (переложения лучше оплачивались) было бы неверно.

МНЕ ГАЛЛИЦИЗМЫ БУДУТ МИЛЫ?

В связи с вышеизложенным встаёт вопрос о знании Островским французского языка. Известно его высказывание: “Кто же из образованных

людей, раскрыв французскую заурядную пьесу, не продиктует её прямо переписчику — только бы тот успевал писать?” [5, т. 10, с. 602]. Однако не всё здесь так очевидно, как сам Островский пытался это показать.

Известно, что обучение иностранным языкам и светское воспитание, которое Островский впоследствии называл “наиглупейшим” [7, с. 129], пришло в семью с женитьбой его отца (после смерти матери Островского) на баронессе Эм. Анд. фон Тессин, дочери обрусевшего шведского дворянина, и светское воспитание весьма причудливо наложилось на привычный замоскворецкий быт [8, с. 471]. Хотя впоследствии Островский полагал знание французского языка обязательным для всех, кто так или иначе подвизается в области драмы [9, с. 158], кажется, наибольшего доверия заслуживает позднейшее свидетельство его личного секретаря Н.А. Кропачёва о том, что французский язык Островский хорошо понимал и соответственно свободно мог с него переводить, но говорить на нём стеснялся по причине недостаточно хорошего произношения [7, с. 224, 225]. Собственно, именно это двойственное отношение к французской речи и составляет одну из важных интриг немалого числа пьес Островского и соответственно основную интригу настоящей статьи.

Не раз уже справедливо отмечалось, что пьесы А.Н. Островского — прежде всего пьесы звучащие и что внешность героя, обстановка в узком смысле слова и даже техника построения интриги для него вещи третьестепенные, о чём свидетельствует как относительная скудость авторских ремарок, так и история прижизненных постановок: Островский, по свидетельству современников, охотно мирился с отступлениями от своих ремарок, если отступления эти не касались существа образа [10, с. 167]. Став, по общепризнанному мнению, “колумбом Замоскворечья”, открыв читателю и зрителю неведомый им прежде купеческий мир с его собственными понятиями и колоритными персонажами, Островский вывел на сцену — в качестве отдельного метаперсонажа — язык московских купцов, “впервые выступивший в нашей литературе с такою живостью” [8, с. 471; 11]. Одной из примет этого языка стала, как ни странно, испытываемая представителями этого мира, казалось бы, столь далёкого от мира русского сословного дворянства, ностальгия по французскому языку и французским манерам, приобретающая в новом контексте одновременно и в чём-то трогательные, и пародийно-гротесковые черты, которые с лёгкой руки Островского закрепились за образом русского купечества [12, с. 294–302].

Поначалу эта ностальгия носила в пьесах скорее отстранённый характер: потребность в зна-

нии французского языка, умение говорить по-французски вербализировались в диалогах, но сами герои французские выражения и галлицизмы употребляли довольно умеренно. Например, сообщала о том, что “училась и по-французски, и на фортепьянах, и танцевать!” в пьесе “Свои люди сочтёмся” Липочка, желавшая “достать” “благородного” жениха и презиравшая поначалу жениха из купеческого сословия [4, с. 53]. Суть и подоплёку всех её умений трезво комментировала сваха Устинья Наумовна: “А нажили капитал да в купцы вылезли, так и дочка в принцессы норovit. А всё это денежки. <...> Воспитанья-то тоже не бог знает какого: пишет-то, как слон брюхом ползает, по-французскому али на фортопьянах тоже сям, тям...” [4, с. 77].

Отрицательная телеология подобной галломании становилась ясна из диалога Подхалюзина с Липочкой, уже согласившейся выйти за него замуж:

Липочка. Для чего вы, Лазарь Елизарыч, по-французски не говорите?

Подхалюзин. А для того, что нам не для чего. (Молчание.) [4, с. 94].

Ситуация невесты (вариант: дамы), не признающей поначалу не говорящего по-французски жениха (вариант: ухажёра), присутствует у Островского и в других комедиях: в комедии “Бедная невеста” [4, с. 168], в “Сказании о том, как квартальный надзиратель пускался в пляс, или От великого до смешного только один шаг” [4, с. 378, 379], в картине из московской жизни “Старый друг лучше новых двух”. В последней пьесе, правда, ситуация несколько меняется. Оказывается, что чиновник (титularный советник, по всей видимости, обедневший дворянин), вынужденный жениться на богатой невесте, сам французскому языку не обучен и не слишком испытывает в нём потребность.

Характерной особенностью драматического письма Островского становится и то, что умение (каким бы приблизительным оно ни было) его персонажей говорить по-французски оказывается сопряжено с их позиционированием самих себя и переживаемых ими ситуаций как эпизодов известных им романов (преимущественно французских). Примечателен в этом смысле диалог, так и оставшийся в черновых редакциях драмы “Бедная невеста”. “Я не любил её, но за то, чтобы видеть ещё раз это мраморное чело, эту безвыходную тоску на лице, я бы отдал всю жизнь”, — заявляет герой. “Я читала что-то похожее на это”, — отвечает героиня, что побуждает героя оправдаться: “Да есть одна французская повесть; но это было и со мной, я вам могу доказать; есть свидетели, которые знают, это было”.

Помимо ассоциации с французской повестью, о которой вспоминает героиня, у русского чита-

теля не может не возникнуть ещё одной ассоциации, а именно с финальной сценой пушкинской “Метели”, в которой признания Бурмина вызывают у Марьи Гавриловны воспоминания о романе Руссо “Юлия, или Новая Элоиза” («“Я поступил неосторожно, предаваясь милой привычке, привычке видеть и слышать вас ежедневно...” (Марья Гавриловна вспомнила первое письмо St.-Preux)» [13, с. 85]). Но есть принципиальное различие между пушкинской сценой и аналогичным эпизодом комедии Островского: то, что у Пушкина звучало как пусть и не лишённый мягкой иронии, но всё же гимн жизни, возводимой в достоинство литературного текста, у Островского становится порочным кругом бессилия в области чувств — бессилия, прикрывающегося литературным первоисточником.

С данной сценой соотносится и картина из комедии “Не сошлись характерами”, в которой присутствует своеобразная купеческая версия мотива, связанного с другой пушкинской героиней — Татьяной, которая “одна с опасной книгой бродит”¹. Героиня Островского Прежнева примиряет на себя романическую ситуацию из читаемой книги и одновременно пытается её скорректировать: “Это жестоко! это ужасно! я бы никогда так не поступила! *Nous autres femmes...* мы... о! мы верим, мы слепо верим, мы никогда не анализируем. Нет, я не стану дальше читать этот роман. Молодой человек хорошего происхождения, красив, умён, служит в военной службе, выражает ей свою любовь таким прекрасным языком... и она... она имела силы отказать ему! Нет, она не женщина! Женщина творение слабое, увлекающееся! Мы живём только сердцем! И как легко нас обмануть! Мы для любимого человека готовы всем пожертвовать. Если мужчины нас и обманывают, что, к несчастью, случается очень часто, то уж в этом виноваты не мы, а они...” [5, т. 2, с. 142]. Только и здесь разница между пушкинской читающей французские романы героиней и героиней Островского заключается в том, что романы теперь уже не ведут за собой, не позволяют понять нечто в собственной жизни, но сами корректируются житейской логикой и банальной сентиментальностью.

Чуть позже французские романы станут у Островского ещё и тем, с чем в пьесе “Последняя жертва” купец, не желающий платить долги, отправляется в долговую яму: “Наберёт где-то с полсотни переводных французских романов и отправляется в яму равнодушно, точно в гости куда. Примется читать свои романы, читает их дни и ночи, хоть десять лет просидит — ему всё равно” [5, т. 4, с. 345].

Вообще персонажи, ориентирующиеся на “всё французское”, носящие французское сукно, пользующиеся французским мылом, читающие французские романы и подражающие французским манерам, с завидным постоянством появляются у Островского и в его ранних, и в более поздних драмах (“Утро молодого человека”, “В чужом пиру похмелье”, “Бешеные деньги”). Платок “пукетовый, французский” желает получить от Бальзамина в пьесе “Праздничный сон — до обеда” Красавина, словно продолжая линию Липочки в ранней комедии “Свои люди — сочтёмся” (“Так смотри же, французский. А то ты подаришь, пожалуй, платок-то по нетовой земле пустыми цветами”) [5, т. 2, с. 116].

Характерно, что в более поздних драмах французская речь у Островского словно обретает право гражданства: персонажи более не обсуждают то, как хорошо уметь говорить по-французски, они сами уже используют французскую речь как вкрапление в русскую, выводя тем самым галлицизмы на сцену. Использование французских слов и выражений, спорадически встречавшееся у Островского и ранее, становится важным стилевым приёмом, позволяющим фактурно обрисовать персонаж. В пьесе “Волки и овцы” на смеси “французского с нижегородским”, а попросту на дурном транслитерированном французском, говорит Мурзавецкий, принадлежащий уже не купеческому, но обедневшему дворянскому сословию, роль которого Островский “последовательно выстраивает как пародию на классический образ неотразимого для женщин офицера, красавца и мота, блистающего всеми геройскими мужскими добродетелями” [10, с. 170].

Смешение французского с нижегородским, которое, на самом деле, так не любил Островский, достигает своего пародического апогея в “Бесприданнице”, где главным носителем подобного речевого стиля становится Робинзон и эпатажно практикующийся с ним во французском, дабы потрафить своему будущему свёкру, Паратов («Отец моей невесты важный чиновный господин; старик строгий: он слышать не может о цыганах, о кутежах и о прочем; даже не любит, кто много курит табаку. Тут уж надевай фрак и *parlez francais!* Вот я теперь и практикуюсь с Робинзоном. Только он, для важности, что ли, уж не знаю, зовёт меня “ля-Серж”, а не просто “Серж”. Умора!» [5, т. 5, с. 26]. И завершается вся эта квазифранцузская робинзонада пресловутой поездкой в “Париж”, только не в столицу Франции, а в местный провинциальный трактир, Парижем именуемый [5, т. 5, с. 72].

КОНЕЦ ДВУЯЗЫЧНОЙ ЭПОХИ

Галломанию персонажей Островского, в особенности раннего, и его собственную латентную

¹ О функции романа как образца для бытового подражания, которое становится распространённым в XVIII и XIX вв. литературным мотивом см.: [14, с. 147–164; 15, с. 845–848].

галлофобию, не позволявшую ему всерьёз относиться к потребности его героев образовываться на французский лад, можно было бы рассматривать как одну из сторон его мирозерцания, если бы всё это не вписывалось в кардинальные проблемы русской истории.

Культура двуязычия в России, расцвет которой во многих отношениях пришёлся на пушкинскую эпоху, проявлялась, как известно, не только как возможность свободного владения в равной степени французским и русским языками, но также и в особом типе *макаронического мышления*, смешении русских и французских фраз или отдельных слов — смешении неоднократно осмеянном, но, несомненно, характеризовавшем как устную, так и письменную речь образованного человека той поры [16–19]. Пушкин, как о том свидетельствовал П.А. Вяземский, называл французские слова в русской речи “яркими заплатами”, способными привлечь внимание читателя [20, с. 121], и сам охотно к этому приёму прибегал.

К середине XIX в. культура двуязычия постепенно идёт на убыль; последний её всплеск, получивший заметное отражение в литературе, относится к 1860-м годам, когда появляется первая редакция романа “Война и мир” Л.Н. Толстого, действие которого отнесено к началу XIX в. и персонажи, соответственно, нередко ведут беседу по-французски (впоследствии Толстой эти французские реплики переведёт). Но поколение 1840–1850-х годов ещё охотно прибегает к “французским заплатам” в русской речи, так что даже выходцы из недворянского сословия нередко вольно или невольно демонстрируют своё знание (или незнание) французского языка. Однако бытовое употребление французского, абсолютно естественное для пушкинского поколения (вспомним Пушкина, начавшего письмо от 6 июля 1831 г. к П.Я. Чаадаеву словами: “Друг мой, я буду говорить с вами на языке Европы, он более мне знаком”), вызывает в последующие годы всё большее отторжение. Засилье французского языка, как и французской литературы начинает восприниматься как уход от русской самобытности и признак дурного вкуса. Вспомним горькое сожаление Гоголя в “Выбранных местах” (“В чём же наконец существо русской поэзии и в чём её особенность”): “Общество наше, — чего не случилось ещё доселе ни с одним народом, — воспитывалось в неведении земли своей посреди самой земли своей. *Даже язык был позабыт*, так что поэзии нашей были даже отрезаны дороги и пути к тому, чтобы коснуться его уха” [21, т. 8, с. 403]. Вспомним также и впечатления Гоголя от приезда в Россию в период создания первого тома “Мёртвых душ”, о чём он вспоминал в “Авторской исповеди”: “Провинции наши меня ещё более изумили. Там даже имя России не раздаётся на устах. Раздавалось, как мне показалось, на устах только

то, что было прочитано в новейших романах, переведённых с французского” [21, т. 8, с. 451]. Осмеиваемый и пародируемый Гоголем комплекс “иностранца Василия Фёдорова” становится тем, что характеризует отношение к культурному двуязычию писателей, пришедших в литературу в середине и второй половине XIX в.

Строго говоря, процесс преодоления двуязычия начался ещё раньше, уже при жизни Пушкина. В 1829–1830 гг. в журнале “Московский телеграф” и в газете “Северная пчела” началась кампания против “писателей-аристократов” (под это определение попадали поэты и писатели, объединившиеся вокруг “Литературной газеты”, в том числе Пушкин, Дельвиг, Вяземский, Баратынский). Защищая Вяземского от нападок журналистов, Пушкин в заметке “О статьях князя Вяземского” писал с тонкой издёвкой: “Но должно ли на них негодовать? Не думаем. В них более извинительного незнания приличий, чем предосудительного намерения. Чувство приличия зависит от воспитания и других обстоятельств. Люди светские имеют свой образ мыслей, свои предрассудки, непонятные для другой касты. Каким образом растолкуете вы мирному алеуту поединок двух французских офицеров?” [13, т. 11, с. 97].

Как показала в своей недавней статье О.С. Муравьёва [22, с. 167], граница между писателями-аристократами и их “демократическими” критиками на уровне бытовой реальности определялась пределами светских литературных салонов. Почти прямо это было сформулировано в стихотворении Вяземского “Синонимы: гостиная — салон” (1836):

Недоумением напрасно ты смущён:

Гостиная — одно, другое есть *салон*.

Гостиную найдёшь в порядочном трактире,

Гостиную найдёшь и на твоей квартире,

Салоны ж созданы для избранных людей.

Гостиные видал и ты, Видок-Фиглярин!

В *гостинной* можешь быть и ты какой-то барин,

Но уж в *салоне* ты решительно лакей [23, с. 256].

Нечто подобное происходило и в области использования французского языка: абсолютно естественное для дворянской культуры, в ином — демократическом, а в случае Островского купеческом — контексте оно становится признаком дурного вкуса, необразованности, фиглярства, отбрасывающего персонажей в допушкинские и даже докарамзинские времена.

ГОГОЛЕВСКИЙ СЛЕД И КОНЕЦ РУССКОГО ДУАЛИЗМА

В последнее время взгляд на русское купечество, во многом сформированный в нашем сознании в том числе и драмами Островского, суще-

ственно изменился. На купечество перестали смотреть как на “тёмное царство”, но, напротив, заново открыли в нём то сословие, которое активно участвовало не только в развитии российской промышленности, но и русской культуры. Именно из этой среды вышли благотворители, меценаты, без участия которых наша культура, возможно, могла бы пойти по совершенно иному пути.

И тут возникает ещё один вопрос, решения которого, сразу же оговорюсь, у нас нет. Но поставить его всё равно очень важно. Вопрос, собственно, заключается в следующем: были ли типаж Островского сколком (при всём понимании условности категории *мимесиса*, то есть подражания действительности) с российских реалий, или же они в первую очередь порождение литературы — той второй действительности, что существует (как это было сформулировано уже эстетикой XX в.) по своим собственным законам, отчасти подменяющим первую действительность? Ведь на самом деле при всей самостийности и самобытности пьес Островского уровень их интертекстуальности очень высок. Вчитаемся внимательно в диалог Липочки и Фоминишны из пьесы “Свои люди — сочтёмся”:

Липочка. Не пойду я за купца, ни за что не пойду. Затем разве я так воспитана: училась и по-французски, и на фортепьянах, и танцевать! Нет, нет! Где хочешь возьми, а достань благородного.

Аграфена Кондратьевна. Вот ты и толкуй с ней.

Фоминишна. Да что тебе дались эти благородные? Что в них за особенный вкус? Голый на гол, да и христианства-то никакого нет: ни в баню не ходит, ни пирогов по праздникам не печёт; а ведь хошь и замужем будешь, а надоест тебе соус-то с подливкой [4, с. 53].

Трудно сказать, сознательная ли это реминисценция из “Женитьбы” Гоголя или нет, но совпадения не только на уровне мотивов, но ещё и тоналности невозможно не заметить. Сравним:

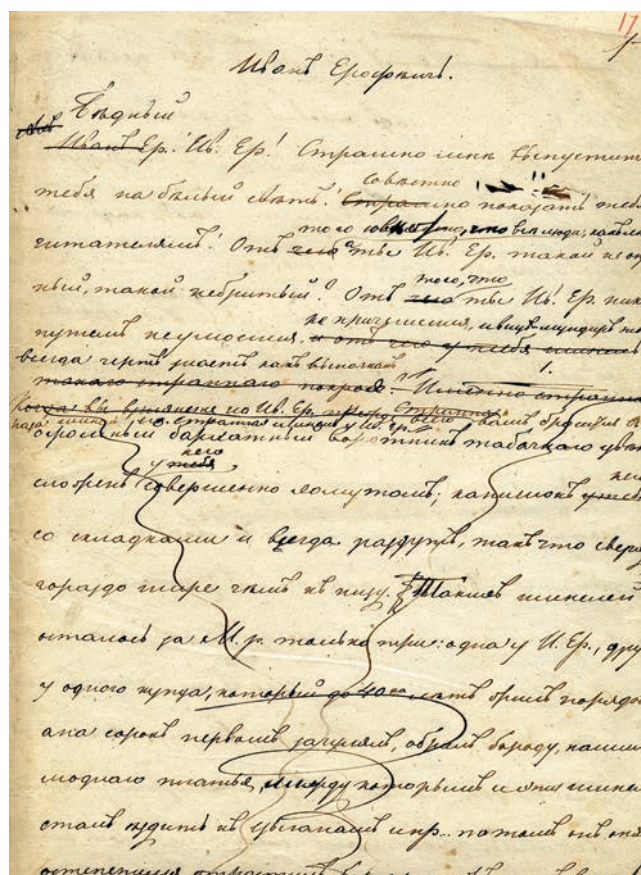
Анучкин. Да, Фёкла Ивановна, вот вы и мне тоже насказали, что она знает по-французски.

Фёкла. Знает, родимый, всё знает, и по-немецкому, и по-всякому; какие хочешь манеры — всё знает.

Анучкин. Ну, нет; кажется, она только по-русски и говорит.

Фёкла. Что ж тут худого? Понятливее по-русски, потому и говорит по-русски. А кабы умела по-басурмански, то тебе же хуже, и сам бы не понял ничего. Уж тут нечего толковать про русскую речь — речь известно какая: все святые говорили по-русски [21, т. 4, с. 44].

О том, насколько велико было влияние, в особенности на раннего Островского, Гоголя, писалось уже немало [24]. Гоголевский след обнаруживают и интересующие нас галлицизмы Ост-



Фрагмент рукописи рассказа “Иван Ерофеич”.

1-я редакция. Автограф. 1847 г. РО ИРЛИ. Ф. 218 (А.Н. Островского). Оп. 1. № 1.

ровского, и пародическая игра с названиями якобы иностранных и дорогих, а на самом деле дешёвых вин, употреблением которых хвастаются его персонажи [4, с. 13, 674]. Не раз была отмечена и отчётливая литературная параллель: Милонов Островского как гоголевский Манилов, но уже пореформенной эпохи [10, с. 159, 160].

В гоголевской стилистике (вспомним зачин повести “Как поссорился Иван Иванович с Иваном Никифоровичем”) описывает Островский и молодого купца Саву Титыча в “Сказании о том, как квартальный надзиратель пускался в пляс, или от великого до смешного только один шаг”. Описание это, по внешнему абрису гоголевское, заканчивается, однако, почти неожиданной апелляцией к Мольеру: «Так вот каков Сава Титыч, ни больше ни меньше, а посмотрите, как он горд: он считает себя представителем молодого купеческого поколения. И к несчастью, это почти правда: “*Bourgeois gentilhomme*” Мольера у нас современная пьеса. Только Мольеров мещанин перед нашими очень миниатюрнен; русский человек меры не знает» [4, с. 413]. Заглавие комедии Мольера, очевидно, для Островского здесь понятие

ключевое, отражающее процессы, происходящие в российском обществе, летописцем которого он себя мыслит, и вместе с тем встраивающее его письмо в совершенно определённую литературную традицию, камертоном которой выступают одновременно Мольер и Гоголь (см.: [25, с. 43–74]).

В рецензии на повесть г-жи Тур «Ошибка» Островский писал: «История русской литературы имеет две ветви, которые наконец слились: одна ветвь прививная и есть отпрыск иностранного, но хорошо укоренившегося семени; она идёт от Ломоносова через Сумарокова, Карамзина, Батюшкова, Жуковского и проч. до Пушкина, где начинает сходить с другою; другая — от Кантемира через комедии того же Сумарокова, Фонвизина, Капниста, Грибоедова до Гоголя; в нём совершенно слились обе; дуализм кончился. С одной стороны: похвальные оды, французские трагедии, подражания древним, чувствительность конца 18-го столетия, немецкий романтизм, неистовая юная словесность; а с другой: сатиры, комедии, комедии и комедии и «Мёртвые души». Россия как будто в одно и то же время в лице лучших своих писателей проживала период за периодом жизнь иностранных литератур и воспитывала свою до общечеловеческого значения» [5, т. 10, с. 9, 10].

Возможно, подобное ощущение себя на грани двух миров — мира литературы как творимой легенды и вместе с тем захлестывающего его и его героев *быта* и *бытия* [10, с. 215] («русский человек меры не знает») — и позволило Островскому в своём творчестве соединить почти несоединимое. Тенденцию эту он обозначил как конец русского дуализма и *воспитание русской литературы до общечеловеческого значения*, — воспитания, которому своей драматургией он всемерно способствовал².

ЛИТЕРАТУРА

1. Островский А.Н. Полн. собр. соч.: В 16 т. М.: Гослитиздат, 1949–1953. Т. XV.
2. Тургенев И.С. Полн. собр. соч. и писем: В 28 т. Т. 3. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1961.
3. Современник. 1856. Т. 55. № 2.
4. Островский А.Н. Полн. собр. соч. и писем: в 18 т. Т. 1. Кострома: Костромаиздат, 2018.
5. Островский А.Н. Полн. собр. соч.: В 12 т. М.: Искусство, 1974–1980.
6. Kouptsova O. Alexandre Ostrovski, bâtisseur d'un panthéon du théâtre européen sur la scène russe // La revue russe. De tout faire théâtre. Alexandre Ostrovski (1823–1886). Etudes réunies sous la direction d'H. Henry-Safier. 2021. N 56. P. 25–40.
7. А.Н. Островский в воспоминаниях современников. М.: Изд-во художественной литературы, 1966.
8. Русские писатели. 1800–1917. Биографический словарь. Т. 4. М.: Советская энциклопедия, 1989–2019.
9. Островский А.Н. Дополнение к «Записке о театральных школах» // Островский А.Н. Полн. собр. соч. М.: Искусство, 1979. Т. 10.
10. Журавлёва А.И. А.Н. Островский — комедиограф. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1981.
11. Андреев М.Л. Метасюжет в театре Островского. М.: РГГУ, 1995.
12. Ганцовская Н.С., Ковырнева Е.Н. Мода на французское в купеческой среде середины XIX века (на материале языка ранних пьес А.Н. Островского) // Щелыковские чтения 2005 «А.Н. Островский: личность, мыслитель, драматург, мастер слова» / Сб. статей. Федеральное агентство по культуре и кинематографии; ФГУК «Государственный мемориальный и природный музей-заповедник А.Н. Островского «Щелыково»; Межрегиональный научный центр по изучению и сохранению творческого наследия В.В. Розанова и П.А. Флоренского; Костромской государственной университет им. Н.А. Некрасова, 2006. С. 294–302.
13. Пушкин А.С. Полн. собр. соч.: В 16 т. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1937–1959. Т. 8, кн. 1: Романы и повести. Путешествия. 1948. С. 75–86.
14. Мишель Делон. Искусство жить либертена. Французская либертинская проза XVIII века (Кребийон-сын, Жан-Франсуа Бастид, Виван Денон, Оноре Мирабо, принц де Линь и др.) / Пер. с франц. Е. Дмитриева, Г. Шумилова. Под общей ред. Е. Дмитриевой. М.: Новое литературное обозрение, 2013.
15. Дмитриева Е.Е. Французский либертинаж и его русские отголоски // Мишель Делон. Искусство жить либертена. Французская либертинская проза XVIII века (Кребийон-сын, Жан-Франсуа Бастид, Виван Денон, Оноре Мирабо, принц де Линь и др.) / Пер. с франц. Е. Дмитриева, Г. Шумилова. Под общей ред. Е. Дмитриевой. М.: Новое литературное обозрение, 2013. С. 833–860.
16. Гречаная Е.П. Когда Россия говорила по-французски. М.: ИМЛИ РАН, 2010.
17. Лотман Ю.М., Успенский Б.А. Споры о языке в начале XIX в. как факт русской культуры // Труды по русской и славянской филологии. XXIV. Литературоведение. Тарту, 1975. С. 168–254.
18. Розенцвейг В.Ю. Русско-французское литературное двуязычие XVIII — середины XIX века // Русская литература на французском языке XVIII–XIX веков. La littérature russe d'expression française. XVIIIe — XIXe siècles. Wiener slawistischer Almanach. Sonderband 36. Wien, 1994.
19. Дмитриева Е.Е. О некоторых вопросах билингвизма пушкинского письма и пушкинского эпистолярия // Мультилингвизм и генезис текста. М.: ИМЛИ РАН, 2010. С. 62–82.
20. Вяземский П.А. Записные книжки (1813–1848). М.: АН СССР, 1963.
21. Гоголь Н.В. Полн. собр. соч.: В 14 т. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1937–1952.

² См. также [26–28].

22. *Муравьёва О.С.* Расцвет и разрушение светских литературных салонов “Золотого века” // Литературный факт. 2022. № 4 (26). С. 140–182.
23. *Вяземский П.А.* Стихотворения. Л.: Советский писатель, 1986.
24. *Кривонос В.Ш.* Гоголь Николай Васильевич // А.Н. Островский. Энциклопедия / Гл. ред. и сост. И.А. Овчинина. Кострома: Костромаиздат; Шуя: Изд-во ФГБОУ ВПО “ШГПУ”, 2012. С. 108–110.
25. *Штейн А.Л.* Островский и мировая драматургия // Литературное наследство. 1974. Т. 88. № 1. С. 43–74.
26. *Таганов А.Н.* Переводы-переделки французских пьес в творчестве А.Н. Островского // Филологические науки. Вопросы теории и практики. Т. 14. № 11. С. 3288–3292.
27. *Миловзорова М.А.* “Французская интрига” в русских пьесах А.Н. Островского // Известия высших учебных заведений. Серия: Гуманитарные науки. 2017. Т. 8. № 3. С. 214–219.
28. *Кашитанова И.И.* Французский язык в пьесах А.Н. Островского. Типологии речевых культур // Франкофония: междисциплинарные аспекты. Сборник. Под ред. Т.Ю. Загрязкиной. М.: Изд-во Московского университета, 2016. С. 123–137.

ОСОБЕННОСТИ ПЕРСИСТЕНЦИИ ИНДИГЕННЫХ ШТАММОВ БИФИДОБАКТЕРИЙ КИШЕЧНИКА ЧЕЛОВЕКА

© 2023 г. О. В. Бухарин^{а,*}, Е. В. Иванова^{а,**}

^аИнститут клеточного и внутриклеточного симбиоза УрО РАН, Оренбург, Россия

*E-mail: ofrc@list.ru

**E-mail: walerewna13@gmail.com

Поступила в редакцию 03.05.2023 г.

После доработки 10.05.2023 г.

Принята к публикации 20.05.2023 г.

В представленном обзоре авторы обращают внимание на индигенную бифидофлору, которая не всегда используется при отборе природных бифидобактерий для пополнения микрофлоры кишечника человека эффективными штаммами. В то же время использование индигенной бифидофлоры фактически расширяет возможности получения новых штаммов, пригодных для пробиотических целей. Природа разумно организовала постоянное совершенствование нормальной микрофлоры кишечника человека, нашего главного помощника, продлевая тем самым нашу жизнь. Найти замену этому процессу довольно сложно, но вполне осуществимо.

Ключевые слова: индигенные бифидобактерии, персистенция, пробиотики, лизоцим.

DOI: 10.31857/S0869587323060051, **EDN:** GYOJNI

Человечество живёт в огромном мире разнообразных микроорганизмов, как полезных для нас, так и патогенных, бросающих вызовы в виде эпидемий и даже пандемий (пример тому — грипп). В Оренбургском НИИ клеточного и внутриклеточного симбиоза УрО РАН постоянно идёт работа над решением вопроса: где взять такие микробы, которые будут нашими помощниками, то есть где найти такие пробиотики, которые защи-

тят наш организм от чуждых штаммов? Ещё И.И. Мечников выделял такие микробы из кишечника человека и знал об их защитных качествах. Но сегодня уже не XIX в., и мы располагаем знаниями наших предшественников, полученными в ходе большой и кропотливой работы.

Наладив “дружбу” с микробным миром, мы поняли: нас интересует всё, что относится к нашим “сожителям”. С подачи Мечникова мы занялись обитающими в кишечнике человека бифидобактериями. Известно, что они выступают одними из немногих симбионтов человека, не обладающих патогенными свойствами [1] вне зависимости от состояния иммунитета хозяина. Их можно по праву отнести к индигенной (своей) микробиоте, уже получившей “образование” в организме человека. *Индигенная микрофлора* — бифидобактерии — постоянно присутствует в кишечнике человека, помогает нам и защищает нас, по сути — это залог нашего здоровья. Индигенность микроорганизмов тесно связана с их длительным выживанием в организме хозяина — *персистенцией*. Это широко распространённое явление в инфектологии, следствие паразит-хозяинных отношений [2, 3]. Персистенция привлекает внимание исследователей как своей малой изученностью, так и теми новыми подходами, которые открываются благодаря этому явлению в инфекто-



БУХАРИН Олег Валерьевич — академик РАН, научный руководитель ИКВС УрО РАН. ИВАНОВА Елена Валерьевна — доктор медицинских наук, заведующая лабораторией инфекционной симбиологии ИКВС УрО РАН.

логии¹. В обзоре рассматриваются особенности физиологии индигенных штаммов бифидобактерий кишечника человека с выявлением большого количества неизученных вопросов персистенции.

Сегодня понимание основ персистенции бифидобактерий, её механизмов и участие в формировании роли этих штаммов в организме хозяина остаются малоизученными. Мы провели анализ обширного экспериментально-клинического материала и современных опубликованных данных по факторам и механизмам персистенции прокариот на примере индигенных штаммов бифидобактерий кишечника человека.

Персистенция микроорганизмов — результат взаимной адаптации прокариот и хозяина. Как бактерии, так и хозяин обладают удивительной пластичностью, служащей основой их сложных взаимоотношений в процессе эволюции. Именно это свойство микробных клеток в отношении стрессовых воздействий среды позволило им выработать различные механизмы выживания в конкретном специфическом биотопе, а также механизмы общего характера [6]. Покой бактерий — универсальная форма их адаптации к меняющимся условиям среды, когда происходит реверсия микробной клетки с сохранением её биологического потенциала [7], направленная на сохранение и выживание собственной популяции. Покой прокариот также может рассматриваться как проявление персистенции.

В качестве одного из важных механизмов взаимной адаптации симбионтов можно рассматривать универсальный принцип саморегуляции с формированием обратных связей со стороны прокариотических клеток, где варьирующий признак микроорганизмов — способность к персистенции, а в случае хозяина — иммунокомпетентность. Именно эти характеристики симбионтов становятся решающими на этапе их взаимной адаптации в конкретной экологической нише хозяина [2, 8].

На протяжении последних десятилетий изучение персистенции прокариот в рамках системы “паразит—хозяин” позволило определить ключевую функцию пептидогликана бактерий [2, 9], представить оригинальную классификацию механизмов персистенции и выявить новые микробные секретлируемые факторы инактивации защиты хозяина (антилизозимная, антилактоферриновая, антикомплементарная, антикардиозная активность), а также факторы их регуляции различной природы [9, 10]. Установлено, что персистентные свойства оказались универсаль-

ными как для патогенов, так и для представителей индигенной микробиоты хозяина [2, 9]. Бифидобактерии как индигенные симбионты человека обладают широким спектром секретлируемых факторов персистенции [11, 12]. Эти особенности установлены и у таких представителей нашей микробиоты, как лактобактерии, энтерококки, кишечные палочки, коринебактерии и др. [9, 13].

Отличительной особенностью персистентного потенциала бифидобактерий служит наличие умеренных значений признаков по сравнению с высокоперсистентными патогенами [14, 15]. Вероятно, для индигенной микробиоты персистентные свойства обеспечивают прежде всего *защиту микробной клетки* в условиях толстого кишечника, где факторы врождённого иммунитета хозяина постоянно воздействуют на микроорганизмы. Поэтому при описании персистентного потенциала индигенной микробиоты корректнее характеризовать секреторные факторы не как “антифакторы”, а, скорее, как признаки, определяющие их резистентность (устойчивость) к антимикробным белкам хозяина.

Известно, что белковые компоненты врождённого иммунитета, включая лактоферрин, лизоцим, β -дефенсины, иммуноглобулины и цитокины, могут оказывать прямое или опосредованное воздействие на микроорганизмы [12, 16]. В антибактериальную активность вовлечены как ферментативные, так и катионные свойства лизоцима типа С [17]. Деградация и лизис бактерий лизоцимом — природным антисептиком — усиливают высвобождение бактериальных продуктов, включая пептидогликан, что активирует рецепторы распознавания образов в иммунокомпетентных клетках организма человека. Как это ни парадоксально, лизоцим также важен на этапе подавления процесса воспаления на участках слизистой оболочки [18]. Антимикробная активность лактоферрина в отношении бифидобактерий отмечается при ограниченном содержании железа в среде. Восстановленные β -дефенсины с сульфидрильными группами проявляют выраженную антимикробную активность в отношении бифидобактерий [19]. Показано, что многие протективные белки организма человека, имея различные происхождение и структуру, обладают рядом сходных лигандов и механизмов фиксации, что обеспечивает синергетический (усиливающийся) антимикробный эффект [16].

Микроорганизмы через секретлируемые факторы инактивируют антимикробные белки в своём микроокружении и ускользают от действия протективных белков, создавая оптимальные условия для заселения ниши хозяина. Однако персистентный потенциал индигенных бифидобактерий не способствует формированию локальной недостаточности факторов врождённого имму-

¹ Приведённые выше термины пришли из латыни: *indigena*, *aef* — коренной, природный, местный [4]; *persistentia*, *aef* — сохранение предыдущего состояния, упорство, постоянство [5]; *persistere* — быть настойчивым, упорным [5].

нитета хозяина, сохраняя физиологическое состояние кишечного биотопа [20]. Об этом свидетельствуют результаты исследования в системе “лизосим—лизосимрезистентность”, позволившие провести корреляционный анализ экспрессии персистентных характеристик бифидобактерий и соответствующих факторов местного иммунитета кишечника человека [12]. Таким образом, персистентные индигенные штаммы бифидофлоры имеют секретируемые факторы, способствующие преодолению природного барьера слизистых организма и не нарушающие его гомеостаза в микросимбиозе.

Для индигенных бифидобактерий показан ряд механизмов преодоления противомикробной активности катионных пептидов хозяина, что впоследствии используется для их собственного роста и размножения. Углеводные цепи, связанные с лактоферрином, могут служить источником углерода для бифидобактерий [19]. Биоактивные пептиды грудного молока (α -лактальбумин, лактоферрин, IgA, остеокальцин, лизоцим) обладают бифидогенным эффектом [12]. Всё сказанное позволяет прийти к выводу, что индигенная микробиота кишечника формировалась вследствие взаимной адаптации организма хозяина и бактерий, в результате чего микробные клетки, используя антимикробные белки хозяина в качестве *питательного субстрата*, приобрели важное *селективное преимущество* в занимаемом биотопе.

Не менее важен в адаптации симбионтов тот факт, что индигенная микробиота, её компоненты и метаболиты, взаимодействуя с образующими рецепторами и антимикробными молекулами, играют *регуляторную роль* в осуществлении физиологических процессов в организме, в поддержании баланса цитокинов и микробицидных веществ [12]. Такое сложное и сбалансированное взаимодействие между микробиотой и иммунитетом, направленное на поддержание целостности кишечного барьера в условиях постоянно изменяющихся факторов окружающей среды [21], обеспечивает поддержание гомеостаза кишечника и персистенцию индигенных штаммов бифидофлоры.

Таким образом, феномен персистенции индигенных микроорганизмов следует рассматривать как частный случай сформированного в процессе эволюции адаптивного потенциала прокариот в организме человека, не имеющего патогенетической основы и направленного исключительно на защиту микробной клетки от протективных факторов хозяина. Наличие секретируемых начал у штаммов может обеспечивать селективное преимущество индигенной популяции бифидобактерий в толстом кишечнике, а также определять их регуляторную роль в поддержании баланса цитокинов и микробицидных веществ слизистых.

Персистентный потенциал — совокупность факторов колонизации микроорганизмов в условиях адаптации их к хозяину. Толстый кишечник человека как экологическая ниша обеспечивает идеальную среду обитания для различных микроорганизмов. Индигенные представители кишечного микросимбиоза, участвуя в метаболических, защитных и структурных процессах организма человека, сохраняются в течение всей жизни и поддерживают его здоровье [22]. Колонизация видами бифидобактерий различных экологических ниш подтверждает идею об антропогенном влиянии, которое могло способствовать горизонтальной передаче штаммов между хозяевами. Так, определённые виды (например, *B. asteroides*, *B. bohemicum*, *B. bombi* и *B. indicum*), которые ранее считались высокоспециализированными колонизаторами кишечника насекомых, широко распространены среди различных млекопитающих [23]. Однако для бифидобактерий характерна преимущественно вертикальная передача, которая происходит между матерью и новорождённым во время родов и при последующем грудном вскармливании. Установлено, что идентичные штаммы присутствуют в кишечной микробиоте и матери, и ребёнка, а на их распространённость и обилие влияют как способ родоразрешения и тип вскармливания, так и воздействие антибиотиков. Наиболее часто вертикальной передаче от матери к ребёнку подвергаются *B. brevis*, *B. longum* subsp. *longum*, *B. bifidum* [1, 23]. Это удивительное явление наблюдается не только у людей, но и у других видов млекопитающих.

Вопрос соотношения факторов колонизации и персистенции микроорганизмов может иметь значение на этапе определения эволюционно-экологической особенности индигенности прокариот в микросимбиозе хозяина. Это также позволяет выявить некоторые адаптивные черты индигенных штаммов, обеспечивающие их колонизацию и длительное выживание в условиях толстого кишечника человека. Данная тема недостаточно исследована, многогранна, и к ней можно применять разные подходы.

Сегодня, чтобы определить индигенность бактерий, нужно выявить ряд генофенотипических особенностей микробных клеток, связанных со структурными компонентами их клеточной поверхности и процессами анаэробной ферментации субстратов. Это и было сделано на примере анализа индигенных штаммов *Lactobacillus ruminis*, что позволило установить детерминанты, которые обеспечивают их коренную сущность в кишечнике человека и животных [22]. Штаммы бифидобактерий в процессе эволюции претерпели специфическую генетическую и метаболическую адаптацию, чтобы облегчить приспособление и колонизацию кишечника хозяина [1, 23]. Так, геномы бифидобактерий кодируют разные типы

пилей², известные как сортаза-зависимые пили и пили типа IVb, Tad, которые имеют первостепенное значение при колонизации кишечника и способны модулировать незрелую иммунную систему новорождённого [23, 24]. Кроме того, установлена роль индигенных бифидобактерий в ферментации гликановых ресурсов кишечника через выстраивание трофических связей между микросимбионтами, сопряжённая с продукцией биологически активных веществ (жирные кислоты, γ -аминомасляная кислота, биотин, витамины группы B, K, спермидин, триптофан, тирозин и др.) [12, 25].

Успешной колонизации кишечного биотопа человека индигенными штаммами способствует также комплекс их персистентных характеристик. С помощью факторного анализа комплекса биологических свойств более 200 индигенных штаммов бифидобактерий от здорового контингента выявлено два стабильных параметра этих микросимбионтов, определяющих высокий уровень содержания жизнеспособных клеток в кишечнике, — лизоцимрезистентность (ЛР) и биоплёнокообразование (БПО) (табл. 1, значения нагрузок больше 0.8 по фактору 1, 44.5% общей дисперсии). Для уточнения полученных данных применялся метод статистической обработки, выявивший системообразующий фактор [25], что позволило подтвердить информативность данных признаков и использовать их при отборе индигенных штаммов бифидобактерий.

Среди персистентных характеристик бифидобактерий, значимых по фактору 2, установлена способность штаммов влиять на уровень ключевых медиаторов Th1- (TNF α и IFN γ) и Th2-иммунного ответа хозяина (IL-10). Выявленная активность бифидобактерий может быть связана с наличием у них таких белков, как ингибитор сериновой протеазы серпин, а также внеклеточных макромолекул — экзополисахаридов (EPS) [12]. Среди детерминант серин-треониновых протеинкиназ выявлен ген цитокинового рецептора FN3, специфически связывающего фактор некроза опухоли (ФНО) α . Всё это позволяет предположить, что индигенные штаммы, колонизируя слизистые оболочки кишечника, через секреторные факторы персистенции регулируют уровень медиаторов, влияя на дифференцировку клеток и направленность реакций иммунитета.

Выявление лизоцимрезистентности и биоплёнокообразования позволяет сделать вывод об их вкладе в обеспечение процессов *закрепления и длительного выживания* индигенных штаммов в организме в результате эволюции проکاریот совместно с иммунной системой хозяина.

² Пили — нитевидные белковые структуры, расположенные на поверхности клеток многих бактерий.

Жизнь адаптированного микроорганизма в организме хозяина — серия шагов клеточной активации в ответ на комплекс окружающих условий биотопа хозяина. Персистенция проکاریот лежит в основе формирования симбиотических взаимодействий бактерий с хозяином, где основной биомишенью иммунитета служит клеточная стенка — её *пептидогликан* (ПГ) [2, 9]. Не исключено, что тезис о бактериальном пептидогликане как иммунологической мишени может быть подкреплён его чувствительностью ко многим факторам защиты хозяина, в отношении которых другие бактериальные компоненты проявляют высокую резистентность. С учётом этого становится понятна основная роль пептидогликана в понимании центрального вопроса инфекционной иммунологии — распознавания “своего” и “чужого” [2, 25], а следовательно, и участия в феномене микробной персистенции. Таким образом, любые адаптационные процессы микроба, направленные на защиту (или изоляцию) пептидогликановой структуры клеточной стенки, по-видимому, можно рассматривать в качестве механизмов персистенции.

Для бифидобактерий характерна выраженная устойчивость к универсальному антимикробному белку хозяина — лизоциму, известная как *лизоцимрезистентность* [26]. Её ключевая роль в сохранении популяции бифидобактерий в кишечнике человека позволила нам более подробно остановиться на изучении процессов взаимодействия проکاریот и лизоцима. Учитывая способность бифидобактерий проявлять устойчивость к бактерицидному действию белка в концентрациях, в 20–25 раз превышающих его физиологический уровень в кишечнике [27], можно предположить, что лизоцимрезистентность для бифидобактерий — *основная стратегия их персистенции*. Подтверждением этому служит тот факт, что высокая устойчивость к лизоциму у бифидобактерий как в кишечнике, так и в материнском молоке выступает фактором отбора индигенных для человека видов *Bifidobacterium* spp. Напротив, не относящиеся к таковым штаммы (human-residential bifidobacteria) чувствительны к литическому действию лизоцима [27], что может свидетельствовать о селективном влиянии антимикробного белка на процессы колонизации и выживания проکاریот в кишечнике хозяина. Однако механизмы или процессы, участвующие в формировании и регуляции устойчивости бифидобактерий к лизоциму, недостаточно изучены.

Среди известных сегодня механизмов лизоцимрезистентности проکاریот можно выделить два основных процесса, реализуемых через *нейтрализацию мурамидаз с помощью ингибиторов лизоцима* (секреторные и сорбционные факторы), а также через *модификацию пептидогликана* микроорганизмов, поскольку этот биополимер высту-

Таблица 1. Факторная нагрузка биологических признаков индигенных штаммов бифидобактерий толстого кишечника человека

Биологический параметр штаммов	Фактор 1 (44.5% общей дисперсии)	Фактор 2 (24.7% общей дисперсии)	Фактор 3 (11.7% общей дисперсии)	Фактор 4 (19.1% общей дисперсии)
ЛР	0.914129	0.063617	0.082075	0.029637
БПО	0.865975	0.063564	0.091068	–0.084630
АА	0.779277	–0.071679	–0.094985	0.109659
УК	0.734464	–0.035133	–0.242782	0.121949
AIgA	0.611673	–0.000551	0.007377	0.245118
ПЦ ФНО α	0.440550	0.333862	–0.085242	0.089914
АЛФА	0.363192	–0.059483	0.287917	–0.000440
ПЦ ИЛ-17	0.180594	0.037218	0.075754	0.128385
ПК	0.172401	0.088339	–0.257906	0.693880
МК	0.121607	–0.050960	–0.067217	0.690104
изоКК	0.118812	–0.130645	–0.157501	0.148003
АПА ИЛ-17	0.100890	0.257735	0.106234	–0.074004
АПА ИЛ-1Ra	0.050419	–0.065830	–0.099429	0.148489
АПА ИНФ-γ	0.034010	0.797927	0.008107	0.142177
АПА ИЛ-10	0.018538	0.840131	–0.065623	0.031689
АПА ИЛ-6	0.016045	0.551067	–0.020170	–0.106414
ПЦ ИЛ-1Ra	0.011463	0.113173	0.007635	–0.017154
ВК	–0.011166	0.189828	–0.773116	–0.008328
ПЦ ИЛ-6	–0.040552	0.086985	0.229670	0.769763
изоМК	–0.102351	–0.009125	–0.546565	0.088066
АПА ФНОα	–0.107663	0.712618	0.024176	–0.052118
ПЦ ИНФ- γ	–0.163375	0.140905	–0.072830	–0.063293
КК	–0.191348	–0.109181	–0.801704	–0.018657
ПЦ ИЛ-10	–0.341917	0.354778	0.058292	–0.012347

Примечание: уровень уксусной (УК), пропионовой (ПК), масляной (МК), изомасляной (изоМК), валериановой (ВК), капроновой (КК) и изокапроновой (изоКК) кислот, продуцируемых штаммами; биоплёнообразование (БПО), лизоцимрезистентность (ЛР), антилактоферриновая (АЛФА), антииммуноглобулиновая (AIgA) активность, антипептидная активность (АПА) в отношении ФНО α , ИНФ- γ , ИЛ-6, ИЛ-17, ИЛ-10, ИЛ-1Ra; антагонистическая активность (АА) и уровень иммунорегуляторной активности – способность штаммов влиять на продукцию (ПЦ) лимфоцитами ФНО α , ИНФ- γ , ИЛ-6, ИЛ-17, ИЛ-10, ИЛ-1Ra.

пает мощным раздражителем иммунной системы [2, 9]. Специфические ингибиторы лизоцима, такие как белки семейства Iyu и Pli/Mli, выявлены у грамотрицательных бактерий (*Escherichia* spp., *Klebsiella* spp., *Salmonella* spp., *Pseudomonas* spp.), что соотносится с их выраженной антилизосомной активностью [25]. Энтеротоксин типа С грамотрицательных бактерий также обладает способностью ингибировать лизоцим как неспецифиче-

ский фактор [2]. Среди грамположительных микроорганизмов (*Clostridium difficile*, *Bacillus subtilis*, *Enterococcus faecalis*) отмечается наличие бактериальных рецепторов – большое и разнообразное семейство σ -факторов, в отсутствие которых штаммы становятся более чувствительными к лизоциму и ряду антимикробных факторов хозяина [28].

Анализ известных геномов бифидобактерий показал, что данные микроорганизмы не являются носителями специфических ингибиторов лизоцима. Выявление секретируемых начал у бифидобактерий позволило установить, что их лизоцимрезистентность, в отличие от комменсальных и патогенных микроорганизмов, — *неспецифический признак*, который может быть связан с их метаболизмом и продукцией ацетата [29].

Метаболическая активность бифидобактерий, обеспечивающая только незначительное снижение лизоцима в микроокружении, создаёт основу для процесса модификации пептидогликана — *О-ацетилирования*. В геномах бифидобактерий выявляются два варианта генов О-ацетилтрансфераз N-ацетилмурамовой кислоты. Данные детерминанты имеются среди всех индигенных видов бифидобактерий кишечника человека, присутствуют в геноме всех секвенированных нами штаммов и способны обеспечивать резистентность к его ферментативному действию. Использование такого механизма выживания в кишечной среде обуславливает преимущество бифидобактерий по сравнению с рядом прокариот, для которых характерны процессы де-N-ацетилирования пептидогликана [29].

Наряду с модификацией пептидогликана прокариот одним из важных механизмов персистенции индигенных штаммов кишечника человека можно рассматривать процесс “экранирования” *пептидогликана*, который представляет собой механическую защиту пептидогликана при помощи структурных элементов, позволяющую бактериям создать “камуфляж” пептидогликанового полимера. Особенностью грамположительных микроорганизмов выступает их способность при контакте с сывороткой крови и иммуноглобулином человека образовывать дополнительный капсулоподобный (иммуноглобулиновый) покров [2, 9].

Среди поверхностных структур бифидобактерий стоит выделить гликаны, участвующие во взаимодействии с подобными структурами секреторного компонента (SC) иммуноглобулина А [30]. Традиционно секреторный иммуноглобулин А (sIgA) рассматривается как невоспалительный фактор, обладающий нейтрализующим эффектом на патогены и их компоненты. Вместе с тем взаимодействие между sIgA и индигенной бифидофлорой характеризуется низкой аффинностью в отличие от патогенов. Клетки бифидобактерий, покрытые sIgA, контактируют с поверхностью эпителия, способствуя укреплению кишечного барьера и снижению провоспалительных реакций. Показано, что связь между кишечными микроорганизмами и sIgA двусторонняя. Так, микробиота может модулировать распределение sIgA в кишечнике [30, 31].

Всё перечисленное открывает перспективу в исследовании новых механизмов персистенции индигенной бифидофлоры. Если учесть, что сейчас активно изучаются различные механизмы защиты пептидогликана у бактерий, то приходится лишь сожалеть о том, сколько ещё природоподобных технологий не создано, в то время как инфекционная симбиология выступает основой для решения подобных вопросов. В своей работе мы провели скрининг тест-культур как индигенной, так и неиндигенной и патогенной флоры человека (*Shigella zonnei* 1776, *Shigella flexneri* 337, *Klebsiella pneumoniae* ICIS-278, *Escherichia coli* 157, *Staphylococcus aureus* 209, *Proteus mirabilis* 50/10) с помощью реакции агглютинации с использованием пула иммуноглобулинов человека для оценки их иммунологической активности. Этот эксперимент позволил не только охарактеризовать иммунологическую активность различных микроорганизмов, но и сравнить результаты с методом определения чужеродности данных культур [32]. Установлено, что иммунологическая активность бифидобактерий невыраженная; это может говорить о низкой аффинности иммуноглобулинов к пептидогликану этих представителей нормобиоты, в отличие от патогенных тест-культур, что подтверждается опубликованными данными [30].

Таким образом, основной стратегией персистенции индигенной бифидофлоры служит *устойчивость к действию лизоцима хозяина*, реализуемая через модификацию пептидогликана — *О-ацетилирование пептидогликана* (широкая распространённость детерминант О-ацетилтрансфераз у бифидобактерий), и *способность неспецифически ингибировать уровень лизоцима* в среде. Кроме того, формирование комплексов бифидобактерий с иммуноглобулинами может также иметь решающее значение для персистенции индигенной микробиоты в кишечнике человека. Выявление особенностей персистирования микроорганизмов позволило дать ответ на вопрос: как отличить “свои” микроорганизмы от “чужих”? Это весьма сложно ввиду недостатка знаний о деталях этого процесса. Возможно, дальнейшее исследование поверхностных структур и секретируемых факторов микроорганизмов поможет расширить и пополнить новыми компонентами персистенцию представителей индигенной флоры.

Стратегия выживания индигенных микроорганизмов строится на способности прокариот к регуляции физиологических путей жизнедеятельности клеток хозяина. В работах, посвящённых изучению индигенной бифидофлоры кишечника человека, показано, что бифидобактерии — ключевое звено микробиоты в регуляции кишечного гомеостаза, основанное на формировании функциональных групп штаммов:

- первая, регулирующая баланс микробицидных белков и цитокинов;
- вторая, осуществляющая дискриминацию патогенов;
- третья, участвующая в поддержании барьерной функции энтероцитов в толстом кишечнике [33].

Сложилось представление о роли бифидофлоры в формировании иммунного гомеостаза кишечного биотопа, где первичная дискриминация чужеродного материала бифидофлорой — инициальный этап последующего иммунологического сигналинга [34].

Рассмотрение вопроса персистенции индигенных культур бифидобактерий позволило установить роль ацетата в дискриминации неиндигенной грамположительной микробиоты по механизмам лизоцимрезистентности. Это новое понимание физиологических эффектов прокарриот в организме, понимание протективной роли бифидофлоры в организме хозяина. Однако вопрос о возможных путях взаимодействия бифидобактерий с неиндигенными бактериями в зависимости от механизмов их персистенции пока не изучался.

Определена роль ацетата в персистенции индигенных бифидобактерий в кишечном биотопе через лизоцимрезистентность в модельных условиях ацетилирования—деацетилирования пептидогликана. Проведённый эксперимент показал способность нейтральной соли ацетата в физиологических концентрациях, создаваемых бифидобактериями, снижать устойчивость к лизоциму бактерий с механизмом деацетилирования пептидогликана — листерий (на примере штамма *Listeria monocytogenes* ICIS-280) [29]. Присутствие ацетата в среде смещает равновесие обратимой реакции деацетилирования, катализируемой де-N-ацетилазой неиндигенной микробиоты, в сторону немодифицированного пептидогликана бактерий [29]. Это значит, что пептидогликан остаётся чувствительным к действию лизоцима, возвращаясь к элиминации прокарриот из кишечного биотопа. Выделяемый бифидобактериями в процессе катаболизма ацетат влияет на персистентный потенциал неиндигенных микроорганизмов, выполняя, по сути, функцию регулятора лизоцимрезистентности в биотопе.

Полученные нами данные представляют особый интерес с точки зрения изучения участия персистенции в формировании роли индигенных штаммов в организме хозяина. С одной стороны, образование ацетата бифидобактериями — это их метаболическая активность; с другой — ацетат в пристеночной области кишечника в создаваемых концентрациях способен опосредованно выступать элементом неспецифического антагонизма через инактивацию одного из ключевых факто-

ров персистенции — устойчивости к лизоциму у неиндигенной микробиоты. Очевидно, ацетат — ключевой регулятор персистенции кишечных микросимбионтов через механизм лизоцимрезистентности, участвующий как в дискриминации неиндигенных грамположительных микроорганизмов (листерий) путём блокирования де-N-ацетилирования их пептидогликана, так и в сохранении индигенной грамположительной микробиоты с О-ацетилированием пептидогликана.

Человечество постоянно сталкивается с представителями микробного мира. Когда они нам вредят, вызывая болезни, мы вынуждены защищаться, но в ряде ситуаций нам требуется их содействие. Расширив рамки познания наших помощников — кишечной микробиоты, мы поняли, как грамотно Природа позаботилась о человеке, дав ему свои собственные, индигенные бактерии, которые помогают поддерживать гомеостаз. Именно поэтому здоровый кишечник — показатель здоровья всего организма. Конечно, это открытие не прошло мимо научного сообщества, и микроорганизмы стали использоваться для улучшения работы кишечника.

Занимаясь систематическим изучением симбиотических микроорганизмов кишечника, мы обратили внимание на то обстоятельство, что их персистенция остаётся в тени. Это побудило нас к исследованиям в данном направлении, а также к выявлению природы взаимоотношений бифидобактерий. В то же время понятно, что, длительно пребывая в кишечнике, бактерии персистируют и играют важную роль в работе пищеварительного тракта.

Нам открыт доступ к кладовой полезных микроорганизмов, которые могут укрепить нашу микробиоту. Изучение персистенции индигенных бифидобактерий позволило отбирать штаммы, которые будут включены в состав пробиотических препаратов (регистрационная заявка на патент № 2023109383), разработать способ биосовместимости (патент РФ № 2676910) перспективных штаммов (патенты РФ № 2670054, 2704423, 2726653) для пробиотических целей, которые зарегистрированы в отечественной и международной коллекциях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Li B., Chen D., Lin F. et al. Genomic Island-Mediated Horizontal Transfer of the Erythromycin Resistance Gene *erm*(X) among Bifidobacteria // Appl. Environ. Microbiol. 2022. V. 88 (10). e0041022.
2. Бухарин О.В. Персистенция патогенных бактерий. М.: Медицина, 1999.

3. Бухарин О.В. Персистенция бактериальных патогенов как физиологический феномен // Вестник Московского университета. Серия 16. Биология. 2008. № 1. С. 6–13.
4. Дворецкий И.Х. Латинско-русский словарь. М.: Русский язык, 1986.
5. Арnaudов Г.Д. Медицинская терминология (на пяти языках). София: Медицина и физкультура, 1979.
6. Бухарин О.В., Гинцбург А.Л., Романова Ю.М., Эль-Регистан Г.И. Механизмы выживания бактерий. М.: Медицина, 2005.
7. Эль-Регистан Г.И., Николаев Ю.А., Мулюкин А.Л. и др. Явление персистенции – формы и механизмы выживаемости популяций // Медицинский алфавит. Эпидемиология и гигиена. 2014. № 2. С. 49–54.
8. Бухарин О.В., Перунова Н.Б. Симбиотические взаимоотношения человека и микроорганизмов // Физиология человека. 2012. № 1. С. 128–138.
9. Бухарин О.В., Вальшев А.В., Гильмутдинова Ф.Г. и др. Экология микроорганизмов человека / Отв. ред. О.В. Бухарин. Екатеринбург: УрО РАН, 2006.
10. Карташова О.Л., Уткина Т.М. Регуляция персистентных свойств микроорганизмов факторами различной природы // БОНЦ УрО РАН. 2013. № 1. С. 1–11.
11. Вальшев А.В., Иванова Е.В., Перунова Н.Б. и др. Видовая характеристика и факторы персистенции бифидофлоры кишечника в норме и при дисбиозах // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. 2009. № 2. С. 89–93.
12. Бухарин О.В., Перунова Н.Б., Иванова Е.В. Бифидофлора при ассоциативном симбиозе человека. Екатеринбург: УрО РАН, 2014.
13. Бухарин О.В., Лобакова Е.С., Немцева Н.В., Черкасов С.В. Ассоциативный симбиоз. Екатеринбург: УрО РАН, 2007.
14. Чайникова И.Н., Смолягин А.И., Скачков М.В. и др. Местный иммунитет и микрофлора кишечника при сальмонеллёзном бактерионосительстве и подходы к его санации // Медицинская иммунология. 2008. № 1. С. 35–42.
15. Бухарин О.В., Бондаренко В.М., Малеев В.В. Шигеллы и шигеллёзы / Под ред. А.А. Воробьёва. Екатеринбург: УрО РАН, 2003.
16. Кокряков В.Н. Очерки о врождённом иммунитете. СПб.: Наука, 2006.
17. Zhang X., Jiang A., Yu H. et al. Human Lysozyme Synergistically Enhances Bactericidal Dynamics and Lowers the Resistant Mutant Prevention Concentration for Metronidazole to *Helicobacter pylori* by Increasing Cell Permeability // Molecules. 2016. V. 21 (11). 1435.
18. Ragland S.A., Criss A.K. From bacterial killing to immune modulation: Recent insights into the functions of lysozyme // PLoS Pathog. 2017. V. 13 (9). e1006512.
19. Oda H., Wakabayashi H., Yamauchi K., Abe F. Lactoferrin and bifidobacteria // Biometals. 2014. V. 27 (5). P. 915–922.
20. Иванова Е.В. Бифидобактерии и система “лактоферрин – антилактоферриновая активность” при зубиозе и дисбиозе толстого кишечника человека // Российский иммунологический журнал. 2015. № 2. С. 693–695.
21. Wells J.M., Brummer R.J., Derrien M. et al. Homeostasis of the Gut Barrier and Potential Biomarkers // Am. J. Physiol. Gastrointest. Liver Physiol. 2017. V. 312. P. 171–193.
22. Kant R., Palva A., von Ossowski I. An *in silico* pan-genomic probe for the molecular traits behind *Lactobacillus ruminis* gut autochthony // PLoS ONE. 2017. V. 12 (4). e0175541.
23. Rodriguez C.I., Martiny J.B.H. Evolutionary relationships among bifidobacteria and their hosts and environments // BMC Genomics. 2020. V. 21 (1). 26.
24. Milani C., Mangifesta M., Mancabelli L. et al. The Sortase-Dependent Fimbriome of the Genus *Bifidobacterium*: Extracellular Structures with Potential to Modulate Microbe-Host Dialogue // Appl. Environ. Microbiol. 2017. V. 83 (19). e01295-17.
25. Бухарин О.В., Перунова Н.Б. Микросимбиоз. Екатеринбург: УрО РАН, 2014.
26. Sakurai T., Hashikura N., Minami J. et al. Tolerance mechanisms of human-residential bifidobacteria against lysozyme // Anaerobe. 2017. V. 47. P. 104–110.
27. Minami J., Odamaki T., Hashikura N. et al. Lysozyme in breast milk is a selection factor for bifidobacterial colonisation in the infant intestine // Benef. Microbes. 2016. V. 7 (1). P. 53–60.
28. Kaus G.M., Snyder L.F., Müh U. et al. Lysozyme Resistance in *Clostridioides difficile* Is Dependent on Two Peptidoglycan Deacetylases // J. Bacteriol. 2020. V. 202 (22). e00421-20.
29. Бухарин О.В., Андриященко С.В., Перунова Н.Б., Иванова Е.В. Механизм персистенции индигенных бифидобактерий под действием ацетата в кишечном биотопе человека // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. 2021. № 3. С. 276–282.
30. Li Y., Jin L., Chen T. et al. The Effects of Secretory IgA in the Mucosal Immune System // Biomed. Res. Int. 2020. V. 2020. 2032057.
31. Бухарин О.В., Андриященко С.В., Перунова Н.Б., Иванова Е.В. Экологическая детерминация индигенных бифидобактерий кишечника человека // Вестник РАН. 2022. № 9. С. 57–64; Bukharin O.V., Andryushchenko S.V., Perunova N.B., Ivanova E.V. Environmental Determination of Indigenous Bifidobacteria of the Human Intestine // Herald of the Russian Academy of Sciences. 2022. № 5. P. 629–635.
32. Бухарин О.В., Перунова Н.Б., Чайникова И.Н. и др. Ускоренный метод определения “свой-чужой” микроорганизмов в реакции агглютинации // Инфекция и иммунитет. 2020. № 4. С. 792–796.
33. Бухарин О.В., Иванова Е.В., Перунова Н.Б., Никуфоров И.А. Функциональные группы бифидофлоры кишечной микробиоты в ассоциативном симбиозе человека // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. 2018. № 1. С. 3–9.
34. Бухарин О.В., Иванова Е.В., Перунова Н.Б., Чайникова И.Н. Роль бифидобактерий в формировании иммунного гомеостаза человека // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. 2015. № 67. С. 98–104.

ИЗ РАБОЧЕЙ ТЕТРАДИ ИССЛЕДОВАТЕЛЯ

НЕРАВЕНСТВО ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА И УСЛОВИЙ ЕГО РЕАЛИЗАЦИИ В ГОРОДЕ И НА СЕЛЕ: РИСКИ И ВОЗМОЖНОСТИ

© 2023 г. В. Н. Бобков^{а,*}, Н. К. Долгушкин^{б,**}, Е. В. Одинцова^{а,***}

^аИнститут экономики Российской академии наук, Москва, Россия

^бРоссийская академия наук, Москва, Россия

*E-mail: bobkovvn@mail.ru

**E-mail: dolgushkin@presidium.ras.ru

***E-mail: odin_ev@mail.ru

Поступила в редакцию 03.05.2023 г.

После доработки 15.05.2023 г.

Принята к публикации 29.05.2023 г.

В статье представлены результаты исследования, нацеленного на выявление различий между городом и селом с точки зрения человеческого потенциала и условий его развития и реализации. Для этого использовался рассчитанный авторами индекс человеческого развития (ИЧР), включающий оригинальное измерение трёх его компонентов (долголетие, образовательный потенциал, уровень жизни). В компоненте “образовательный потенциал” вместо традиционного индекса “доля обучающихся в общей численности населения в возрасте от 7 до 24 лет” обоснован и применён индекс “доля населения в возрасте 25 лет и старше, имеющих профессиональное образование”. Он позволяет учитывать накопленный образовательный потенциал российских граждан, который может быть реализован как в области труда, так и в других сферах их жизнедеятельности и более точно отражает образовательные возможности населения. В компоненте “уровень жизни” вместо частного индекса “ВВП на душу населения по ППС” обосновано применение индекса “покупательная способность располагаемых ресурсов домашних хозяйств”. Он более точно учитывает покупательную способность ресурсов, фактически направляемых на потребление в городских и сельских домохозяйствах, с учётом их размера и структуры. Выявлено, что селяне отстают от горожан по ИЧР и всем его компонентам.

Рассмотрев жилищные условия обеих групп населения, авторы показали, что наиболее актуальная проблема — отсутствие у большинства горожан и селян возможности реализовать свои потребности в повышении качества жилищных условий, которые не достигают средних стандартов. Результаты исследования имеют практическое значение и могут быть использованы при подготовке и актуализации важнейших государственных документов.

Ключевые слова: человеческий потенциал, сельское население, городское население, здоровье, образовательный потенциал, уровень жизни, покупательная способность располагаемых ресурсов домохозяйств, условия развития и реализации человеческого потенциала, жилищные условия.

DOI: 10.31857/S086958732306004X, EDN: DXTIMO



БОБКОВ Вячеслав Николаевич — доктор экономических наук, заведующий сектором социально-экономических исследований качества и уровня жизни ИЭ РАН. ДОЛГУШКИН Николай Кузьмич — академик РАН, вице-президент РАН. ОДИНЦОВА Елена Валерьевна — кандидат экономических наук, ведущий научный сотрудник сектора социально-экономических исследований качества и уровня жизни ИЭ РАН.

Сбережение народа и развитие человеческого потенциала — стратегический национальный приоритет, закреплённый в “Стратегии национальной безопасности Российской Федерации” [1]. Человеческий потенциал — важный и сложный феномен. В нём сконцентрирован комплекс структурных компонентов, отражающих различные стороны развития человека (здоровье, образованность, когнитивный потенциал и пр.) [2–7]. Его уровень и качество определяются различными сферами и институтами общества (системы образования, здравоохранения, распределения материальных благ и услуг и др.). В свою очередь, степень реализации человеческого потенциала (с учётом количества, качества и доступности рабочих мест, рынка труда, политики распределения трудовых ресурсов, сферы досуга) влияет на развитие экономики, индивида, семьи (качество и уровень жизни), общества и страны в целом.

Значимость человеческого потенциала вызывает интерес научно-экспертного сообщества к данной теме и влечёт постоянное расширение исследовательских разработок [2–13], а его сложность (комплексность) объясняет отсутствие конвенционального определения и инструментария измерения [10]. Подход Программы развития ООН (один из наиболее известных) реализуется с 1990 г. и предполагает индексную оценку человеческого развития по трём основным измерениям (здоровье и долголетие, знания, достойный уровень жизни [14–19]), выступающим главными компонентами человеческого потенциала. Это позволяет проводить межстрановые и внутри-страновые сопоставления. В России измерение индекса человеческого развития проводится по адаптированной методике по регионам и стране в целом [20]; на этой основе выявляются межрегиональные различия в формировании человеческого потенциала. Проблема неравенства его развития, а также условий его реализации в России актуальна не только в социальном и межрегиональном разрезе, но и между городом и селом, где разрыв в человеческом потенциале, степени развития производственной и социальной инфраструктуры [11, 21–27] обуславливает различия в качестве и уровне жизни.

Авторы попытались оценить человеческий потенциал горожан и селян, условия его развития и реализации с применением оригинальных инструментальных решений. Исследование основано на данных Федерального службы государственной статистики и Российского мониторинга экономического положения и здоровья населения НИУ ВШЭ¹ (РМЭЗ) [28].

¹ Российский мониторинг экономического положения и здоровья населения НИУ ВШЭ (RLMS HSE), проводимый НИУ “Высшая школа экономики” и ООО “Демоскоп” при участии Центра народонаселения Университета Северной Каролины в Чапел Хилле и Института социологии Федерального научно-исследовательского социологического центра РАН (<http://www.hse.ru/rlms> и <https://rlms-hse.cpc.unc.edu/>).

Оценка человеческого потенциала в городе и сельской местности. В основу оценки положен индексный подход. При расчёте индекса человеческого развития (ИЧР) авторы опирались на методологию, принятую для российских регионов [20], которая была модифицирована с целью выявления ситуации с развитием человеческого потенциала в городе и на селе. Разработанный авторами ИЧР интегрирует данные по трём измерениям (компонентам) человеческого потенциала, сведённым в соответствующие индексы.

Долголетие. Данный аспект человеческого потенциала измеряется аналогично ИЧР для регионов России. Индекс долголетия учитывает нормативные (максимум — 80 лет, минимум — 25 лет) и фактические значения ожидаемой продолжительности жизни при рождении и рассчитывается по формуле 1:

$$Id = \frac{Xf - Xmin}{Xmax - Xmin}, \quad (1)$$

где: Id — индекс долголетия; Xf — фактическое значение продолжительности жизни при рождении, лет; $Xmax$ — максимальное нормативное значение, лет; $Xmin$ — минимальное нормативное значение, лет.

Образовательный потенциал. Как и в случае ИЧР для регионов, при расчёте индекса для города и села учитывались два компонента: уровень грамотности взрослого населения² и доля населения в возрасте 25 лет³ и старше, имеющего профессиональное образование. Второй компонент, в отличие от ИЧР для регионов (доля обучающихся в общей численности населения в возрасте от 7 до 24 лет), более корректно учитывает накопленный образовательный потенциал. Каждый из двух компонентов сводится в индекс, который находится по формулам 2 и 3. Нормативные значения при расчёте индексов: максимальное — 100%, минимальное — 0%. При нахождении индекса образовательного потенциала составные индексы учитывались с коэффициентами: 2/3 — для первого компонента, 1/3 — для второго.

$$Igr = \frac{Xf - Xmin}{Xmax - Xmin}, \quad (2)$$

где: Igr — индекс грамотности; Xf — фактическое значение уровня грамотности взрослого (18+ лет) населения, %; $Xmax$ — максимальное норматив-

² К грамотному населению относятся лица, имеющие определённый уровень образования, и без образования, но умеющие читать и писать [29].

³ Возрастная граница 25 лет была выбрана авторами как теоретически соответствующая возрасту получения высшего профессионального образования.

ное значение, %; X_{min} — минимальное нормативное значение, %.

$$I_{po} = \frac{X_f - X_{min}}{X_{max} - X_{min}}, \quad (3)$$

где: I_{po} — индекс профессиональной образованности; X_f — фактическое значение доли населения (25+ лет) с профессиональным образованием, %; X_{max} — максимальное нормативное значение, %; X_{min} — минимальное нормативное значение, %.

Уровень жизни оценивался с помощью индекса покупательной способности располагаемых ресурсов домашних хозяйств⁴ (индекс уровня жизни). Этот индикатор, включающий покупательную способность денежных расходов, натуральных поступлений (продуктов питания, непродовольственных товаров и услуг) и прироста сбережений [30], авторы использовали в отличие от ИЧР для регионов, измеряемого валовым региональным продуктом (ВРП) на душу населения по паритету покупательной способности (ППС). Полученный таким образом индекс позволяет более точно оценивать покупательную способность фактических ресурсов, направляемых на потребление, с учётом особенностей их размера и структуры в городских и сельских домохозяйствах.

Индекс уровня жизни рассчитывался по формуле 4. Нормативные значения при расчёте индекса определены авторами на основе ранее обоснованных нормативных границ текущего потребления, дифференцирующих возрастающие модели уровня жизни (от бедности до высокой обеспеченности) [31, 32]. Максимальное значение для расчёта индекса уровня жизни соответствует границе, открывающей верхний слой средней обеспеченности (8 прожиточных минимумов, ПМ), минимальная граница — покупательной способности расходов, покрывающих минимальные потребности в питании (0.5 ПМ): по состоянию на 2021 г. максимум 90.5 тыс. руб., минимум 5.6 тыс. руб. на человека в месяц.

$$I_u = \frac{X_f - X_{min}}{X_{max} - X_{min}}, \quad (4)$$

где: I_u — индекс уровня жизни; X_f — фактическое значение располагаемых ресурсов домохозяйств (в среднем на члена домашнего хозяйства, руб. в месяц); X_{max} — максимальное нормативное значение (в среднем на члена домашнего хозяйства, руб. в месяц); X_{min} — минимальное нормативное значение (в среднем на члена домашнего хозяйства, руб. в месяц).

Индекс человеческого развития для города и села, определяемый на основе трёх его составля-

ющих (индексы долголетия, образовательного потенциала и уровня жизни), варьирует в пределах от 0 до 1. Рассчитанный авторами по изложенной методике ИЧР для городского и сельского населения представлен в таблице 1. Для сравнительных сопоставлений также был рассчитан ИЧР для населения в целом. При этом использовались доступные актуальные данные Росстата за 2020–2021 гг.

ИЧР для города составляет 0.589 и превышает значения для села — 0.490, а также показатели в целом по населению — 0.566. Полученные данные свидетельствуют о том, что потенциал человеческого развития в городах, где аккумулируется 75% населения России [35], реализован почти на 60% от возможного (максимальное значение ИЧР — 1). На селе, где проживает 25% россиян [35], этот показатель реализован только на 49%. Если ориентироваться на принятую градацию ИЧР для традиционной методики его измерения [15], то выявленные значения индекса для городского населения говорят о среднем уровне человеческого развития (0.550–0.699), в случае села — о низком.

Полученный ИЧР в целом по населению (0.566) говорит о среднем уровне человеческого развития, что ниже значения, рассчитанного по традиционной методике, применяемой при оценке индекса по российским регионам (0.870 в 2019 г.) [20]. Основные потери в величине индекса связаны с третьим компонентом — уровнем жизни. Ещё раз обратим внимание, что при расчётах авторами учитывался не показатель ВВП на душу населения (по ППС) (индекс — 0.857 в 2019 г. [20]), а индекс покупательной способности располагаемых ресурсов домохозяйств (индекс уровня жизни — 0.278), по сути, отражающий распределение ВВП на потребление населения.

По компонентам формирования ИЧР для города и села сложилась следующая ситуация (см. табл. 1). По первому и второму компоненту человеческого потенциала (долголетие и образовательный потенциал) городское и сельское население различается незначительно: индекс долголетия составляет 0.755 и 0.739 соответственно при среднем 0.751; индекс образовательного потенциала — 0.876 и 0.857 соответственно при среднем 0.871. Основные различия в образовательном потенциале сложились не по уровню грамотности населения (среди городского и сельского населения — более 99%), а по доле населения с профессиональным образованием: среди горожан (62.8%) она на 5.5 п.п. выше, чем среди селян (57.3%).

Более существенные различия между городом и селом выявлены по индексу уровня жизни: селяне (0.186) почти в 2 раза отстают от горожан (0.308). В целом в городе и селе фактические показатели индекса свидетельствуют о том, что на-

⁴ Располагаемые ресурсы домашних хозяйств — совокупность денежных доходов домохозяйств, сумм израсходованных накоплений и привлечённых (заёмных) средств и стоимости натуральных поступлений.

Таблица 1. Индекс человеческого развития и его компоненты в городе и на селе в 2020–2021 гг.

Индекс	Город- ское на- селение	Сельское наसेле- ние	Населе- ние, всего	Справочно: норма- тивные значения для расчёта индексов	
				Max	Min
Индекс человеческого развития	0.589	0.490	0.566	—	—
<i>1. Индекс долголетия</i>	0.755	0.739	0.751	—	—
Ожидаемая продолжительность жизни, лет (на 2021 г.)	70.3	69.31	70.06	85	25
<i>2. Индекс образовательного потенциала</i>	0.876	0.857	0.871	—	—
<i>2.1. Индекс грамотности</i>	0.9996	0.9985	0.9993	—	—
Уровень грамотности взрослого (18+ лет) насе- ления, % (на 01.10.2021 г.)	99.96	99.85	99.93	100	0
<i>2.2. Индекс профессиональной образованности</i>	0.628	0.573	0.614	—	—
Доля населения (25+ лет) с профессиональным об- разованием, % (2020 г.)	62.80	57.30	61.40	100	0
<i>3. Индекс уровня жизни (покупательная способность (ПС) располагаемых ресурсов домашних хозяйств)</i>	0.308	0.186	0.278	—	—
Эквивалент ПС располагаемых ресурсов домохо- зяйств, в среднем на члена домашнего хозяйства, руб. в месяц (2020 г.)	31 818.4	21 432.4	29 204.5	90 496	5656

Источник: оценка авторов на основе данных Росстата [30, 33–35].

селение не имеет возможности для поддержания достойного уровня жизни (вхождения в слои с устойчивой средней обеспеченностью и выше). При этом селяне отстают от границы вхождения в обеспеченные слои значительно больше, чем горожане.

Оценка условий развития и реализации человеческого потенциала в городе и на селе. Для оценки внешней среды формирования и реализации человеческого потенциала рассматривались условия укрепления и поддержания здоровья, развития и реализации образовательного потенциала, а также формирования уровня жизни. В методологических целях условия были разделены на две группы: специальные и общие.

Специальные условия: условия для укрепления и поддержания здоровья. Согласно статистическим данным, ожидаемая продолжительность здоровой жизни без каких-либо серьёзных проблем со здоровьем, ограничивающих повседневную жизнедеятельность человека, составляла 58.9 года (по состоянию на 2020 г.) [36], что заметно ниже, чем ожидаемая продолжительность жизни (70.06 года в 2021 г.) по населению в целом, в городе (70.3 года в 2021 г.) и на селе (69.31 года в 2021 г.) (см. табл. 1).

На продолжительность жизни оказывают влияние разные факторы — как поведение самих людей (внимание к своему здоровью, здоровый образ жизни), так и возможность сохранения и

поддержания этого важного компонента человеческого потенциала (социальная инфраструктура). По данным официальной статистики, в целом по стране только 7.2% населения (2022) ведёт здоровый образ жизни, 45.4% граждан (2020) систематически занимаются физической культурой и спортом [36]. Инфраструктурные возможности для укрепления и поддержания здоровья людей сильно различаются по регионам и месту жительства. Более 90% горожан имеют доступ к услугам в сфере здравоохранения в своём населённом пункте, тогда как селянам нередко приходится выезжать за его пределы для получения первичной медицинской помощи (более 20%), консультации (прохождения обследования) врача-специалиста (более 50%), прохождения медицинских исследований в амбулаторных условиях (более 40%) [37]. Кроме того, селянам чаще приходится получать медицинские услуги на платной основе за счёт собственных средств из-за отсутствия специалистов или оборудования в медицинских организациях, оказывающих помощь бесплатно [37].

Условия для развития и реализации образовательного потенциала. На разных этапах накопления и развития образовательного потенциала горожане и селяне сталкиваются с определёнными препятствиями, связанными с качеством и доступностью образования. Как следует из данных Росстата, для горожан основная проблема — до-

Таблица 2. Образовательный потенциал горожан и селян, 2020 г.

Образовательный потенциал	Городское население	Сельское население
Доля населения в возрасте 25 лет и старше с профессиональным образованием, %	62.8	57.3
В том числе по уровню образования:		
Кадры высшей квалификации	1.4	0.8
Высшее	25.6	15.3
Неполное высшее (незаконченное высшее)	2.3	1.4
Среднее профессиональное	33.5	39.8

Источник: оценка авторов на основе данных Росстата [35].

ступность дошкольных образовательных учреждений для детей в возрасте 3–8 лет (нехватка мест), для селян – отсутствие их поблизости. При этом большинство родителей из обеих категорий населения удовлетворены работой дошкольных учреждений в целом и различными аспектами их работы (организация медицинского контроля и медицинской помощи, качество питания, профессиональная подготовка воспитателей и др.). По итогам обучения подавляющее большинство родителей (82.7%, на селе – 66.8%) считают подготовленность детей к поступлению в профессиональные образовательные организации в городе в целом достаточной, однако 30.5% родителей на селе не вполне удовлетворены подготовкой детей [37].

Образовательный потенциал на следующем этапе его накопления и развития (профессиональное образование) в городе и на селе также различается. Доля горожан в возрасте 25 лет и старше, имеющих профессиональное образование, выше (62.8%) по сравнению с селянами (57.3%) (табл. 2): среди кадров высшей квалификации горожан больше в 1.8 раза, с высшим образованием – в 1.7 раза, неполным высшим (незаконченным высшим) – в 1.6 раза. Напротив, доля населения со средним профессиональным образованием среди селян в 1.2 раза больше.

Условия формирования уровня жизни. Различия в условиях реализации потенциала здоровья и образованности проявляются в сфере занятости и, соответственно, конвертации её результатов в уровень жизни за счёт обоснованных выше границ покупательной способности располагаемых ресурсов домашних хозяйств (табл. 3). Как оказалось, у обеих групп населения шансы обеспечить устойчивое материальное положение их домохозяйств за счёт доходов от занятости невысокие (3.1 прожиточного минимума и выше). На селе только 7.5–9.1% занятых работников способны поддерживать устойчивое материальное положение. У горожан шансы несколько выше – 15.9–

19.1%. Это означает, что реализация образовательного потенциала в сфере занятости у горожан создаёт примерно в 2 раза больше возможностей для обеспечения устойчивого материального положения.

Одной из причин ограниченных возможностей селян в развитии образовательного потенциала и его реализации в устойчивом материальном положении домохозяйств выступает дефицит рабочих мест (особенно достойно оплачиваемых) в месте проживания. Уровень занятости среди селян (53.1%) ниже по сравнению с горожанами (61.4%), а безработица, напротив, в 1.6 раза выше (см. табл. 3). При этом среди селян более чем в 2 раза выше показатель потенциальной рабочей силы⁵: 11.2 на селе и 4.8% в городе (от числа лиц в трудоспособном возрасте, не входящих в состав рабочей силы, 2021 г.). Доля отчаявшихся найти работу⁶ среди селян – 44.9%, а среди горожан – 30% в составе потенциальной рабочей силы⁷.

Статистические данные не позволяют непосредственно сравнить обеспеченность рабочими местами горожан и селян на 1 тыс. лиц в трудоспособном возрасте, чтобы точно отразить масштабы дефицита рабочих мест, особенно на селе. Тем не менее практические наблюдения свидетельствуют об активной внутренней трудовой миграции из сельской местности в город. В условиях дефицита рабочих мест селянам приходится значительную часть своего образовательного потен-

⁵ Незанятые лица, которые выражают заинтересованность в получении работы за оплату или прибыль, однако сложившиеся условия ограничивают их активные поиски работы или их готовность приступить к работе [38].

⁶ Незанятые лица, которые готовы приступить к работе в настоящий момент, но не искали работу по следующим причинам: прошлый неудачный опыт поиска подходящей работы; отсутствие опыта, квалификации или работы, соответствующей профессиональным навыкам лица; отсутствие работы в данной местности; потенциальные работодатели находят кандидата слишком молодым или слишком пожилым [38].

⁷ Оценка на основе данных Росстата [38].

Таблица 3. Реализация здоровья и образовательного потенциала в сфере занятости

Занятость	Городское население	Сельское население
Уровень занятости, % (2021 г., по данным Росстата [38])	61.4	53.1
Уровень безработицы, % (2021 г. [38])	4.2	6.9
Соответствие имеющегося уровня образования требуемому на рабочем месте, % от числа занятых (2021 г.); оценка авторов на основе данных 30 волны РМЭЗ [28]		
Соответствует	55.7	61.8
Избыточен	36.4	26.3
Недостаточен	7.9	11.9
Доля занятых с доходами от основной занятости, не обеспечивающими устойчивого материального положения домохозяйств (менее 3.1 ПМ*), всего, % [28]	83.5	91.4
В том числе в зависимости от соответствия уровня образования требуемому на рабочем месте		
Соответствует	83.5	90.9
Избыточен	84.1	92.5
Недостаточен	80.9	91.3
Доля занятых с доходами от основной занятости, обеспечивающими устойчивое материальное положение домохозяйств (3.1 ПМ и выше), всего, % [28]	16.5	8.6
В том числе в зависимости от соответствия уровня образования требуемому на рабочем месте		
Соответствует	16.5	9.1
Избыточен	15.9	7.5
Недостаточен	19.1	8.7

Примечание. * Нижняя граница вхождения в слой населения с обеспеченностью доходами на уровне средних и выше стандартов [31].

циала реализовывать на рабочих местах в городских агломерациях. Так, в 2020 г. в московской агломерации (Москва и Московская область) в среднем 14% трудоспособного населения Московской области работали/учились в Москве. Их доля возрастала по мере приближения места жительства к столице: от 7% в наиболее удалённых муниципалитетах, соседствующих с другими областями, до 23% в муниципалитетах на границе с Москвой [39, с. 243].

На современном этапе возможность самореализации россиян в сфере занятости, включая получение достойных доходов, всё более зависит от наличия и уровня цифровых навыков (работа с информационными технологиями). По данным Росстата, селяне отстают от горожан по владению цифровыми навыками в зависимости от их вида от 1.3 до 3.7 раза [40], а также реже (в 1.3–3 раза) пользуются сетью Интернет для целей, связанных с развитием образовательного и трудового потенциала. Показатели доступа к Интернету на селе ниже, чем в городе: доступ имеют 78% сель-

ских домохозяйств, тогда как в городе — 86%, широкополосный доступ — 75.2 и 85.1% соответственно, доступ с персонального компьютера — 49.6 и 70.2% соответственно (по состоянию на 2021 г.) [40]. Более низкая цифровая грамотность и ограниченность доступа к сети сдерживают возможности дистанционной занятости селян, что могло бы помочь им уравнивать реализацию трудового потенциала с горожанами, в том числе по доходам от занятости.

Более низкий уровень доходов от занятости на селе проявляется как при отставании, так и при опережении образовательного потенциала, по сравнению с требуемым на рабочем месте (см. табл. 3). В первом случае селян с уровнем образования ниже требуемого (11.9%) больше, чем горожан (7.9%). Здесь сложность рабочих мест опережает формальный квалификационный уровень работников и обуславливает неполную реализацию их возможностей. Во втором случае избыточность профессионального образования (относительно требуемого) у селян проявляется мень-

ше (26.3%), чем у горожан (36.4%). Это означает, что уровень образования этой группы занятых опережает сложность их рабочих мест и создаёт возможности для их преобразования, то есть повышения их качества, что менее характерно для селян. Вместе с тем селяне чаще (61.8%), чем горожане (55.7%) приспосабливают имеющийся уровень образования к требуемому.

Как уже отмечалось, средства, которыми располагают домохозяйства для финансирования своего потребления и создания сбережений (располагаемые ресурсы) [30], на селе в 1.5 раза меньше, чем в городе (см. табл. 1). В части денежных доходов возможности формирования достойного уровня жизни домохозяйств в городе и на селе отличаются не только вследствие различной покупательной способности доходов от занятости, но и структуры формирования денежных доходов: в городе они на 80.4% формируются за счёт трудовой деятельности, тогда как на селе трудовой компонент ниже — 69% (2021). У сельских домохозяйств в структуре денежных доходов 29.3% составляют социальные выплаты, в том числе пенсии — 21.2%, в городе — 17.2 и 13% соответственно (2021) [41].

К общим условиям развития и реализации человеческого потенциала в городе и на селе отнесены: компоненты социальной инфраструктуры (культурная жизнь, социально-культурные объекты, туризм, оздоровление и отдых, доступность социальных институтов, транспортная инфраструктура и пассажирский транспорт), безопасность жизнедеятельности (безопасность личности и собственности), качество окружающей среды (вода, воздух, почва, отходы производств, состояние флоры и фауны, заповедные зоны, климат), а также ряд компонентов формирования уровня жизни, включающих макроэкономический уровень потребления (розничный товарооборот), микроэкономический уровень долговременного потребления (жилищные условия, обеспеченность легковыми автомобилями и т.д.) и удовлетворённость людей уровнем и качеством жизни (социально-экономическая безопасность, социальная включённость, социальная сплочённость, создание условий для участия людей в общественной жизни и др.) [42, с. 260–272].

В настоящем исследовании рассматривались только жилищные условия, которые определяют развитие и реализацию человеческого потенциала в аспекте всех трёх его компонентов: здоровья, образованности и покупательной способности располагаемых ресурсов домохозяйств. Оценка жилищных условий проводилась на основе оригинальной системы социальных стандартов жилищной обеспеченности, учитывающих такие характеристики жилища, как его благоустроенность, площадь и просторность, и позволяющих

идентифицировать изменение качества жилищных условий от наиболее плохих до хороших [31, 32]. Проведённые ранее исследования, содержащие оценку жилищных условий по отдельным компонентам данных стандартов, показали, что условия проживания горожан при более высоком уровне благоустроенности жилища отличаются большей стеснённостью, на селе наблюдается обратная ситуация [21]. Комплексная оценка по стандартам жилищной обеспеченности позволила установить высокий уровень неравенства между городом и селом по жилищным условиям (табл. 4)⁸.

На селе жилищные условия подавляющего большинства домохозяйств (83.9%) не удовлетворяют минимальным требованиям. По данному критерию их можно считать бедными. Остальные домохозяйства концентрируются в других двух нижних слоях — с плохими условиями (6.6%) и ниже средних (6.7%). Средние и хорошие жилищные условия для селян практически недоступны — менее 3% домохозяйств. Наиболее актуальная и острая проблема на селе, снижающая качество жизни, — низкий уровень благоустроенности жилищ. Стеснённость (по площади и просторности жилища) условий также имеет место, но менее распространена по сравнению с неблагоустроенностью [21]. В городе, напротив, стеснённость преобладает, что влияет на дифференциацию населения по жилищной обеспеченности при комплексной оценке жилищных условий в соответствии с требованиями стандартов. Жилищная бедность в городекратно ниже, чем в сельской местности: самые плохие жилищные условия у 17.2% домохозяйств (см. табл. 4), плохие условия у 28.5%, а ниже средних у 34%. Таким образом, суммарно в трёх нижних группах по жилищной обеспеченности находятся порядка 80% городских домохозяйств.

Полученные оценки свидетельствуют о высокой потребности в улучшении жилищных условий подавляющего большинства населения: у 79.7% городских и 97.2% сельских домохозяйств. Однако удовлетворить эту потребность потенци-

⁸ В дополнение к таблице 4 приведём критерии стандартов жилищных условий. Минимальный стандарт: жилая площадь не менее 6 м²/чел., наличие централизованного электро-, водоснабжения, центрального отопления и канализации. Социально приемлемый стандарт: общая площадь не менее 16 м²/чел., благоустроенность жилища не ниже требований первого стандарта, а также наличие горячего водоснабжения, ванны/душа, напольной плиты (газовой/электрической). Стандарт среднего уровня: общая площадь не менее 23 м²/чел., благоустроенность жилища не ниже требований второго стандарта, наличие доступа в Интернет, соотношение количества комнат (К) и членов домохозяйств (n) $K = n$. Стандарт высокого уровня: общая площадь не менее 40 м²/чел., благоустроенность жилища не ниже требований третьего стандарта, соотношение количества комнат и членов домохозяйств $K > n$ [31, 32].

Таблица 4. Жилищные условия городских и сельских домохозяйств и доступность их улучшения, 2021 г.

Характеристика жилищных условий, %	Городские домохозяйства	Сельские домохозяйства
Крайне плохие жилищные условия: жилище не отвечает требованиям первого (минимального) стандарта	17.2	83.9
Плохие жилищные условия: жилище отвечает требованиям первого стандарта, но не соответствует требованиям второго (социально приемлемого) стандарта	28.5	6.6
Жилищные условия ниже средних: жилище отвечает требованиям второго стандарта, но не соответствует требованиям третьего (среднего уровня) стандарта	34.0	6.7
Средние жилищные условия: жилище отвечает требованиям третьего стандарта, но не соответствует требованиям четвёртого (высокого уровня) стандарта	13.5	1.6
Хорошие жилищные условия: жилище отвечает требованиям четвёртого (высокого уровня) стандарта	6.8	1.2
Доступность улучшения жилищных условий*, %		
Для домохозяйств с крайне плохими, плохими и ниже средних жилищными условиями	16.7	12.1

Примечание. *Возможность приобрести за счёт ипотечного кредитования жильё общей площадью не менее 23 м² на человека (для среднестатистического домохозяйства в 3 человека) при наличии финансового резерва (в случае непредвиденных обстоятельств возможность поддерживать привычный уровень потребления несколько месяцев и более). При оценке учитывались: данные Центрального банка России о средней цене м² общей площади квартир среднего качества (типовых) на вторичном рынке жилья, среднем уровне процентной ставки по ипотечному кредиту в 2021 г. [43]; первоначальный взнос в размере 10% от стоимости жилья; срок ипотечного кредитования — 30 лет; ежемесячный платёж по ипотечному кредиту не должен превышать 50% денежных доходов домохозяйств.

Источник: оценка авторов на основе данных 30 волны РМЭЗ [28].

ально могут только 16.7% горожан и 12.1% селян (см. табл. 4).

* * *

Для оценки человеческого потенциала (индекса человеческого развития, ИЧР) авторы внесли изменения в традиционную методику его измерения, что позволило получить новые, более точные, значения как в целом по России, так и в разрезе “город–село”. ИЧР продемонстрировал более низкие значения по России, в городе и на селе по сравнению с индексами, рассчитанными по традиционной методике. Согласно традиционной градации значений индекса в целом по населению они составляли бы 0.87 (высокий уровень), в то время как по нашим расчётам — 0.566 (средний уровень — 0.55–0.699). Для городского и сельского населения — 0.589 (средний уровень) и 0.49 (низкий уровень — менее 0.55) соответственно. Разрыв в ИЧР между городом и селом — 1.12 раза.

Проведённая по авторской методике оценка компонентов человеческого потенциала выявила следующие количественные различия его частных индексов в городе и селе. По компонентам “долголетие” и “образовательный потенциал” го-

родское и сельское население различается незначительно: индекс долголетия — 0.755 и 0.739 соответственно (в среднем по населению — 0.751); индекс образовательного потенциала — 0.876 и 0.857 соответственно (в среднем — 0.871). Основные отличия в образовательном потенциале сложились не по уровню грамотности населения (среди городского и сельского населения грамотны более 99%), а по доле населения с профессиональным образованием (62.8% горожан и 57.3% селян). Недостаточный уровень ИЧР связан главным образом с его третьим компонентом — уровнем жизни. Показатели в городских и сельских домохозяйствах низкие — 0.308 и 0.186 соответственно, а разрыв между ними — 1.7 раза.

Таким образом, можно констатировать, что меры государственной, корпоративной и муниципальной политики должны быть направлены на реализацию возможностей повышения человеческого потенциала (ИЧР). В первую очередь надо обратить внимание на повышение покупательной способности располагаемых ресурсов домохозяйств, особенно на селе. Выявлены существенные различия условий развития и реализации человеческого потенциала: в сфере здравоохранения, образования, по наличию высокооплачиваемых рабочих мест, уровню безработицы, матери-

альному положению, жилищной обеспеченности, цифровой грамотности и доступу в Интернет.

Для дальнейшего комплексного изучения неравенства человеческого потенциала в городе и на селе необходимо рассмотреть влияние на этот показатель таких компонентов социальной инфраструктуры, как культурная жизнь, качество социально-культурных объектов, оздоровление и отдых, доступность социальных институтов, транспортная инфраструктура и др. Важную роль играют безопасность жизнедеятельности, качество окружающей среды, а также ряд компонентов формирования уровня жизни, включающих макроэкономический уровень потребления, микроэкономический уровень долговременного потребления и удовлетворённость людей уровнем и качеством жизни. То есть речь идёт об анализе разнонаправленных факторов формирования и развития человеческого потенциала в городе и сельской местности, что позволит ответить на вопрос о причинах столь большой разницы показателей ожидаемой продолжительности здоровой жизни (58.9 года) и ожидаемой продолжительности жизни (70.06 года), препятствующей реализации человеческого потенциала в России.

Полученные авторами результаты имеют практическое значение и могут быть использованы в процессе подготовки и актуализации важнейших государственных документов, таких, например, как “Стратегия пространственного развития России” [44], госпрограмма “Комплексное развитие сельских территорий” [45], “Стратегия устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2030 года” [46] и ряда других.

ЛИТЕРАТУРА

1. Указ Президента РФ от 02.07.2021 г. № 400 “О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации”. <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202107030001>
2. Заславская Т.И. Человеческий потенциал в современном трансформационном процессе // *Общественные науки и современность*. 2005. № 3. С. 5–16.
3. Заславская Т.И. Человеческий потенциал в современном трансформационном процессе // *Общественные науки и современность*. 2005. № 4. С. 13–25.
4. Римашевская Н.М., Бочкарёва В.К., Мигранова Л.А. и др. Человеческий потенциал российских регионов // *Народонаселение*. 2013. № 3. С. 82–141.
5. Соболева И.В. Человеческий потенциал российской экономики: проблемы сохранения и развития. М.: Наука, 2007.
6. Мигранова Л.А., Токсанбаева М.С. Человеческий потенциал населения российских регионов: уровень и динамика развития (часть первая) // *Уровень жизни населения регионов России*. 2018. № 2. С. 47–59.
7. Мигранова Л.А., Токсанбаева М.С. Человеческий потенциал населения российских регионов: уровень и динамика развития (часть вторая) // *Уровень жизни населения регионов России*. 2018. № 3. С. 59–72.
8. Чекмарёва Е.А., Устинова К.А., Лихачёва Т.Н. Теоретико-методологические подходы к исследованию человеческого потенциала сельских территорий // *Проблемы развития территории*. 2017. № 4. С. 96–111.
9. Иванов О.И. Человеческий потенциал: вопросы теории и методологии исследования // *Социологические исследования*. 2014. № 6. С. 89–95.
10. Подвойский Г.Л. Вопросы воспроизводства человеческого потенциала в условиях новых вызовов // *Мир новой экономики*. 2022. № 16 (3). С. 63–74.
11. Устинова К.А. Человеческий потенциал сельских территорий России: проблемы оценки и интерпретации // *Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз*. 2018. № 2. С. 192–211.
12. Человеческий потенциал как критический ресурс России / Отв. ред. Б.Г. Юдин. М.: ИФ РАН, 2007.
13. Леонидова Г.В. Формирование человеческого потенциала детского населения в системе общего образования // *Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз*. 2019. № 3. С. 172–188.
14. Human development report 2021/2022. Uncertain times, unsettled lives. Shaping our future in a transforming world // *United Nations Development Programme*. N.Y., 2022.
15. Human development report 2021/2022. Technical notes. https://hdr.undp.org/sites/default/files/2021-22_HDR/hdr2021-22_technical_notes.pdf
16. What is human development? // *Human development reports*. UNDP. <https://hdr.undp.org/about/human-development>
17. Human Development Index (HDI) // *Human development reports*. UNDP. <https://hdr.undp.org/data-center/human-development-index#/indicies/HDI>
18. Hira T. The Creation of the Human Development Approach. Cham: Palgrave Macmillan, 2017.
19. Fukuda-Parr S., Shiva Kumar A.K. Handbook of human development: concepts, measures, and policies. Oxford Uni. Press, 2010.
20. Индекс человеческого развития в России: региональные различия. Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации, 2021.
21. Бобков В.Н., Долгушкин Н.К., Одинцова Е.В. Особенности жилищной обеспеченности сельского и городского населения // *Вестник РАН*. 2021. № 8. С. 745–754; Bobkov V.N., Dolgushkin N.K., Odintsova E.V. Features of housing security of rural and urban population // *Herald of the Russian Academy of Sciences*. 2021. № 4. P. 473–481.
22. Бондаренко Л.В. Развитие сельских территорий России: оценки, мнения, ожидания // *Социологические исследования*. 2016. № 3. С. 76–82.
23. Бондаренко Л.В. Сельские домохозяйства: социальные последствия низкой доходности и бедности // *АПК: Экономика, управление*. 2022. № 7. С. 75–85.

24. Долгушкин Н.К., Староверов В.И. Социальное бытие российского села. М.: Росинформагротех, 2015. Гл. 14. С. 78–83.
25. Савченко Е.С. Пространственное развитие сельских территорий: проблемы и решения // АПК: Экономика, управление. 2018. № 11. С. 4–7.
26. Семёнова Е.И., Симонов С.Ю., Семёнов А.В. Планирование развития социальной инфраструктуры сельских территорий // АПК: Экономика, управление. 2022. № 12. С. 84–89.
27. Скальная М.М. Приоритетные подходы к улучшению жилищных условий сельского населения в рамках государственной программы РФ “Комплексное развитие сельских территорий” // АПК: Экономика, управление. 2020. № 4. С. 52–61.
28. Российский мониторинг экономического положения и здоровья населения НИУ ВШЭ (RLMS HSE). <http://www.hse.ru/rlms>
29. Уровень грамотности взрослого населения. Росстат. https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/io_1.1.3.xlsx
30. Социальное положение и уровень жизни населения России 2021 г. Росстат. https://gks.ru/bgd/regl/b21_44/Main.htm
31. Бобков В.Н. и др. Мониторинг доходов и уровня жизни населения России – 2021 год / Отв. ред. В.Н. Бобков, А.А. Гулюгина. М.: ФНИСЦ РАН, 2022.
32. Бобков В.Н., Херрманн П., Колмаков И.Б., Одицова Е.В. Двухкритериальная модель стратификации российского общества по доходам и жилищной обеспеченности // Экономика региона. 2018. № 4. С. 1061–1075.
33. Ожидаемая продолжительность жизни при рождении. Росстат. <https://rosstat.gov.ru/folder/12781>
34. Уровень грамотности взрослого населения // Мониторинг развития информационного общества в Российской Федерации. Росстат. <https://rosstat.gov.ru/statistics/infocommunity>
35. Итоги Всероссийской переписи населения 2020 года. Росстат. https://rosstat.gov.ru/vpr_popul
36. Официальная статистическая информация по показателям социально-экономического развития Российской Федерации, необходимым для мониторинга достижения показателей национальных проектов, транспортной части комплексного плана модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2024 года и федеральных проектов, входящих в их состав (в соответствии с разделом 2.9. Федерального плана статистических работ). Росстат. <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/pokazat-2.9fcp.htm>
37. Выборочное наблюдение качества и доступности услуг в сферах образования, здравоохранения и социального обслуживания, содействия занятости населения – 2021. Росстат. https://gks.ru/free_doc/new_site/GKS_KDU_2021/index.html
38. Обследование рабочей силы. Росстат. <https://rosstat.gov.ru/folder/11110/document/13265>
39. Прекарная занятость: истоки, критерии, особенности / Под ред. Ж.Т. Тощенко. М.: Весь мир, 2021.
40. Выборочное федеральное статистическое наблюдение по вопросам использования населением информационных технологий и информационно-телекоммуникационных сетей. Росстат. https://gks.ru/free_doc/new_site/business/it/ikt21/index.html
41. Выборочное наблюдение доходов населения и участия в социальных программах – 2022 г. Росстат. https://gks.ru/free_doc/new_site/vndn-2022/index.html
42. Уровень и качество жизни населения России: от реальности к проектированию будущего / Под ред. В.Н. Бобкова, Н.В. Локтюхиной, Е.Ф. Шамаевой. М.: ФНИСЦ РАН, 2022.
43. Сведения о рынке ипотечного жилищного кредитования в России. 2023. № 1. https://www.cbr.ru/Collection/Collection/File/43825/mortgage_lending_market_2301-33.pdf
44. Распоряжение Правительства РФ от 13 февраля 2019 г. № 207-р “Об утверждении Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года”. <https://docs.cntd.ru/document/552378463>
45. Постановление Правительства РФ от 31 мая 2019 г. № 696 “Об утверждении государственной программы Российской Федерации “Комплексное развитие сельских территорий” и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации». <https://docs.cntd.ru/document/554801411>
46. Распоряжение Правительства РФ от 2 февраля 2015 г. № 151-р “Об утверждении Стратегии устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2030 года”. <https://docs.cntd.ru/document/420251273>

ЭТЮДЫ ОБ УЧЁНЫХ

“Я ПРОЖИЛ ХОРОШУЮ, ИНТЕРЕСНУЮ И СЧАСТЛИВУЮ ЖИЗНЬ” К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ АКАДЕМИКА В.И. ГОЛЬДАНСКОГО

© 2023 г. Ю. Ф. Крупянский^{a,*}

^aФедеральный исследовательский центр химической физики им. Н.Н. Семёнова РАН, Москва, Россия

*E-mail: yufk@chph.ras.ru

Поступила в редакцию 11.04.2023 г.

После доработки 13.04.2023 г.

Принята к публикации 16.05.2023 г.

Статья посвящена жизни и деятельности выдающегося химико-физика академика Виталия Иосифовича Гольданского (1923–2001). Его научные интересы были широки и включали в себя химическую физику, химию высоких энергий, ядерную химию и физику, физику элементарных частиц, биофизику. В числе его достижений – обнаружение вторичных нейтронов, возникающих при бомбардировке ядер тяжёлых элементов, что легло в основу получения плутония из урана-238; открытие электромагнитной поляризации адронов и количественное определение констант поляризуемости; пионерные работы в области мёссбауэровской и позитронной спектроскопии; открытие твёрдофазной полимеризации при сверхнизких температурах. Штрихи к портрету учёного добавляют воспоминания о нём его друзей и коллег.

Ключевые слова: В.И. Гольданский, химическая физика, мёссбауэровская спектроскопия, позитронная спектроскопия, ядерный эффект Джофенсона, твердофазная полимеризация, динамика белков, метод тритиевой планиграфии, Большой биологический взрыв.

DOI: 10.31857/S0869587323060099, EDN: SPMOYX

Действительный член АН СССР (РАН), иностранный член Национальной академии наук США, академик и научных обществ многих стран мира, лауреат Ленинской премии и Государственной премии Российской Федерации [1] Виталий Иосифович Гольданский родился 18 июня 1923 г. в г. Витебске Белорусской ССР в семье педагогов. В 1928 г. его семья переехала в Ленинград, где в 1939 г. он поступил на химический факультет университета. После начала Великой Отечественной войны всё трудоспособное население города было призвано на строительство оборонительных сооружений. Работать приходилось в условиях, близких к фронтовым, – под бомбёжками и артобстрелами. Во время одного из них Гольданский был ранен и попал в госпиталь. Далее – тяжёлая блокадная зима. В феврале 1942 г. его семья была эвакуирована по льду Ладожского озера в Казань. Там он продолжил учёбу на химическом факультете Казанского университета, одновременно начал работать в лаборатории одного

из старейших сотрудников Института химической физики (ИХФ) АН СССР С.З. Рогинского. Переехав вместе с лабораторией в Москву, он в 1944 г. закончил химический факультет Московского университета, поступил в аспирантуру к будущему нобелевскому лауреату Н.Н. Семёнову и в 1947 г. защитил кандидатскую диссертацию по проблемам катализа. Затем круг его научных интересов по необходимости круто изменился, он переключился на ядерную тематику. Постановлением правительства на Институт химической физики было возложено руководство комплексом теоретических и экспериментальных работ, связанных с созданием атомной бомбы. Многие сотрудники ИХФ, в их числе и Гольданский, меняют тематику. На синхротронном циклотроне в Дубне он провёл исследование поглощения и размножения нейтронов высоких энергий. Результатом их явилось обнаружение вторичных нейтронов, возникающих при бомбардировке ядер тяжёлых элементов, что легло в основу электроядерного бридинга – получения плутония из урана-238.

В 1954 г. на учёном совете под председательством И.В. Курчатова Виталий Иосифович успешно защитил докторскую диссертацию “По-

КРУПЯНСКИЙ Юрий Фёдорович – доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник, руководитель отдела строения вещества им. В.И. Гольданского ФИЦ ХФ РАН им. Н.Н. Семёнова.



Виталий Иосифович Гольданский. Середина 1970-х годов

глошение и размножение нейтронов высоких энергий”. В 1952–1961 гг. Гольданский работал в ФИАНе, в лаборатории В.И. Векслера. Здесь его внимание привлекла физика элементарных частиц. Прецизионные исследования фоторождения π^0 -мезонов на водороде, рассеяния γ -квантов на протонах, открытие электромагнитной поляризации адронов и количественное определение констант поляризуемости — эти его работы стали классическими и вошли во многие учебники и справочники. Всемирную известность приобрели его исследования ядер, удалённых от области β -стабильности — нейтронно-избыточных и нейтронно-дефицитных изотопов. Ему и Я.Б. Зельдовичу удалось предсказать существование ряда таких изотопов, включая сверхтяжёлый изотоп гелия, экспериментально обнаруженный несколько лет спустя. К этому же времени (~1960 г.) относится и предсказание нового типа радиоактивного распада — двухнейтронной и двухпротонной радиоактивности.

С А.И. Ларкиным в 1967 г. Гольданский предсказал ядерный эффект Джозефсона — туннелирование куперовских пар между ядрами, приводящее к резкому повышению вероятности пере-

носа таких пар в реакциях тяжёлых ионов. Это предсказание также подтвердилось в 1974–1982 гг. в лабораториях Германии, США, Италии.

В 1961 г. ВИГ (так часто за глаза называли Виталия Иосифовича его сотрудники) вернулся в Институт химической физики АН СССР; организовал в нём лабораторию ядерной и радиационной химии, которая со временем выросла в отдел строения вещества, сегодня носящий имя своего основателя.

Одним из первых направлений исследований в новой лаборатории стало изучение химических свойств позитрония — легчайшего водородоподобного атома с временем жизни 10^{-7} – 10^{-9} с. Гольданскому и его ученикам удалось исследовать все классы химических реакций позитрония: окисление, замещение, присоединение по кратным связям, орто-пара-конверсию. По сути дела, этими работами была вписана новая глава в радиохимию, и в 1977 г. Гольданский и его ученик В.П. Шантарович были удостоены премии имени В.Г. Хлопина АН СССР. Ими была обнаружена высокая чувствительность аннигиляционных характеристик позитрония к структуре окружения, что привело к созданию нового метода исследования строения вещества — позитронной спектроскопии.

Другое направление, которое начал развивать в своей лаборатории Гольданский, связано с открытием в 1958 г. немецким физиком Р. Мёссбауэром резонансного испускания или поглощения γ -квантов, получившего название эффекта Мёссбауэра. Виталий Иосифович одним из первых понял перспективы применения этого эффекта в химии как мощного инструмента исследования строения вещества. Им и его сотрудниками заложены основы нового направления — химической γ -резонансной (мёссбауэровской) спектроскопии. Гольданский первым в нашей стране начал широко применять этот эффект для изучения конкретных, часто весьма тонких проблем химии и биологии. В сравнительно короткий срок он привлёк к этим пионерным работам группу молодых сотрудников, публикации которых фактически заложили основы развития нового направления. Уже на раннем этапе работ он опубликовал монографию “Эффект Мёссбауэра и его применение в химии”, вызвавшую большой резонанс и трижды переиздававшуюся в переводе на английский. Как учёный он получает широкое признание за рубежом и остаётся лидером в этой области исследований до последних своих дней. Среди его многочисленных работ по эффекту Мёссбауэра упомянем обнаружение и объяснение асимметрии квадрупольного расщепления спектров изотропных и поликристаллических порошков вследствие анизотропии движений атомов в мо-



С Я.Б. Зельдовичем. Начало 1980-х годов

лекулах и кристаллах (эффект Гольданского—Ка-рягина).

Другой областью интересов Виталия Иосифовича стала проблема γ -лазера. В совместной с Ю.М. Каганом публикации были представлены результаты анализа возможности реализации γ -лазера, основанного на нейтронной накачке ядер с созданием инверсионной заселённости мёссбауэровского уровня. Противоречивые требования к параметрам нейтронной накачки стимулировали появление серии публикаций с подчас не очевидными идеями, авторы которых стремились определить реалистичные параметры. В результате в этой научной области сложилась система представлений, сохраняющая своё значение и сегодня. В дальнейшем Гольданский с сотрудниками возвращался к поискам оптимальных путей реализации этой задачи.

В начале 1960-х годов Гольданский совместно с И.М. Баркаловым (позднее доктор химических наук) и А.А. Берлиным (позднее академик РАН) начали исследования радиационной полимеризации ацетиленовых углеводородов. За этим последовал цикл работ, в ходе которых удалось установить основные кинетические закономерности твердофазной полимеризации. Была обнаружена полимеризация при сверхнизких (4 К) температурах, а в 1970–1973 гг. выявлен квантовый низкотемпературный предел скорости химических реакций за счёт туннельных переходов реагирующих атомов и молекулярных групп под активационным барьером. Это открытие носило революционный характер, оно показало ограниченность действия основного закона химической кинетики (закона Аррениуса) при низких температурах. За цикл работ “Обнаружение и исследо-

вание аномально быстрой полимеризации в твёрдой фазе”, опубликованных в 1959–1978 гг., академик Н.С. Ениколопов, члены-корреспонденты АН СССР В.И. Гольданский, В.А. Кабанов (оба позднее академики) и доктор химических наук А.Д. Абкин в 1980 г. были отмечены Ленинской премией. Обнаружение химической реакционной способности вещества вблизи абсолютного нуля позволило предложить новые варианты объяснения образования сложных молекул в глубоком космосе, что и подтвердило открытие астрофизиками полиформальдегида. На примере полимеризации этого соединения было показано, что скорость процесса с понижением температуры отклоняется от уравнения Аррениуса и выходит на плато при температуре ниже 12 К.

К началу 1970-х годов обычная мёссбауэровская спектроскопия, которой Гольданский уделял много внимания в предшествующем десятилетии, практически перестаёт его интересовать, однако этот метод исследования развивают его ученики Е.Ф. Макаров, И.П. Суздалев, Р.А. Стукан и Ю.В. Максимов с коллективом сотрудников, аспирантов, студентов. Сам Виталий Иосифович, помимо увлечения химическими реакциями при низких температурах, обращается к исследованию биологических систем. (Этому способствовал пример его американского друга и коллеги Г. Фрауэнфельдера, прошедшего во многом такой же путь в науке, как и Гольданский. Сверстник Виталия Иосифовича, он начал с ядерной физики, затем занимался эффектом Мёссбауэра, а с 1972 г. — физикой и кинетикой белковых макромолекул, получая при этом очень интересные результаты.) В 1974–1975 гг. Гольданский организовал в отделе Института химической

физики семинары по динамическим и функциональным свойствам белков. В числе выступавших на них — доктор химических наук Г.И. Лихтенштейн из Черногловки и доктор биологических наук (с 2022 г. академик РАН) А.Б. Рубин из МГУ. С тех лет значительная часть широчайших научных интересов Виталия Иосифовича связывалась с изучением динамики белков. Это направление начинает резко выделяться и в мёссбауэровской спектроскопии. Многих исследователей, включая автора этих строк, увлекли методики применения рэлеевского рассеяния мёссбауэровского излучения для изучения динамики белков.

Гольданскому удалось наладить тесное сотрудничество с мюнхенским Институтом Е-15 профессора Р. Мёссбауэра, где велись лучшие работы с применением мёссбауэровского эффекта. С 1975 по 1996 г. с регулярностью два раза в три года проводились двусторонние семинары СССР—ФРГ по мёссбауэровской спектроскопии, пользовавшиеся большой популярностью как в СССР (России), так и в Германии. Научный их уровень был чрезвычайно высоким, в Мюнхен в качестве участников и гостей съезжались учёные не только двух стран, но и других. Постепенно выкристаллизовывалась программа семинара. В отличие от обычных мёссбауэровских конференций, включавших в свою повестку проблемы изучения всего, что есть во Вселенной, очевидный лидер семинара директор Института Лауэ-Ланжевена в Гренобле и одновременно Института Е-15 нобелевский лауреат Р. Мёссбауэр при участии лидеров с советской стороны В.И. Гольданского (ИХФ АН СССР) и Ю.М. Кагана (ИАЭ им. И.В. Курчатова) довольно чётко определил тематику семинара: динамика белков (совместно с ИХФ АН СССР) и когерентные явления (с Курчатовским институтом). Таким образом, наши работы по динамике белков сразу привлекли внимание научной общественности.

Гольданский считал (и убеждал в этом других), что международное сотрудничество с самыми сильными учёными в данной области необходимо для развития отечественной науки, и делал всё возможное для установления международных связей. В 1981 г. он организовал Международный симпозиум СССР—США по квантовой динамике и реакционной способности сложных молекул. На нём рассматривались вопросы квантового предела скорости химических реакций и динамических свойств белков. Несмотря на крайне натянутые отношения между двумя странами, Гольданскому совместно с членом Национальной академии наук США профессором Г. Фрауэнфельдером (Иллинойский университет, Урбана-Шампейн, США) удалось провести семинар в Венгрии, чему способствовал директор Биологического научного центра Венгерской академии наук профессор Л. Кестхели. Виталий Иосифо-

вич собрал блестящую команду советских биофизиков (доктор химических наук Л.А. Блюменфельд, доктора физико-математических наук О.Б. Птицын, Д.С. Чернавский, М.Д. Франк-Каменецкий). Из молодых участвовали автор этих строк и Е.Н. Фролов. Из американских учёных следует выделить самого Г. Фрауэнфельдера, а также молодого и неизвестного тогда, но в наши дни одного из корифеев физики белка П. Волинса. На симпозиуме присутствовали также видные учёные из ФРГ и других стран. Начиная с 1975 г. Гольданский организует семинары с участием учёных Мюнхенского технического университета.

У Виталия Иосифовича было любимое выражение: “Если сказал А, не будь Б”. Цитирую его неслучайно. В 1983 г. Гольданский поручил мне и В.Н. Флёрову подготовить статью о низкотемпературной теплоёмкости белков. Эта проблема тесно связана с изучением динамики белков и вопросом об энергетическом ландшафте¹. Если белки имеют сложный энергетический ландшафт, а не простой гармонический, то их низкотемпературная теплоёмкость должна быть аналогичной низкотемпературной теплоёмкости стёкол. Мы с Флёровым написали черновик статьи, где на основе анализа данных по динамике белков проводилась именно такая аналогия. Статья Виталию Иосифовичу понравилась, но он решил её усилить. Он любил броский, “американский” стиль, поэтому вынес стеклоподобность в заголовок статьи. (Замечу, что в те годы в советской биофизике в моде были категоричные суждения о том, что может существовать в реальности, а что — никогда. Если эксперименты противоречат неким догмам, значит они неправильны.) Указанная работа была опубликована в журнале “Доклады Академии наук” и получила широкую известность как в Советском Союзе, так и за рубежом. Именно известность этой статьи обернулась нам боком.

В Москве в то время действовал семинар замечательного физикохимика и биофизика члена-корреспондента АН СССР М.В. Волькенштейна, куда меня любезно пригласили. Михаилу Владимировичу, мягко говоря, не понравились ни сама статья, ни её рекламный “американский” стиль. При мнении, что наша работа в целом правильна, остались лишь мой соавтор В.Н. Флёров и Виталий Иосифович, который меня очень поддержал. Тем не менее противоречивое суждение о работе сохранялось долго, особенно потому, что её расхвалил Г. Фрауэнфельдер в статье, опубликованной в журнале “Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA”. Я до сих пор преклоняюсь перед научными заслугами М.В. Волькенштейна, его энциклопедическим образованием, его шко-

¹ Читателей, заинтересовавшихся энергетическим ландшафтом и динамическими свойствами глобулярных белков, автор адресует к работе [2].



С Ю.Б. Харитоном. 1980-е годы

лой и нахожу всё новые интересные страницы в его многочисленных книгах. К сожалению, первое близкое знакомство с ним вышло комом, но так иногда случается в ревнивом научном мире.

В 1991 г. в качестве учёного секретаря я участвовал в организации семинара СССР—США в Черногловке, который так и назывался “Белки и стекла”. Это был определённый ответ тому небольшому семинару у М.В. Волькенштейна. Сопредседателями выступили В.И. Гольдманский и Г. Фрауэнфельдер, который привёз из США команду многих лучших на то время американских биофизиков, в том числе М. Карплуса, будущего нобелевского лауреата. Нам, в свою очередь, удалось собрать весь цвет советской биофизики, что для неё в итоге обернулось потерями, так как более половины советских участников этого семинара вскоре оказались в США или в других странах и надолго. Вместе с перестройкой и развалом страны пришли тяжёлые для отечественной науки времена.

В начале 1990-х годов Гольдманский развил метод тритиевой планиграфии. В лаборатории, которую возглавил А.В. Шишков, разрабатывался метод бомбардировки биомакромолекул атомарным тритием. В сочетании с теоретическими моделями, имитационными компьютерными алгоритмами, используемыми для предсказания структуры белков, он перерос в метод тритиевой планиграфии, открывший возможность изучения поверхности биомакромолекул на уровне аминокислотных остатков и даже отдельных атомных групп и до настоящего времени служащий важ-

ным подспорьем в изучении биологических структур. За эту работу авторскому коллективу в составе академиков В.И. Гольдманского, А.С. Спирина, докторов химических наук А.В. Шишкова, Л.А. Баратовой, кандидатов химических наук Е.Н. Богачёвой, А.В. Волынской и др. присуждена Государственная премия Российской Федерации в области науки и техники за 2000 год.

Начиная с 1960-х годов Гольдманского глубоко интересовали проблемы возникновения биологической гомохиральности, предбиологической эволюции, иными словами — возникновения жизни. “Нас интересует проблема того, как в мире, где уже возникли простейшие органические молекулы, как в таком мире могли возникнуть простейшие органические структуры”, — задавался вопросом Виталий Иосифович. Именно он и сотрудник Всесоюзного НИИ по биологическим испытаниям химических соединений² Л.Л. Морозов, с которым Гольдманский плотно сотрудничал по этой теме, ввели в 1984 г. в научный обиход термин “Большой биологический взрыв” — они ассоциировали его с возникновением ферментов.

В 1984 г. Л.Л. Морозов трагически ушёл из жизни, а после ликвидации в 1985 г. НИИ БИХС Гольдманский, спасая в этот драматический период новое научное направление, взял под своё

² Институт был создан по инициативе выдающегося учёного в области медицинской биофизики Л.А. Пирузяна (академик РАН с 2000 г.), который возглавлял его с 1972 по 1984 г. Институт располагался в п. Старая Купавна Ногинского района Московской области.

крыло в Институт химической физики сотрудников группы Л.Л. Морозова доктора химических наук В.А. Кузьмина и В.А. Аветисова (тогда кандидата, а позднее доктора физико-математических наук), на которого Виталий Иосифович возложил обязанности руководителя теоретической лаборатории. Следует отметить цикл работ В.И. Гольданского, В.В. Кузьмина и В.А. Аветисова 1989–1996 гг., посвящённых сценарию “хиральной катастрофы” в возникновении биологической гомохиральности. (Основные идеи изложены в публикациях в ведущих российских и международных журналах, например [3].) Однако услышать “труб, поющих медь” авторам не довелось. К тому времени, когда сценарий “хиральной катастрофы” стал уже широко признанным, “хиральные дефекты”, которые вначале представлялись важным аргументом в пользу этого сценария, привели к логике, угрожавшей его разрушить. По словам Аветисова, «получалось так, что “хиральная катастрофа” имела бы существенное значение только в том случае, если бы вместе с гомохиральными полимерами сразу возникли все атрибуты сложнейшего механизма биологической репликации. Опять же, из-за “катастрофы ошибок”. Иначе говоря, дарвиновская эволюционная парадигма “сжимала” процесс зарождения жизни до одномоментного её появления во Вселенной. Но чего уж тогда мудрить — в Библии именно это и написано. Вот так “хиральные дефекты” привели к осознанию того, что в рамках общепринятой эволюционной парадигмы проблема возникновения биологической гомохиральности разрешена быть не может» [1, с. 204].

Отходя от собственно научной биографии Гольданского, коротко о стиле его работы в ИХФ (время с середины 1970-х до середины 1980-х). Его кабинет во 2-м корпусе института был очень маленьким, перед ним располагался “предбанник”, в котором всегда что-то печатали его помощницы Дора Александровна и Лиля. До появления Гольданского в отделе — тишь, гладь, благодать. Сотрудники чем-то заняты, переговариваются друг с другом. Появляется стремительный Виталий Иосифович, буквально врывается в свой кабинет, берёт телефонную трубку, набирает номер, разговаривает, одновременно берёт другую трубку, начинает разговаривать и по второму телефону. Чуть ли не одновременно просит пригласить нескольких сотрудников, раздаёт обим помощницам стопку писем для напечатания — дело закрутилось. Как будто в отделе кто-то включил мотор и все сотрудники, особенно те, кто только что вышел из кабинета Гольданского, начинают работать (крутиться) существенно быстрее и веселее. И так каждый день.

Когда он появлялся в институте, загружал работой всех и вся. Но он и сам постоянно работал. Посещая его в больнице в дни его нездоровья, не-

однократно был свидетелем, как он, сидя за столом, писал или редактировал статью, книгу. Летишь с ним в самолёте, видишь, что он либо пишет что-то в блокноте, либо что-то считает. Практически никогда не видел его без дела. Дома он работал при включённом музыкальном центре — очень любил музыку. Это меня удивляло, сам я так не могу. Виталий Иосифович был прекрасным докладчиком, умел сложные вещи излагать в простой и доступной форме. Но однажды я узнал, как готовятся эти прекрасные доклады. На одном из первых семинаров в Мюнхене в гостинице мой гостиничный номер и номер Гольданского разделяла лишь стена. На завтра у меня доклад, я очень волнуюсь, начинаю писать текст и думаю: “Как хорошо Виталию Иосифовичу, ему так просто делать доклады, а я мучаюсь”. Вдруг слышу какой-то шум за стеной, кто-то проговаривает раз за разом на английском научный текст. Наконец понимаю — это готовится к выступлению Гольданский. Оказывается, его блестящие доклады — результат огромного труда.

Мне, да, думаю, и большинству сотрудников отдела казалось, что Виталию Иосифовичу с лёгкостью удавалось практически всё. Цитирую ответственный адрес к его 70-летию: «Спектр Вашей деятельности шире спектра движений в белковой глобуле, а эффективность её не уступает эффективности ферментов. Действительно, столько увлечений — и все удачные. Ядерная физика — открытие, и не одно. Ядерная химия — создание новой области науки. Химическая физика — и опять фундаментальное открытие, на сей раз квантового низкотемпературного предела скорости химических реакций за счёт туннелирования. Биология — создание нового направления в области происхождения жизни и принесение стекольных представлений в энергетический ландшафт и динамические свойства белков. Вы — отец эффекта Мёссбауэра в бывшем Советском Союзе, создатель физической химии позитрона и позитрония. У Вас званий и грамот больше, чем у всех сотрудников отдела строения вещества вместе взятых. Вы не только выдающийся, но и блестящий учёный. Именно на Вашем примере в наступившее скудное для науки время мы понимаем, что ещё не у всех учёных жизнь стала унылой и серой. Мы видим, что и учёные могут ходить на светские рауты и презентации, выступать по телевидению, посещать посольства и часто выезжать за границу. Вы знаете людей, которые придумали и опубликовали импакт-факторы, людей, которые распределяют деньги “доброе” Сороса и другие ценные гранты. Но главное — эти люди хорошо знают Вас и любой Ваш совет стоит многого. Вы — единственный представитель отдела на мировом научном олимпе. Поэтому само Ваше наличие в отделе помогло удержать в российской науке многих сомневающихся коллег».



С В.Л. Гинзбургом. 1990-е годы

На самом деле Гольданскому с лёгкостью удавалось далеко не всё, да и лёгкость часто оказывалась лишь видимостью, за которой стоял колоссальный труд. В этой связи хочу рассказать о его взаимоотношениях с биологами. Как я уже упоминал, Виталия Иосифовича чрезвычайно интересовали биологические проблемы, например, функционирования белков. Динамические и функциональные их свойства изучались в широком диапазоне температур (от самых низких (2 К) до комнатных и выше (≈ 330 К), времён (от фемтосекунд до десятков килосекунд), давлений (0.1–200 МПа), вязкостей растворителя (от 1 до 10^{-5} сантипуаз) и степеней гидратации. При этом подходы, применявшиеся им, Г. Фрауэнфельдером, Б. Чансом, представлялись очень уж необычными классическим биологам и биохимикам. Поскольку всё необычное всегда встречает сильное сопротивление, отечественные биохимики не очень приветствовали такие исследования, с настороженностью и недоверием относились к их результатам. Помню, с одним из проектов такого рода исследований я ездил в совет, распределявший финансирование. Секретарь совета поинтересовался, почему проект подписан не лично В.И. Гольданским, а его заместителем. “Может, это не так уж и важно?” — спросил я секретаря. “Нет, это очень важно, потому что так Виталий Иосифович будет думать, что отказали его

заместителю, но если он подпишет проект сам, то будет уверен, что отказали лично ему”. Я повёз бумаги назад, и, действительно, вскоре был получен отказ. Так что ответной любви от биологов и биохимиков Гольданский не получил; неслучайно многие биофизики, включая и его, считали и продолжают считать, что биофизику следует относить к физическим, а не к биологическим наукам. (Напомню, что Гольданский с 1990 по 1996 г. возглавлял Комиссию по биологической физике Международного союза по чистой и прикладной физике.)

Мои воспоминания как сотрудника Виталия Иосифовича несколько однобоки, поэтому дополняю их воспоминаниями о нём его коллег и друзей.

Академик А.Л. Бучаченко: “В.И. Гольданский занимал высокие посты — и общественные, и административные: был директором института, а потом генеральным директором Объединённого института химической физики, но он никогда не был начальником. Кто-то сказал, что главный признак интеллигента — нетерпимость к насилию и принуждению как по отношению к себе, так и по отношению к другим. Виталий Иосифович предлагал, убеждал, не соглашался, искал приемлемые решения, но никогда не диктовал, не приказывал, не давал указаний. И у него всегда всё получалось... Он не признавал аргументов силы,



С супругой Л.Н. Семёновой. 1970-е годы

но хорошо знал силу аргументов и использовал только её” [1, с. 159].

Из воспоминаний, опубликованных в “Независимой газете” 25 июня 2008 г.

«Корреспондент: “Вас во всех словарях-справочниках представляют как физико-химика. А работаете вы в Институте химической физики. Налицо своеобразная асимметрия”... “Когда-то шутили, что между физической химией и химической физикой разница такая же, как между медалью “За трудовую доблесть” и медалью “За доблестный труд”, — последовал ответ Гольданского. — Ну а если говорить серьёзно, химическая физика — это экстраполяция на химию физики микромира”».

4 октября 1978 г. на 16-й странице “Литературной газеты” под рубрикой «Бенефис “Клуба 12 стульев”» была опубликована подборка юмористических материалов некоего О. Донского, научного сотрудника. «Знание фундаментальных физических и химических законов, — отмечалось

в комментарии редакции газеты, — не помешало ему усвоить законы юмора, что лишний раз подтверждает надуманность проблемы “физики и лирики”». “Я очень уважаю Бойля-Мариотта и Гей-Люссака, — заявлял бенефициант, — но ничуть не меньше — Ильфа-Петрова”. За время, минувшее с этой публикации, автор заметок, скрывавшийся под псевдонимом О. Донской, стал одним из самых титулованных советских, а затем российских учёных. Однако высокие титулы не помешали ему оставаться приверженцем юмора. Доказательством тому служат публикуемые в сборнике [1] материалы призёра конкурса “Золотой телёнок” О. Донского, который на самом деле оказался В.И. Гольданским.

Приведу некоторые из шуточных характеристик известных учёных, с которыми он работал и дружил.

О Я.Б. Зельдовиче: “Не стал нобелевским лауреатом лишь из-за бесконечных споров в Сток-

гольме — давать ему премию по физике или по химии”.

О Ю.Б. Харитоне: “Может ли считаться пороком полное отсутствие пороков? Человек железной воли и редкого мужества”.

О В.Л. Гинзбурге: “Когда он на трибуне, нельзя не заслушаться! Беда лишь в том, что при этом он заслушивается подчас себя и сам”.

А вот отрывки из воспоминаний В.Л. Гинзбурга о В.И. Гольданском:

«Теперь, когда пишу, с сожалением думаю о том, что уже не могу расспросить Витю о многом. Стараюсь по отрывочным воспоминаниям понять, что скрывалось за обычной Витиной живостью и весёлостью. Я вовсе не считаю, что эти живость и весёлость были показными, слово “скрывалось” неточное. Но, как мне кажется, был и какой-то другой слой, обусловленный нелёгким детством, блокадным Ленинградом, болезнями... За болтовнёй, танцами, флиртом, весёлой компанией, заботами об успехе не забывалась горечь жизни, копилось понимание того, “что такое хорошо, а что такое плохо”. Ради неких благ Вите случалось идти на компромиссы, будем это так называть. Но, особенно в последний период жизни, он всё больше, как мне кажется, поднимался над суетностью академической жизни с её мелкими дрязгами, тщеславием и безыдейностью» [1, с. 157].

О И.М. Халатникове: “Провидец рыночной экономики, директор канала утечки мозгов”.

Из воспоминаний И.М. Халатникова: «Глядя на Витину карьеру, некоторые считали его любимчиком власти. На эту любовь списывали многие его достижения, которых он добился, благодаря своему яркому таланту. Его, сравнительно молодого, избрали в АН, рано и почти без “ограничений” стали пускать за границу и даже доверяли номенклатурные посты — он в течение многих лет был одним из заместителей председателя Всесоюзного общества “Знание”. Но я не знаю фактов, где он пошёл бы на сделку с совестью... Благодаря острому языку и эрудиции Витя всегда становился центром притяжения в любом обществе. Круг его друзей был очень широк и включал много ярких личностей. Послевоенные годы и начало 50-х были нелёгкими для интеллигенции — это и лысенковщина, и космополиты, и врачи-убийцы... Правда, физики, занимавшиеся “важными делами”, были в известной степени защищены... Несмотря на невесёлый общий фон, наша жизнь была полна шуток, розыгрышей. Витя здесь был одним из главных затейников. Образовалось известное трио, в которое входили три поэта — Витя Гольданский, Яша Зельдович и Шура Компанеец... У Вити с заграничными делами всё обстояло проще. Он начал ездить за границу значительно раньше всех своих коллег. Но и его

поездки зависели от “климатических условий”... Наконец в стране началась перестройка. Витя очень увлёкся политикой и Горбачёвым, был избран народным депутатом... Витя искренне поверил в Горбачёва и был активистом Межрегиональной группы, а мне говорил: “Я знаю, что ты ельцинист, и знаю, почему. Твоя Валя Глебовская играла с Ельциным в волейбол в Свердловске в студенческие годы”. Его любовь к Горбачёву не знала меры» [1, с. 317].

Из воспоминаний Ю.М. Кагана: “...Жизнелюбие Вити всегда служило примером. Он был замечательный танцор, всегда радовался, когда вечера были с танцами. Витя имел редкую для 60–70-х годов коллекцию джазовой музыки. Он всегда был в центре всех встреч и неизменно пользовался успехом у женщин. Всё это не мешало ему быть исключительно тёплым по отношению к друзьям, их детям и близким... Витя был на редкость многосторонней личностью. В первую очередь, она проявлялась в его активной общественной позиции. Он играл заметную роль в жизни Академии наук. Он восторженно принял перестройку, поверив в её необратимость. Витя осознанно хотел быть делегатом 1-го съезда народных депутатов, чтобы быть в центре политической жизни страны... На съезде он вошёл в межрегиональную группу и был очень активен. Стой поры у него сохранялись добрые отношения с М.С. Горбачёвым” [1, с. 161].

В 1991 г. В.И. Гольданский получил премию имени А. Гумбольдта, что открыло возможность заниматься научными проектами в сотрудничестве с немецкими учёными. В последующие годы он по несколько месяцев проводил в Германии, в институте, возглавлявшемся тогда профессором Ф. Параком. Он мог брать с собой нескольких сотрудников, поэтому В.Е. Прусаков, Е.Н. Фролов и автор этой статьи получили возможность по 2–3 месяца в году работать в этом институте. С Виталием Иосифовичем всегда выезжала его верная и надёжная спутница жизни Людмила Николаевна Семёнова.

В заграничных командировках Гольданский чувствовал себя более раскованным, свободным, с него сваливался груз ответственности, который он нёс на протяжении многих лет. С ним становилось легко и свободно говорить на самые разные темы, чего практически не удавалось в Москве. Людмилу Николаевну я уже хорошо знал, так как к этому времени часто заходил в московскую квартиру Гольданского, а летом посещал его на даче в Луцино. Людмила Николаевна — добрый гений Виталия Иосифовича, необычайно жизнерадостная, “звонкая” гостеприимная женщина делала всё, чтобы Виталию Иосифовичу было комфортно и в Германии.

Расскажу об одном из вечеров, проведённых Ю.А. Берлиным, Е.Н. Фроловым, В.Е. Прусаковым и мной в мюнхенской квартире Гольданских. Людмила Николаевна решила устроить обед, сначала он был простой, потом на столе появилось вино, бутылка коньяка, и обед перешёл в праздничный безо всякой на то причины. Я редко видел Виталия Иосифовича в таком хорошем и доброжелательном настроении. Он в тот год уже неважно себя чувствовал, но гостям это было незаметно. Когда дело дошло до коньяка, слово взял Виталий Иосифович. “Друзья мои, — обратился он к нам, — видимо, то, что я говорю, я говорю прежде всего для себя. Я уже прожил довольно долго, я не знаю сколько мне ещё предстоит прожить, но уже сейчас могу уверенно сказать,

и хочу, чтобы об этом знали вы: я прожил хорошую, очень хорошую, интересную и счастливую жизнь”.

ЛИТЕРАТУРА

1. Академик Виталий Иосифович Гольданский: избранные статьи, воспоминания / Сост. Ю.Ф. Крупянский; отв. ред. А.А. Берлин. М.: Наука, 2007.
2. Крупянский Ю.Ф., Гольданский В.И. Динамические свойства и энергетический ландшафт простых глобулярных белков // Успехи физических наук. 2002. № 11. С. 1247–1269.
3. Аветисов В.А., Гольданский В.И. Физические аспекты нарушения зеркальной симметрии биоорганического мира // Успехи физических наук. 1996. № 8. С. 873–891.

ЭТЮДЫ ОБ УЧЁНЫХ

ВОЕВОДА РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ
К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ АКАДЕМИКА В.Ф. УТКИНА

© 2023 г. Н. Г. Паничкин^{а,*}

^аЦентральный научно-исследовательский институт машиностроения, Королёв, Россия

*E-mail: panichkinng@tsniimash.ru

Поступила в редакцию 02.05.2023 г.

После доработки 10.05.2023 г.

Принята к публикации 22.05.2023 г.

Представленная статья освещает наиболее важные этапы жизни и деятельности В.Ф. Уткина — выдающегося советского и российского учёного, конструктора и организатора работ в области ракетно-космической техники, академика АН УССР (1976), АН СССР (1984, с 1991 г. — РАН), Международной академии астронавтики и Академии космонавтики им. К.Э. Циолковского (президент с 1997 по 2000 г.). Уткин принимал непосредственное участие в развитии ракетно-космической отрасли страны. Под его руководством созданы стратегические шахтные и мобильные ракетные комплексы, а также космические аппараты. Невозможно переоценить вклад Владимира Фёдоровича в становление ракетно-ядерного щита России.

Ключевые слова: В.Ф. Уткин, баллистическая ракета, космический аппарат, ракетно-космическая техника, ракетно-космический комплекс, главный конструктор, экспериментальная база, научно-исследовательские работы.

DOI: 10.31857/S0869587323060129, **EDN:** SOGQLQ

Владимир Фёдорович Уткин родился 17 октября 1923 г. в местечке Пустобор Ерахтурского района Рязанской области (ныне — территория Касимовского района) [1, 2]. Его отец, Фёдор Дементьевич, работал плановиком-экономистом на чугунолитейном заводе, а мать, Анисия Ефимовна, вела домашнее хозяйство и воспитывала детей. У Владимира было три брата — Николай, Пётр и Алексей¹. Именно Владимир и Алексей впоследствии связали свою жизнь с ракетно-космической отраслью, став выдающимися учёными и конструкторами. Из Пустобора семья переехала в посёлок Лашма, где Владимир Фёдорович про-

¹ Отец скоропостижно скончался в 1940 г., и братья рано повзрослели, тянулись к знаниям. Старший Николай (1919–1989) окончил Ленинградский военно-механический институт, стал профессором, а затем проректором института. Пётр (1925–1974) посвятил себя укреплению обороны страны, дослужился до полковника, но, к сожалению, умер, не дожив до 50 лет. Алексей (1928–2014) — главный конструктор КБ специального машиностроения, спроектировал стартовый комплекс и подвижной состав для Боевого железнодорожного ракетного комплекса.

ПАНИЧКИН Николай Георгиевич — кандидат физико-математических наук, научный руководитель прикладных исследований ЦНИИмаш.



Владимир Фёдорович Уткин (1923–2000)



Семья Уткиных

В первом ряду отец Фёдор Дементьевич, мать Анисия Ефимовна, за ними (слева направо) братья Николай, Пётр, Алексей и Владимир

вёл детство и с отличием окончил среднюю школу № 2 в Касимове. За выпускным вечером 21 июня 1941 г. последовало утро, когда фашистская Германия напала на СССР. В ряды Красной Армии Владимира призвали в августе 1941 г. После окончания Ульяновского военного училища связи он был определён в 21-й отдельный полк связи. С мая 1942 г. принимал участие в боевых действиях на Волховском, Северо-Кавказском, Южном, 4-м и 1-м Украинских, 3-м и 1-м Белорусских фронтах, пройдя путь от Волхова до Берлина, от рядового до старшины. За мужество и отвагу, проявленные в годы Великой Отечественной войны, он был награждён двумя орденами Красной Звезды, орденом Отечественной войны II степени, многочисленными медалями.

Возвратившись в родной посёлок, В.Ф. Уткин устроился на работу старшим комендантом в Лашманское ремесленное училище № 5. В 1946 г. поступил в Ленинградский военно-механический институт (где учился младший брат Алексей, а старший Николай преподавал) на факультет реактивного вооружения. В 1952 г. он успешно защитил диплом у выдающегося специалиста по ракетной технике Ю.А. Победоносцева и по распределению направлен (вместе с женой и двухлетней дочерью) в НИИ-4 Министерства обороны СССР в посёлок Болшево под Калининградом (ныне — район Королёва). В институте Уткин был на хорошем счету, однако поставленные здесь пе-

ред ним задачи носили вспомогательный характер, кроме того, молодой семье не хватало средств для оплаты съёмного жилья. Всё это в совокупности подтолкнуло Уткина к принятию решения о переводе в конструкторский отдел автозавода № 586 (Днепропетровск, Украина), перепрофилированный в то время под производство первых серийных баллистических ракет дальнего действия Р-1 и Р-2 разработки НИИ-88. Изменения на заводе повлекли за собой широкомасштабное промышленное и жилищное строительство, которое предусматривало обеспечение вновь привлекаемых специалистов индивидуальным жильём. Уткиным предложили общественное жильё с последующим заселением в квартиру. Таким образом, НИИ-4 потерял ценного сотрудника, но отечественная ракетная промышленность приобрела выдающегося конструктора.

За два с небольшим года В.Ф. Уткин прошёл путь от инженера-конструктора до начальника отдела. В 1954 г. конструкторский отдел преобразовали в ОКБ-586 (с 1966 г. — КБ «Южное») во главе с Михаилом Кузьмичом Янгелем. В 1961 г. в возрасте 37 лет Уткин стал его заместителем, а в 1967 г. — первым заместителем главного конструктора. В то время М.К. Янгель уже тяжело болел, и ответственность за работу коллектива постепенно переходила на первого зама. После кончины Янгеля в 1971 г. Владимир Фёдорович занял его пост.

В период с 1971 по 1990 г. под руководством Уткина было сконструировано четыре поколения стратегических ракетных комплексов, более 80 типов спутников военного и научного назначения, выведено на орбиты более 300 космических аппаратов, создано несколько типов ракетоносителей.

Особое место среди мировой оборонной техники занимает созданный при непосредственном руководстве Уткина тяжёлый ампулизованный ракетный комплекс “Воевода” — двухступенчатая межконтинентальная баллистическая ракета большой дальности на жидком топливе. Ракета обладает повышенной живучестью в условиях ядерного взрыва и имеет технические возможности преодоления противоракетной обороны. Командование НАТО присвоило ей индекс SS-18 и устрашающее наименование “Сатана”. Появление этого комплекса, признанного американскими экспертами лучшим в мире ракетным оружием XX в., вынудило США пойти на переговоры об ограничении стратегических вооружений. По словам министра общего машиностроения СССР С.А. Афанасьева, президент США Дж. Форд во время визита в Советский Союз просил Л.И. Брежнева снять с дежурства хотя бы одну ракету SS-18, но ему было отказано. К сожалению, позже в рамках договоров о сокращении стратегических наступательных вооружений СНВ-I и СНВ-II значительное количество этих комплексов было ликвидировано.

Следует упомянуть, что среди стратегически важных ракетных комплексов, принятых на вооружение, числится единственный в мире мобильный комплекс железнодорожного базирования. Попытки приспособить железнодорожные платформы под стартовые площадки для ракет предпринимались ещё инженерами фашистской Германии. Однако истинного успеха в этом направлении удалось добиться лишь конструкторам Владимиру и Алексею Уткиным. Под руководством старшего брата создана межконтинентальная баллистическая ракета и её железнодорожная версия (“Скальпель”, по классификации НАТО) на твёрдом топливе.

Боевой железнодорожный ракетный комплекс называли поездом-призраком: курсируя по железным дорогам, он становился практически неуловимым для противника, а во время боевого дежурства в любой момент был готов выпустить ракету с ядерной боеголовкой. В США так и не смогли сконструировать аналог.

На базе разработанных в КБ боевых ракет были созданы ракеты-носители космических аппаратов “Космос”, “Интеркосмос”, “Циклон-2”, “Циклон-2А”, “Циклон-3”. Именно носитель “Космос” 16 марта 1962 г. вывел на орбиту искусственный спутник Земли “Космос-1”, ставший



Старт “Воеводы”

первым в этой серии спутников, которая пополняется до сих пор. На основе серийных унифицированных спутников “Интеркосмос” (первый пуск, “Интеркосмос-1”, осуществлён 14 октября 1969 г.) развернули широкие исследования в рамках международной программы освоения и использования космического пространства “Интеркосмос”, в которой принимали участие учёные Болгарии, Чехословакии, Венгрии, Польши, ГДР, Румынии, Монголии, Кубы, Франции, Швеции и ряда других стран.

В мировом ракетостроении высшим техническим достижением XX в. считался ракетно-космический комплекс “Зенит”, созданный под руководством и при активном личном участии В.Ф. Уткина, отличительные особенности которого — экологически чистые компоненты топлива, до сих пор самый мощный в мире жидкостный ракетный двигатель ЖРД-170 (171) с тягой 740 тс на первой ступени, автоматический старт (заправка и подготовка ракеты к пуску проходят без присутствия людей на стартовой площадке) и ряд других прорывных технологий. Первая ступень “Зенита” с успехом использовалась на сверхтяжё-

лом носителе “Энергия” в качестве боковых блоков. В международном проекте “Морской старт” в качестве средства выведения также был выбран “Зенит”.

За год до распада СССР, в ноябре 1990 г., В.Ф. Уткин был назначен директором Центрального научно-исследовательского института машиностроения (ЦНИИмаш, Калининград, Московская область, ныне — Королёв) — головного НИИ ракетно-космической отрасли. Эту должность он занимал вплоть до своей кончины в 2000 г.

ЦНИИмаш был хорошо знаком Владимиру Фёдоровичу. В процессе создания комплексов он лично курировал реализацию многочисленных новаторских решений, часто приезжал в институт и совместно с его специалистами решал возникавшие проблемы. Особые отношения сложились у него с инженерами-прочнистами и их руководителем А.В. Кармишиным. Такое тесное сотрудничество позволило успешно решить задачи повышения стойкости шахтных сооружений, создания в КБ “Южное” уникального полноразмерного стенда для воспроизведения вибронгрузок, действующих на разрабатываемый железнодорожный подвижной ракетный комплекс в процессе его постоянного передвижения, и многие другие.

Уткин бережно отнёсся ко всему научному богатству, которое было накоплено в институте до его прихода: тематике работ, структуре, сотрудникам и руководителям подразделений, уникальной экспериментальной базе, требующей огромных ресурсов на её содержание. Однако его заслуга не ограничивается только сохранением существовавшего научно-технического потенциала. Понимая исключительную важность экспериментально-испытательной базы для отработки ракетно-космической техники, он уделял большое внимание её совершенствованию, в частности, была введена в эксплуатацию крупнейшая в Европе сверхзвуковая аэродинамическая труба. Кроме того, Владимир Фёдорович принял решение о развёртывании в институте опытно-конструкторских работ (помимо научно-исследовательских).

Уткин пришёл в ЦНИИмаш накануне крайне тяжёлого для всей страны, особенно для оборонно-промышленного комплекса, периода деструктивных процессов в экономике. Прекратило существование Министерство общего машиностроения, бюджетное финансирование по направлению ракетно-космической техники сократилось более чем в 100 раз. Уже не шла речь о развитии института — само его существование оказалось под угрозой, не было средств ни на заработную плату, ни на содержание инфраструктуры. Надо было бороться с модными в ту пору идеями о приватизации и расчленении института

на частные мелкие организации по отдельным направлениям. Владимир Фёдорович начал бомбардировать письмами руководителей всех уровней, вплоть до Председателя Правительства и Президента, лично встречался с ними, постоянно выступал на парламентских слушаниях в Государственной думе и её комитетах. Только благодаря активным действиям директора ЦНИИмаша, его огромному авторитету в научных, военных и политических кругах удалось вывести институт из кризисного состояния и сохранить его в качестве головного научно-исследовательского учреждения ракетно-космической промышленности.

После учреждения в феврале 1992 г. Российского космического агентства ЦНИИмашу было поручено сформировать Федеральную космическую программу, предусматривавшую сбалансированное развитие всех направлений космической деятельности России. Разработанный под руководством В.Ф. Уткина проект был одобрен Российским космическим агентством, Межведомственной комиссией по космосу и утверждён постановлением Совета Министров РФ № 1282 от 11.12.1993 г. Наличие этой государственной программы позволило отечественной ракетно-космической промышленности выжить в условиях перехода от плановой системы хозяйствования к слабо контролируемой рыночной экономике.

Будучи действительным членом Академии наук СССР (затем — РАН), а также членом президиума академии с 1988 по 1992 г., Уткин прилагал огромные усилия для реализации крупных космических проектов, связанных с созданием тяжёлых космических астрофизических обсерваторий “Спектр” и автоматического космического комплекса для исследования Марса. Возглавляемая им специальная совместная комиссия Российского космического агентства и РАН координировала работы участников проекта, искала пути ускорения его завершения, добивалась получения недостающего финансирования, привлечения средств из-за рубежа в рамках международного сотрудничества.

Для выживания ЦНИИмаша в условиях ограниченных заказов по основной тематике весь его невостребованный научно-технический потенциал нужно было направить на решение различных народно-хозяйственных задач. Поощрялись и поддерживались десятки проектов, от достаточно простых до масштабных, хотя не все из них в итоге оказались эффективными и жизнеспособными. Уткин всегда лично контролировал реализацию проектов, глубоко вникая в суть конверсионной работы, на основе своего колоссального опыта давал конструктивные советы, предугадывая конечный результат.

Одно из важных направлений работы института было связано с проблемой преждевременного разрушения дорогостоящего оборудования атом-

ных электростанций (АЭС), заключавшегося в появлении и развитии магистральных трещин в коллекторах парогенераторов нового поколения ПГВ-1000. Конструктивно коллектор представляет собой толстостенный (150 мм) цилиндрический сосуд, перфорированный 11 тыс. отверстий, в которые механически заделаны теплообменные трубки, служащие для снятия тепла с протекающего по ним теплоносителя. Гарантийный срок эксплуатации такого парогенератора — 15 лет. Однако между соседними отверстиями в перфорированной зоне уже через два-три года эксплуатации начинали появляться сквозные трещины, постепенно превращавшиеся в магистральные. Когда подобный инцидент произошёл всего за 11 месяцев, Прокуратура РФ обратилась к Уткину с просьбой помочь разобраться в причинах нештатной ситуации. Привлечённые к решению этой проблемы ведущие научно-исследовательские институты страны на тот момент уже в течение двух лет не могли установить причину этих систематических разрушений.

При непосредственном участии Владимира Фёдоровича были организованы широкомасштабные экспериментально-теоретические исследования. Изучались условия нагружения конструкции, уточнялись исходные данные от головного разработчика оборудования АЭС (ОКБ “Гидропресс”, Подольск): рабочие давления и их пульсации, температурные условия, внутренние усилия в различных элементах парогенератора. В итоге на основе математического и физического моделирования на экспериментальной базе в Центре прочности ЦНИИмаша была однозначно установлена причина разрушений — высокий уровень наводимых технологических напряжений, возникающих вследствие запрессовки трубок в отверстия взрывным методом, впервые применённым в процессе изготовления. Разработанные в институте и реализованные в производстве мероприятия позволили в дальнейшем полностью исключить выпуск бракованной продукции. Более того, на уже функционирующих АЭС (как отечественных, так и зарубежных) был предложен и внедрён отжиг металлоконструкции (путём нагрева) для снятия технологических напряжений, доказавший свою эффективность. Трудно переоценить социально-экономическую значимость этого решения.

Другое достойное упоминания достижение связано с созданием совместно с Министерством транспорта РФ “Системы обеспечения ресурса и безопасности функционирования металлоконструкций напорных гидротехнических сооружений России на основе технологий отработки прочности ракетно-космической техники”, которая направлена на предотвращение техногенных аварий и катастроф, связанных с прорывом шлюзовых ворот, в том числе в районах, прилегающих

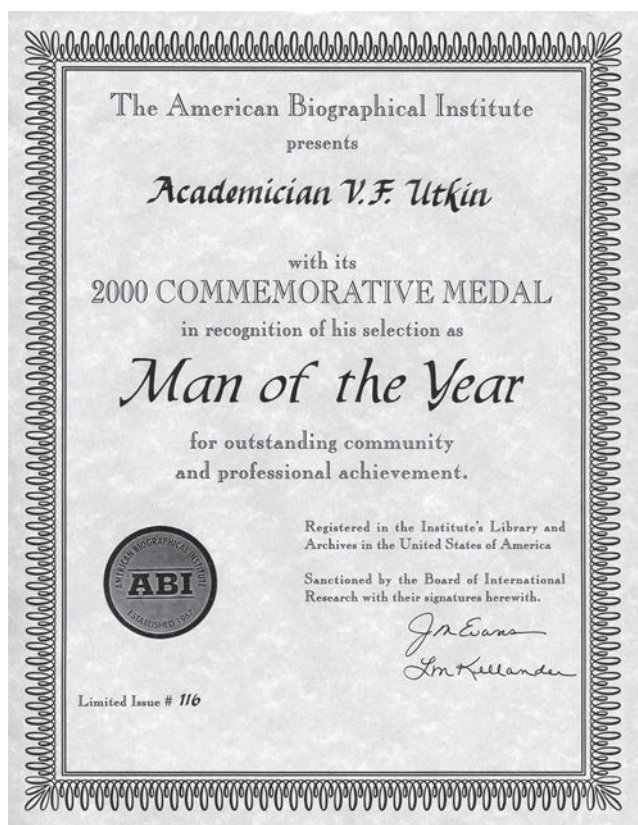
к крупным промышленным и населённым пунктам (Москва, Нижний Новгород, Самара, Волгоград, Новосибирск и др.). Система включает:

- каталогизацию, обследование и создание банка данных технического состояния шлюзовых металлоконструкций;
- ресурсные испытания образцов, моделей и крупногабаритных фрагментов ворот;
- совершенствование старых металлоконструкций и оптимизацию ремонта;
- моделирование навала судна, других нештатных ситуаций и ликвидацию их последствий;
- создание конструкций нового поколения шлюзовых ворот, оптимальных с точки зрения равнопрочности, металлоёмкости и повышенного прочностного ресурса;
- ввод в действие мобильной диагностической лаборатории, позволяющей проводить экспресс-анализ технического состояния металлоконструкций и имеющей в своём составе приборы неразрушающего контроля и аппаратно-вычислительный комплекс расчёта напряжённо-деформированного состояния;
- подготовку научно-обоснованных нормативных, руководящих и методических документов.

Внедрение системы позволило провести мониторинг и анализ технического состояния шлюзовых металлоконструкций в России, осуществить научно обоснованную замену, реконструкцию или ремонт находящихся в эксплуатации шлюзовых ворот и предотвратить возможные аварии, связанные с их разрушением. В соответствии с новой технологией спроектированы и введены в эксплуатацию более 60 ворот и затворов шлюзов с существенно увеличенным прочностным ресурсом. Эта межотраслевая работа была высоко оценена и отмечена Премией Правительства РФ в области науки и техники за 2000 г.

В качестве примера конверсионных работ можно привести и актуальные исследования по высокотемпературной переработке особо опасных отходов на основе ракетных технологий и её промышленную реализацию на малой родине В.Ф. Уткина, в Рязанской области, с целью утилизации пестицидов и других ядовитых агропромышленных отходов.

Много сил отдавал директор ЦНИИмаша международному сотрудничеству в области космоса. Под руководством Владимира Фёдоровича и при его непосредственном участии организована научно-техническая экспертиза обеспечения безопасности международных пилотируемых полётов на борту станции “Мир” и международной космической станции (МКС) в рамках совместной российско-американской комиссии Уткина—Стаффорда. Важная часть деятельности Уткина — руководство Координационным советом



Сертификат Американского биографического института о присуждении В.Ф. Уткину звания “Человек 2000 года”

Российского авиационно-космического агентства и Российской академии наук по исследованиям и экспериментам на пилотируемой станции “Мир” и российском сегменте МКС. Он отвечал за рассмотрение и отбор предложений отечественных учёных по проведению научных и прикладных исследований и экспериментов на борту орбитальных станций.

О вкладе академика в пропаганду отечественной науки и техники свидетельствует учреждение им в сентябре 1992 г. научного издания — периодического журнала “Космонавтика и ракетостроение”, выходящего в ЦНИИмаше. На протяжении уже более 30 лет он обеспечивает научную и конструкторскую общественность полезной научной информацией.

В 1997 г. В.Ф. Уткин был избран президентом Академии космонавтики им. К.Э. Циолковского и за относительно короткое время руководства добился существенной активизации её деятельности и присвоения ей высокого статуса Российской академии космонавтики.

Выдающийся учёный отмечен высокими государственными наградами и званиями: он дважды Герой Социалистического Труда (1969, 1976), лауреат Ленинской (1964), Государственной (1980)

премий СССР, премии Правительства РФ (2001), кавалер шести орденов Ленина (1961, 1966, 1969, 1973, 1976, 1983), двух орденов Красной Звезды (1944, 1945), орденов Трудового Красного Знамени (1959), Отечественной войны II степени (1985), “За заслуги перед Отечеством” III (1996) и II степени (1998), награждён Золотой медалью им. С.П. Королёва АН СССР (1988) и 17 другими медалями. Кроме того, он Почётный гражданин Рязани (1987), Касимова (1998) и Королёва (2019).

На рубеже тысячелетий редакция “Независимой газеты” в своём приложении “НГ-Наука” в течение года проводила рейтинговые опросы читателей, по итогам которых был составлен список “Золотая сотня” науки и техники XX в. В нём, наряду с Альбертом Эйнштейном, Нильсом Бором, Норбертом Винером, Максом Планком, в числе выдающихся российских деятелей науки и техники, таких как Иван Павлов, Константин Циолковский, Игорь Курчатов, Сергей Королёв, присутствует имя Владимира Уткина — создателя ракетно-космической техники. Зарубежное научное сообщество также не осталось в стороне: Американский биографический институт объявил академика В.Ф. Уткина Человеком 2000-го года, о чём свидетельствует соответствующий сертификат.

В Рязанской области учреждён фонд “Инженерное наследие академика В.Ф. Уткина”, попечительский совет которого присуждает в различных номинациях золотые и серебряные медали его имени. Начиная с 2001 г. медалями награждены десятки выдающихся людей: учёных, конструкторов, государственных деятелей, военачальников, журналистов, а также лидеров оборонных и народно-хозяйственных предприятий страны.

21 августа 2002 г. принято постановление Рязанской областной думы “Об учреждении премий Рязанской области по науке и технике имени академика В.Ф. Уткина” с целью увековечения его памяти и стимулирования развития научно-технического и производственного потенциала области в сфере высоких технологий. Мемориальные доски установлены на фасаде административного корпуса ЦНИИмаша, на здании ГКБ “Южное”, на доме в посёлке Лашма, где жил учёный. Его именем названы улицы в Касимове и Лашме и астероид 13477 Utkin. 1 апреля 2019 г. имя В.Ф. Уткина присвоено Рязанскому государственному радиотехническому университету.

ЛИТЕРАТУРА

1. Генеральный конструктор. Книга о Владимире Фёдоровиче Уткине. 2-е изд., доп. / Пред. ред. совета Н.А. Анфимов. Королёв: ЦНИИмаш, 2003.
2. Генеральный конструктор. Помним... Книга памяти академика В.Ф. Уткина. 2-е изд. / Авт.-сост. Б.Д. Блохин. Королёв, Рязань: Изд-во “Виколов К.В.”, 2022.

ЕГИПТОЛОГ И ЕГО ЭПОХА: ПОЛИТИЧЕСКИЕ СОБЫТИЯ 1880–1940-х ГОДОВ В АРХИВНЫХ ДОКУМЕНТАХ В.С. ГОЛЕНИЩЕВА

© 2023 г. И. А. Ладынин^{а,*}

^аМосковский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

*E-mail: ladynin@mail.ru

Поступила в редакцию 11.05.2023 г.

После доработки 20.05.2023 г.

Принята к публикации 29.05.2023 г.

Статья посвящена анализу документов основоположника отечественной научной египтологии В.С. Голенищева (1856–1947), хранящихся в отечественных и зарубежных архивах. Автор привлекает внимание к переписке Голенищева с коллегами, имея в виду отражение в них современных ему политических событий (от выступления Ораби-паши в Египте в начале 1880-х годов до событий кануна Второй мировой войны). Рассмотренный материал позволяет сделать вывод о преимущественной аполитичности личной позиции учёного, который был прежде всего занят коллекционированием и исследованиями древнеегипетских текстов и явно видел в посильном сохранении привычной для него общественно-политической ситуации залог стабильности, необходимой для научной работы.

Ключевые слова: В.С. Голенищев, Российская империя, Египет, Франция, египтология, коллекционирование, русская революция, Первая мировая война, Вторая мировая война.

DOI: 10.31857/S0869587323060105, EDN: JPJXZX

Основоположник отечественной научной египтологии Владимир Семёнович Голенищев прожил исключительно долгую жизнь. Он родился в 1856 г., за четыре года до отмены в России крепостного права, застал победу Советского Союза в Великой Отечественной войне и умер в 1947 г. в возрасте 91 года. Не приходится говорить о том, свидетелем скольких событий российской

и мировой истории он стал, и они повлияли на его судьбу самым непосредственным образом. Родившись в богатейшей петербургской купеческой семье, сам Голенищев не обладал коммерческой хваткой и с определённого времени передоверил ведение своих дел супругу своей сестры В.М. Вонлярлярскому, решение которого принять участие в лесопромышленных предприятиях в Корее, лопнувших в результате русско-японской войны [1; 2, с. 11–17], в немалой степени способствовало разорению Голенищева. Это побудило Владимира Семёновича продать собранную им коллекцию восточных (прежде всего египетских) древностей государству, после чего она оказалась в московском Музее изящных искусств (ныне ГМИИ им. А.С. Пушкина) [3; 2, с. 121–161].

Первая мировая война и затем революция 1917 г. в России навсегда отрезали Голенищеву, осевшему после продажи своей коллекции во Франции, путь на родину, причём прекращение поступлений ренты за его коллекцию в 1918 г. вынудило его в возрасте 62 лет изменить уклад жизни и впервые искать оплачиваемую египтологическую работу. Во время Второй мировой войны



ЛАДЫНИН Иван Андреевич — доктор исторических наук, доцент МГУ им. М.В. Ломоносова.



Владимир Семёнович Голенищев

уже совсем старый и основательно больной египтолог находился в Ницце, на территории сначала свободной зоны Франции, управлявшейся властями Виши, а затем под прямой немецкой оккупацией, и, по словам русской эмигрантки и супруги французского египтолога Ирэн Клер, бедствовал, “как все мы” [2, с. 65, 66, 119].

На протяжении своей жизни Голенищев стал свидетелем многих событий. Личные документы египтолога, прежде всего обширная переписка, связывавшая его с коллегами едва ли не по всему миру, рисуют его живым, эмоциональным и во многом непосредственным человеком, довольно легко сходившимся с людьми и при этом обладавшим несколько противоречивым характером. Так, несмотря на огромный научный авторитет Голенищева, нельзя отделаться от ощущения, что ко многим своим коллегам, в частности, к главе берлинской школы древнеегипетской филологии А. Эрману, он обращался как бы снизу вверх, а его последовательное неприятие основных постулатов этой школы практически никогда не проявлялось в сколько-нибудь решительной полемике с тем же Эрманом [2, с. 248–266]. Истоки такой противоречивости видятся прежде всего в особенностях пути Голенищева в науку: не имея на

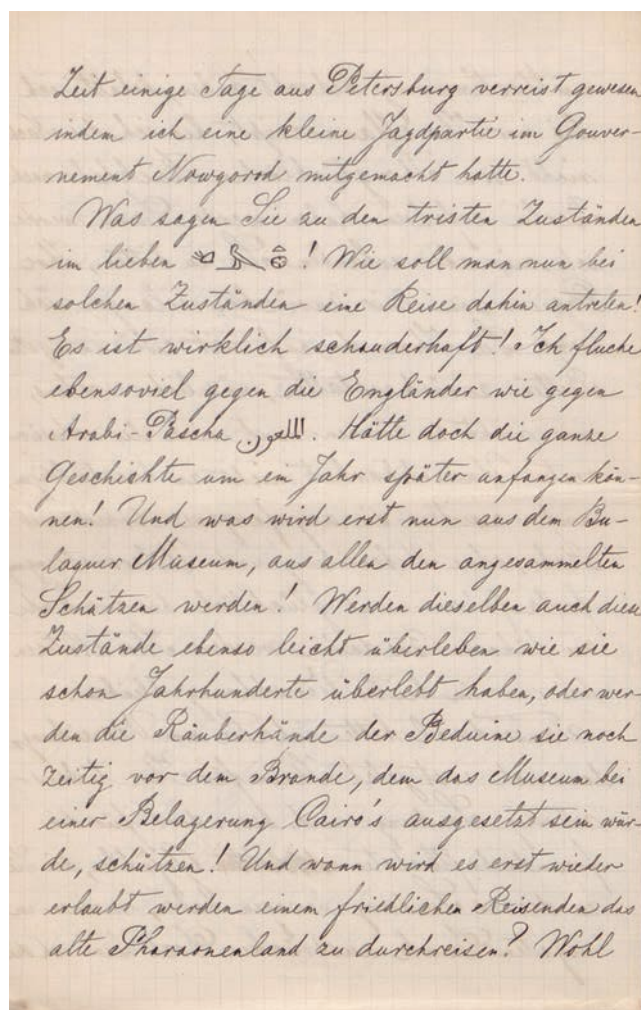
протяжении большей части жизни надобности в заработке и посвящая силы прежде всего собиранию и поддержанию в порядке своей коллекции, он, видимо, чувствовал себя, вопреки действительности, дилетантом в науке и не решался разговаривать с профессионалами на равных. Подобное самоощущение усиливалось свойственной Голенищеву деликатностью, которую, однако, не следует принимать за слабость: он умел решительно противостоять высокопоставленным российским чиновникам, а обрушивавшиеся на него удары судьбы принимал мужественно, умея вслед за ними найти для себя новое место в жизни.

Личные документы Голенищева рассеяны по большому числу архивов в России и за рубежом. В Санкт-Петербурге в Российском государственном историческом архиве находится большой массив источников, связанных с имущественными делами семейства Голенищевых [4] и с приобретением коллекции В.С. Голенищева в государственную собственность [5, 6], в Центральном государственном историческом архиве — документы об учёбе Голенищева в Первой Санкт-Петербургской гимназии и на Восточном факультете Санкт-Петербургского университета [7, 8]. Значительный массив разных материалов о Голенищеве хранится в Отделе рукописей ГМИИ им. А.С. Пушкина [9], а документы, непосредственно связанные с его коллекцией древностей (её научная картотека и опись) — в отделе древнего Востока этого музея. Переписка В.С. Голенищева с основоположником отечественной университетской науки о древнем Востоке Б.А. Тураевым находится в фонде последнего в архиве Государственного Эрмитажа [10].

Вместе с тем обширные и значимые массивы документов хранятся в зарубежных архивах, среди которых выделяется Архив Центра Владимира Голенищева в Практической школе высших исследований (École pratique des Hautes Études) в Париже [11]. Именно здесь собраны материалы крупного исследования по синтаксису древнеегипетского языка, которое Голенищев предпринял в конце 1910-х и в 1920-е годы [2, с. 253–258], записные книжки и иные материалы, связанные с путешествиями учёного в Египет в последние десятилетия XIX в. [12], и переписка с несколькими десятками корреспондентов, среди которых практически все сколько-нибудь активно работавшие египтологи — современники Голенищева. Глубина этого комплекса переписки не столь велика, сколь хотелось бы: самые старые письма в нём относятся к началу 1910-х годов, то есть к тому времени, когда продавший свою коллекцию египтолог прочно осел на юге Франции в Ницце. Кроме того, важнейшие подборки писем Голенищева хранятся в архивных фондах западных египтологов — в фонде А.Х. Гардинера в Институте Гриффита Оксфордского университета (41 пись-

мо, написанное Голенищевым своему британскому коллеге и близкому другу с 1907 по 1945 г.) [13], в фонде Дж.Г. Брестеда в Восточном институте Чикагского университета [14], в фонде А. Эрмана в Городской и университетской библиотеке Бремена (пожалуй, только здесь можно обнаружить письма Голенищева, относящиеся к раннему периоду его биографии, начиная с 1880-х годов, и представляющие немалый интерес) [15]. Разумеется, этот обзор учитывает только крупные массивы документов В.С. Голенищева, в то время как единичные документы встречаются в ряде других отечественных архивных фондов. К сожалению, нам остался недоступен ряд местных архивов Франции (в частности, в Ницце), где могут содержаться свидетельства о последних десятилетиях жизни В.С. Голенищева, поэтому период 1930–1940-х годов пока остаётся недостаточно изученным¹.

Разговор о непосредственной теме настоящего исследования можно начать с того, что уже в годы отрочества В.С. Голенищева его семья соприкоснулась с русским двором благодаря браку его старшей сестры Надежды и ротмистра гвардии, командира эскадрона кавалергардов Н.М. Вонлярлярского [16, с. 250]. В 1871 г. Голенищевы, вероятно, в открывшихся им придворных кругах заводят знакомство с послом Греции Димитриосом Бунтурисом, который дарит юному Владимиру первый в его коллекции памятник — ушебти² Позднего времени (сейчас в ГМИИ им. А.С. Пушкина, инв. I, 1а 1672) [17, с. 128, 129]. Позже, когда молодой египтолог уже учился на Восточном факультете Петербургского университета, связи мужа сестры должны были открыть ему двери хранилища Императорского Эрмитажа, где зимой 1875–1876 гг. он обнаружил свиток с текстом знаменитого “Пророчества Неферти” — описания бедствий Египта в I Переходный период (XXIII–XXI вв. до н.э.) [2, с. 21, 22]. Н.М. Вонлярлярский сделал неплохую карьеру, уже в 1874 г. став полковником и адъютантом военного министра, а в дальнейшем дослужился до генерала от кавалерии. Правда, брак с ним сестры Голенищева распался в 1880 г. из-за романа с братом блестящего офицера, который стал её новым супругом [2, с. 359–360] и, как уже говорилось, управляющим делами её семейства; однако этот период жизни мог оказать на Владимира немалое воздействие, облегчив ему доступ к египетским древностям Петербурга. Чуждаясь снобизма, он всё же явно



Письмо В.С. Голенищева А. Эрману от 4 (16) июля 1882 г.
(Staats- und Universitätsbibliothek Bremen)

вынес и из своего воспитания в богатой семье, и из её придворных связей прочную уверенность, что именно устоявшийся истеблишмент даёт надёжную опору для всяких начинаний, а его потрясения, как говорится, не доводят до добра.

Первый из известных нам откликов В.С. Голенищева на события его времени обнаруживается в письме к А. Эрману, отправленном из Петербурга 4 (16) июля 1882 г. [15]. В это время в Египте под руководством Ораби-паши разворачивалось начавшееся в 1881 г. движение против господства европейских держав [18, с. 50–112; 19, р. 217–238]. 11 июня 1882 г. в Александрии начались нападения на европейцев, повлекшие за собой много жертв, затем было сформировано правительство с участием Ораби-паши в качестве военного министра, которое противостояло искавшему примирения с европейскими державами хедиву Тауфику, наконец 11 июля бомбардировкой Александрии флотом адмирала Сеймура началась британская

¹ Далее в целях компактности научного аппарата статьи мы цитируем большинство использованных нами документов по изданию [2]. В нём иноязычные документы приведены как на языке оригинала, так и в переводе на русский язык.

² Ушебти (др.-егип. “ответчик”) — фигурки, изображавшие усопшего и помещавшиеся в его гробницу, с тем чтобы они откликнулись на обращённый к нему призыв на работу на полях загробного мира и замещали его на таких работах.

интервенция в Египет, приведшая к подавлению антиевропейского движения и к оккупации страны [18, с. 102–104; 19, р. 231–233]. Письмо Голенищева написано Эрману в первую неделю британской интервенции:

“Что скажете Вы о печальных обстоятельствах в нашем любимом ? Как можно теперь при таких обстоятельствах отправиться в путешествие туда! Поистине это ужасающе! Я обрушиваю проклятия как на англичан, так и на Араби-пашу!.. Если бы только вся эта история могла начаться годом позже! И что теперь станет с Булакским музеем, со всеми собранными там сокровищами!⁴ Переживут ли они эти обстоятельства так же легко, как уже пережили столетия, или же грабительские руки бедуинов своевременно спасут их от пожара, которому будет предан музей при осаде Каира! И когда будет теперь впервые позволено мирному путешественнику проехать древнюю страну фараонов? Тяжёлый же выдался год! Так что теперь я потерял всякую надежду на моё планировавшееся путешествие”⁵.

Казалось бы, Голенищев сожалеет прежде всего об отложенной (видимо, запланированной на лето 1882 г.) поездке в Египет и о сохранности древних памятников, однако в его словах звучит, может быть, не глубоко продуманная, но искренняя оценка событий в стране. Учёный не приемлет ничего, что содержит в себе угрозу спокойному, поступательному ходу вещей, причём угрозу он видит не только в “бедуинах”, но и в готовых подавить их с применением силы англичанах. При опыте нескольких поездок в Египет и общении там не только с европейцами, но и с египтянами на их родном арабском языке Голенищев должен был сознавать обусловленность происходящего реальным положением в стране; однако оптимальным и наиболее разумным разрешени-

ем ситуации ему, видимо, представлялась её консервация и поиск вовлечёнными в неё сторонами компромисса.

Вместе с тем, когда в Египте установился режим английской оккупации, Голенищев, по-видимому, счёл его благоприятным для страны. Правда, в ходе его путешествий по Египту не обходилось без трений между ним и англичанами, что объяснялось соперничеством Британии и России на Востоке в ходе пресловутой Большой игры последних десятилетий XIX в. Так, когда он отправился в поездку в оазис Харга в начале 1891 г., к нему приставили английского офицера Чапмэна, который, очевидно, должен был за ним следить. Между Голенищевым и Чапмэном наладились добрые отношения, однако египтолог допускал, что англичанам “несколько подозрительным” показалось то обстоятельство, что во время моего путешествия к Красному морю я так усердно обращался с расспросами к моему проводнику и записывал чуть ли не от минуты до минуты направление пройденного пути” [12, с. 218] (видимо, имеется в виду путешествие к развалинам Береники — гавани эпохи Птолемея на побережье Красного моря — в конце 1888 г. [3, с. 164]). Похоже, оккупационные власти Египта считались с возможностью того, что под маской русского египтолога скрывается разведчик, стремящийся познакомиться с инфраструктурой их владений.

Тем не менее уже во время Первой мировой войны, летом 1916 г., Голенищев выражает своему коллеге Ф. Лл. Гриффиту соболезнования в связи с гибелью британского военного министра лорда Китченера на крейсере, подорвавшемся на mine по пути в Россию. В письме Владимир Семёнович вспоминает о том, как во время своего путешествия в Беренику он “много слышал от моих арабов о походах Китчина-паши в пустыне, которую сам исследовал” [2, с. 81]. Можно предположить, что военные усилия англичан в Северо-Восточной Африке вызывали у Голенищева одобрение, по крайней мере на словах. В письме А.Х. Гардинеру от 28 апреля 1919 г. (тогда решался вопрос о предоставлении Голенищеву работы в Египте по подготовке одного из томов Генерального каталога Каирского музея) он с откровенными опасениями говорит о движении протеста, которое началось в ответ на преследования британскими властями лидера партии “Вафд”⁶ Саада Заглула, боровшегося за независимость Египта: “Думаете ли вы лично, что можете подарить мне какую-нибудь надежду, думаете ли, что только печальные события в Египте виной тому, что моя

³ *Kmt*, Кемет — Чёрная (земля), обычное обозначение древними египтянами своей страны. Здесь Египет.

⁴ Музей Булак, будущий Каирский музей, созданный в 1863 г. по инициативе французского египтолога, основоположника систематического централизованного изучения древностей Египта О. Мариетта [20, р. 29].

⁵ Was sagen Sie zu den tristen Zuständen im lieben ! Wie soll man nun bei solchen Zuständen eine Reise dahin antreten! Es ist wirklich schauderhaft! Ich fluche ebensoviel gegen die Engländer wie gegen Arabi-Pascha!.. Hätte doch die ganze Geschichte um ein Jahr später anfangen können! Und was wird erst nun aus dem Bulaquer Museum, aus allen den angesammelten Schätzen werden! Werden dieselben auch diese Zustände ebenso leicht überleben wie sie schon Jahrhunderte überlebt haben, oder werden die Räuberhände der Beduine sie noch zeitig vor dem Brande, dem das Museum bei einer Belagerung Cairo's ausgesetzt sein werden, schützen! Und wann wird es erst wieder erlaubt werden einem friedlichen Reisenden das alte Pharaonenland zu durchreisen? Wohl schwerlich dieses Jahr! Darum habe ich alle Hoffnung auf meine projectierte Reise verloren. (Текст документа публикуется впервые.)

⁶ Название “Вафд” (“Делегация”) связано со стремлением египетских националистов обеспечить самостоятельное представительство Египта на Версальской мирной конференции 1919 г., подводившей итоги Первой мировой войны (подробнее см. [18, с. 180–206; 19, р. 247–250]).

судьба не может определиться? Считаете ли, что всё там скоро придёт в норму, особенно когда станет ясно, что прежний туризм может возобновиться? Я ведь уверен: страна продолжает страдать от того, что так долго была лишена снующих туда-сюда путешественников, которые, вне всякого сомнения, немало её обогащали» [2, с. 227, 228]. По-видимому, возможность спокойно путешествовать по Египту представляется Голенищеву главным условием благополучия страны. Несколькими годами позже его швейцарский корреспондент, значительно более искушённый в политике египтолог Э. Навильль оценивал движение «Вафд» более резко: «В Египте всё идёт не слишком хорошо. Мне нет нужды говорить вам, что я не испытываю ни малейшей симпатии к Заглулу и всей этой партии. Я знаю многих их вожаков, которые находятся в Женеве, знаю, чего они стоят и каковы их желания; они хотят вернуться к власти, чтобы эксплуатировать феллаха себе на пользу» (письмо от 31 декабря 1921 г.) [2, с. 289, 290]. Навильль явно рассчитывал на понимание Голенищевым того, что с точки зрения интересов простых египтян британская оккупация предпочтительнее, чем установление независимости под властью национальной буржуазии.

Примечательно, что именно провозглашение формальной независимости королевства Египет в 1922 г. и усиление позиций «Вафда» открыли перед Голенищевым новое, хотя и не очень долгое поприще. Как известно, в первой половине и середине XX в. основной идеологии возрождения стран Востока, которую генерировали их светские элиты, часто становилась апелляция к древности, и власти независимого Египта стремились поскорее подготовить национальные кадры египтологов. Весьма неприятно высказался о подобном стремлении в публицистической статье знаменитый русский антиковед М.И. Ростовцев: «Года три назад с большим шумом основан был университет европейского типа в Египте...⁷ Учить египетскую молодёжь призвали, конечно, варягов (своих не было). Но позвали их с опаской и недоверием. Заживутся, пожалуй, подлецы... Поэтому в «ударном»⁸ порядке создали свой кадр профессоров. Ничего, что они полужайки, зато свои. Создалось положение довольно нелепое и комическое. Иностраный кадр профессоров знает, что его дни сочтены. Год, другой — и попросят восвояси» [21, с. 444.]. В 1924–1929 гг. В.С. Голенищев в первый и в последний раз в своей жизни становится профессором в Ка-

ирском университете, заняв только что созданную кафедру египтологии [20, р. 51–53; 2, с. 61–63]. Упомянутая статья Ростовцева, написанная под впечатлением поездки в Египет в 1927 г. и содержащая почтительное упоминание Голенищева, была опубликована в 1928 г., когда до завершения профессорской карьеры Владимира Семёновича в Каире оставалось около года. Невольно думается, что присутствующая в этих строках безнадёжность могла быть навеяна впечатлением от разговора с соотечественником, который предчувствовал скорое расставание с университетом. Правда, за годы работы в Египте Голенищеву удалось подготовить несколько блестящих специалистов, а сменил его на этом посту Селим Хассан — хороший археолог с европейской подготовкой и с опытом работы в Каирском музее.

Само собой разумеется, что на первом этапе своей жизни, до отъезда во Францию, Голенищев регулярно соприкасался с властями Российской империи: не следует забывать, что, служа с 1880-го по начало 1917 г. в Императорском Эрмитаже, хотя и без жалования, которое ему было не нужно, он являлся чиновником, исправно продвигавшимся от одного гражданского чина к другому и получавшим ордена [2, с. 24, 25, 40, 41]. Во время поездки в Египет в ноябре 1890 г. Голенищев принял участие во встрече совершавшего кругосветное путешествие цесаревича Николая Александровича, будущего Николая II, и сопровождал его с другими египтологами в Верхний Египет, о чём без всякого низкопоклонства рассказал в отчёте для Восточного отделения Российского археологического общества [12, с. 211, 212]. Ожидаемо, что Голенищев не увидел ничего, кроме ненужных потрясений, в революции 1905 г., вызвавшей беспокойство за сохранность самых хрупких памятников его коллекции — папирусов, которые он отправил на хранение и реставрацию в Египетский музей в Берлине. Рассказывая об этом А.Х. Гардинеру в письме от 25 февраля 1912 г., он называет революционные события не иначе как «бедствия, беспорядки» (troubles) [2, с. 190, 191].

Наиболее тесным взаимодействием Голенищева с российскими государственными институтами оказалось в период продажи его коллекции в 1908–1909 гг., поскольку именно в их лице он стремился найти покупателя [3, с. 25–72; 2, с. 121–161]. Надо иметь в виду, что к этому времени в результате революции 1905 г. Россия превратилась из абсолютной в дуалистическую монархию: в руках императора были значительные личные средства, которыми распоряжалось Министество императорского двора, но утверждение расходов государственного бюджета перешло в ведение Государственной думы. Когда вопрос о продаже коллекции Голенищева только начинал обсуждаться (весна 1908 г.), те, кто оказывал ему в этом поддержку (Б.А. Тураев, С.Ф. Платонов,

⁷ На самом деле, речь должна идти не об основании Каирского университета (он был основан в 1908 г.), а о его преобразовании из частного в государственный.

⁸ Примечательно, как к месту Ростовцев, известный недоброжелатель Советской России, употребляет порождённый её бытом неологизм.



В.С. Голенищев на отдыхе в Мариенбаде (Богемия). 1903 г.

великий князь Константин Константинович, возглавлявший Академию наук), искали способ убедить императора купить коллекцию на его собственные средства, выплатив владельцу единовременно или в рассрочку значительную сумму (до 400 тыс. руб.). Однако Николай II категорически отказал и почти сразу принял решение вынести этот вопрос на рассмотрение Совета министров и далее в порядке законодательной инициативы в Думу.

Примечательно, насколько более надёжным Голенищеву и его помощникам представлялось взаимодействие непосредственно с монархом, а не с новыми законодательными учреждениями, которые, как предполагалось, могут затянуть принятие решения на неопределённый срок. Окончательная передача дела в Думу настолько разочаровала египтолога, что он стал рассматривать возможность продажи коллекции за грани-

цу. Однако весной 1909 г. Дума приняла положительное решение о покупке коллекции, которое должна была утвердить высшая инстанция — Государственный совет (см. письмо А.Х. Гардинеру от 27 марта (9 апреля) 1909 г. [2, с. 185, 186]). Привычка Голенищева к независимости и достойному отношению к себе, выработанная годами безбедной жизни, всё же сказывается и на этом этапе: в письме Р.И. Клейну от 20 июня 1909 г. И.В. Цветаев рассказывает о конфликтной ситуации, вызванной намерением министра народного просвещения А.Н. Шварца передать коллекцию Голенищева не в Музей изящных искусств, который тогда как раз создавался, а в какое-то “другое место”. Когда Голенищев высказал свои возражения, Шварц «принял было его “в штыки”»; но тот, человек ему неподвластный, большой барин и видавший виды больше Шварца, дал отпор...» [3, с. 85].

Особенно ярко запечатлелись в переписке В.С. Голенищева Первая мировая война и фактически сливающаяся с ней в его восприятии революция 1917 г. Драматическое впечатление производит обмен письмами А.Х. Гардинера и Голенищева накануне войны, 29 и 30 июля 1914 г. В первом из этих двух писем британский египтолог лишь косвенно упоминает “политическую ситуацию”, которая заставляет его отказаться от плана провести остаток лета в Финляндии [2, с. 219]. Позднее в воспоминаниях Гардинер признался, что был “слишком невежествен и безразличен к политике, чтобы хотя бы заподозрить предстоящую трагедию” [22, р. 28, 29]: как известно, большинство англичан и в самом деле не подозревали вплоть до начала августа 1914 г., что их страна в разворачивающихся событиях отступит от своего традиционного нейтралитета. Голенищев в той ситуации оказался куда более прозорливым, чем его британский коллега: “Всюду говорят о войне, и война и в самом деле кажется столь близкой, что сейчас и вправду трудно рассчитывать на будущее и сказать, где мы вскоре окажемся и чем мы станем”, — отвечает он Гардинеру в письме от 30 июля 1914 г. [2, с. 221]. Оба египтолога пребывали тогда на отдыхе в Германии, однако сумели покинуть страну без особых затруднений. В дальнейшем Голенищев, прежде чем окончательно осесть в конце 1915 г. на юге Франции, дважды посещает Россию. Совершенно “мирной” кажется его открытка, посланная Б.А. Тураеву в мае 1915 г. из Италии. В ней он говорит о впечатлениях от посещения проездом из России во Францию острова Корфу и жалеет, что ему с женой не удалось посетить знаменитую виллу Ахилеон, принадлежавшую сначала Елизавете Австрийской, а затем императору Вильгельму II [2, с. 80]. Несравненно более тревожным было возвращение Голенищева в Россию осенью 1915 г. через Сербию, непосредственно перед ударом по ней немецких

войск. Об этом он писал Э. Навиллю год спустя [2, с. 89, 90].

Как раз на этом этапе начинается довольно активная переписка Голенищева и Навилля, продолжавшаяся вплоть до 1920-х годов, в которой политическая тематика занимала значительное место. Происходивший из известной женевской семьи Э. Навилль, один из крупнейших египтологов XIX и начала XX в., проявил себя и в общественной деятельности [23, с. 76, 77]. В 1900–1914 гг. он возглавлял входившую в кантон Женевы коммуны Жанто (Genthod), а в годы Первой мировой войны был временным президентом Международного комитета Красного Креста. Его внешнеполитические симпатии оформились ещё в период франко-прусской войны, когда в начале 1871 г. он в качестве офицера швейцарской армии участвовал в интернировании в Швейцарии французской армии Бурбаки после её поражения при Лизене войсками фон Вердера. С этого времени он проникся неприязнью к пруссачеству и к Германской империи. Его письмо к Голенищеву от 25 декабря 1916 г. проникнуто сочувствием к Антанте, а также к тем египтологам, “кто борется с капральством немецкой школы” (имеется в виду догматичное отношение учёных берлинской школы А. Эрмана к установленным ими принципам описания древнеегипетского языка в семитологических категориях). Навилль сожалеет о недавней смерти принадлежавшего к оппонентам берлинской школы крупнейшего египтолога Г. Масперо и завуалированно “вербует” Голенищева в свои союзники в противостоянии немецким коллегам, которое, как он ожидал, могло бы развернуться после победы Антанты в войне [23, с. 78–80; 2, с. 86, 87].

Можно только сожалеть о том, что нам пока не был доступен фонд Навилля в Библиотеке Женевы, где, судя по его описанию, хранится 27 писем В.С. Голенищева, в том числе и интересующего нас периода [24]. Однако отношение Голенищева к призыву Навилля прослеживается и по черновикам писем к нему, хранящимся в парижском архиве. В письме от декабря 1916 г. русский египтолог отделался от этого призыва достаточно общими словами, не обязывавшими его к конкретным действиям [2, с. 89–91]; однако неприятие Голенищевым берлинской школы резко обострилось после октября 1917 г. и особенно в начале 1918 г., когда он лишился поступающих до того регулярно платежей по ренте за приобретение российским государством его коллекции. В мае 1918 г. он пишет Навиллю письмо, в котором говорит об Октябрьской революции и Брестском мире следующее: «Моё несчастное отечество, управляемое шайкой бандитов и изменников, раздроблено на клочки и попрано неприятелем — оно распадается, и мы теперь со скорбью и стыдом спрашиваем себя, кто мы такие. Вопреки все-

му, росток надежды жив в душе, и нельзя помещать себе верить, что придёт день, когда столь великая и прекрасная страна, какой была Россия, наконец, проснётся, что она воспрянет, что новый царь Амени появится, чтобы изгнать из неё неприятеля и изменников. Так что, по словам египетского мудреца, надо надеяться, что “справедливость вернётся на своё место, неправедность будет отброшена вовне”» [2, с. 106].

Примечательна чисто египтологическая ассоциация, которая звучит в словах Голенищева, цитирующего (в оригинале с приведением иероглифики и точными отсылками к подготовленному им изданию) фрагмент открытого им “Пророчества Неферти” с описанием исхода бедствий I Переходного периода. Упомянутый в этом фрагменте царь Амени — это Аменемхет I, которому приписывается окончательная стабилизация положения в стране и восстановление нормального хода вещей после долгой эпохи смут и экологических бедствий [25, р. 21–60]. Разумеется, выраженную Голенищевым надежду на появление подобного монарха в России не надо воспринимать как аллюзию на реставрацию дома Романовых — речь идёт именно о восстановлении нормы после её эсхатологического крушения. Патетические слова, которыми Голенищев описывает постигшую Россию катастрофу, предельно неконкретны и не могут быть иными: едва ли он имел сколько-нибудь отчётливое представление о том, что происходило в стране под властью большевиков. Вместе с тем сопоставление революционных событий с I Переходным периодом пришло на ум не ему одному. Ещё в 1912 г. А. Эрман высказал мнение, что ещё один памятник — “Речение Ипувера”, повествующее об этой эпохе в истории Египта, — нужно считать древнейшим описанием социальной революции; в 1919 г. Эрман повторил это суждение уже после поражения Германии в войне и крушения её монархии [26, 27]. А в некий не установленный точно момент после февраля 1917 г. такое же суждение высказал российский египтолог В.В. Струве, распространивший его, подобно Голенищеву, и на “Пророчество Неферти” [28; 29, с. 128–131]. Учёные сопоставили древнеегипетские описания бедствий страны с современными им революционными событиями независимо друг от друга: по-видимому, такая ассоциация оказалась для египтологов второй половины 1910-х годов совершенно естественной.

В конце 1918 г. Навилль и Голенищев обмениваются письмами, в которых обсуждают недавнее завершение войны, падение Германской империи и революцию в Германии. В письме 7 декабря 1918 г. Навилль недвусмысленно говорит о том, что Германию постигла та же судьба, которую в ходе войны она уготовила России: “Кто подумал бы всего месяц назад, что в течение нескольких

дней мы увидим внезапное падение Германии. От её великой мощи, от её спеси не осталось ничего. И даже та опасность, от которой она сегодня должна особенно обороняться, — это оружие, которым она воспользовалась против вас. Пользуясь услугами Ленина и Троцкого, чтобы дезорганизовать русскую армию и всю страну, она рыла себе могилу. Сегодня она платит за это” [23, с. 84, 85].

Голенищев и ранее явно связывал начало революции 1917 г. с происками “бошей” и с готовностью присоединился к мнению Навилля, отказавшись от прежней сдержанности и признавшись в письме к нему от 12 декабря 1918 г. даже в “ненависти к немцам”. С возвращением на родину военнопленных, о которых печётся в качестве главы Красного Креста Навилль, русский египтолог связывает возможность “изгнать из России это немецкое влияние, которое ещё задолго до войны украдкой просачивалось в Россию и которое, к несчастью, завораживало многих хороших и истинных сынов России”: “Я никогда не забуду ещё довоенных разговоров об этом с моим другом Тураевым, который в остальном был хороший русский и хороший патриот, но, в качестве профессора Петроградского университета, в египтологии верил лишь в то, что прошло рассмотрение и получило одобрение берлинских профессоров!” [2, с. 283, 284].

Казалось бы, “научное наступление” против немцев во главе с Навиллем и при участии Голенищева готово было начаться, однако вышло так, что в ситуации рубежа 1910–1920-х годов при очень прочных позициях берлинской школы египтологии, не поколебленных даже исходом мировой войны, оно не имело шансов на успех [2, с. 255]. Вместе с тем переписка Навилля и Голенищева приоткрывает нам ещё одну сторону восприятия русским египтологом революционных событий: он не верит в их внутренние, объективные предпосылки, считая, что они могут быть лишь инспирированы теми, кто в них заинтересован. Кстати, реакция Голенищева на революцию в России проявилась в изменении одной формальной детали его писем: если до 1917 г. он неизменно пишет в своей франкоязычной корреспонденции обращение “Vous” (Вы) с прописной буквы, согласно русской и вопреки французской норме, то после этого рубежа перестаёт это делать, видимо, считая теперь уместным, так сказать, отряхнуть прах со своих ног и полностью принять норму, принятую вне России.

В отличие от революции 1917 г. дальнейшие события жизни Советской России и СССР не находят отражения в переписке В.С. Голенищева. Трудно сказать, насколько уже очень молодой египтолог был в курсе того, что происходило у него на родине, однако нет сомнений, что советские реалии были безмерно далеки от него и от его

корреспондентов. Пожалуй, единственный случай, когда в его переписке упоминается один из советских коллег, — это предложение А.Х. Гардинеру в письме от 24 мая 1937 г. навести справки об особенностях списка “ономастикона Аменемопе”, принадлежавшего в своё время Голенищеву, у хранителя московского музея В.И. Авдиева [2, с. 234]. В ответ британский египтолог в письме от 16 декабря 1937 г. высказал более чем оправданное сомнение, что в текущей обстановке Авдиев станет ему отвечать [2, с. 237].

Более неожиданно, что в переписке Голенищева практически не затрагиваются события Второй мировой войны. Правда, в некоторых письмах можно найти намёки на обстановку её кануна. Например, начинающий египтолог русского происхождения М.В. Малинин сообщает Голенищеву 24 мая 1936 г., что “под влиянием событий сейчас наблюдается во французской египтологии вспышка научной ксенофобии”, так что “даже простое библиографическое указание... способно вызвать раздражение” [2, с. 306]. Повидимому, имеется в виду недоброжелательность к немецким египтологам, которая нарастала на фоне ремилитаризации Германией в марте 1936 г. Рейнской области. В конце 1938 г. Голенищев пишет другому происходившему из России египтологу Ж. (Г.С.) Познеру, что “ещё раз отправиться в Египет, чтобы там успокоить расхолодавшиеся нервы”, его с женой заставили “пережить в конце сентября треволнения” [2, с. 320]. Думается, что под “треволнениями” может иметься в виду страх перед возможной войной, охвативший Западную Европу накануне печально известного Мюнхенского соглашения. Как видим, упоминания событий кануна войны носят сугубо косвенный характер и даже не порождают уверенной их интерпретации.

Непосредственно в годы Второй мировой войны наиболее активная переписка связывала Голенищева с Ж. Сент-Фар Гарно — французским исследователем древнеегипетской религии, который, пожалуй, в наибольшей мере мог чувствовать себя учеником русского египтолога (именно ему Голенищев в 1943 г. поручил посмертное издание своего труда о древнеегипетском синтаксисе [3, с. 295]). Конечно, в их переписке, хранящейся в парижском архиве [11, Sainte-Fare Garnot], встречаются отсылки к событиям войны, затронувшим их лично. Так, целый блок писем февраля–апреля 1944 г. посвящён крайне неприятной для Голенищева возможности его эвакуации, как иностранного подданного, из приморской зоны Ниццы; а 28 декабря 1944 г. Гарно пишет ему, какими бедствиями для него и его друзей оказалось отмечено освобождение Парижа в августе 1944 г., когда отступавшие немцы сожгли замок, в котором они проводили лето. Единственная (и к тому же крайне несправедливая) оценка событий не

самой войны, а её кануна встречается в письме Гарно Голенищеву от 25 мая 1939 г., где он пишет (явно имея в виду мнимые успехи политики “умиротворения” Гитлера в 1938 – начале 1939 г.), что “мы ещё раз прошли мимо катастрофы, а моральный и военный подъём, о котором вы знаете, поставил нас в наилучшее положение” (*nous sommes une fois de plus passés à côté de la catastrophe et le redressement moral et militaire que vous savez nous à places en meilleure posture*). В дальнейшем на всём протяжении переписки военного времени политические события не упоминаются, в основном речь идёт о личных обстоятельствах или (в не меньшей степени, чем в мирное время) о вопросах египтологии. То же можно сказать и о переписке Голенищева с другими корреспондентами этого периода – исключительно французскими, поскольку международная переписка по понятным причинам была затруднена.

Невозможно представить себе, что события новой мировой войны совсем не волновали Голенищева, как и допустить хоть какое-то сочувствие Гитлеру и его целям. Думается, что решающим объяснением молчания относительно злободневных тем следует считать военную цензуру. Надо упомянуть, что на протяжении 1941–1942 гг. письма Гарно Голенищеву, шедшие из Парижа, то есть из зоны немецкой оккупации Франции, в “свободную зону” под властью правительства Виши, написаны (несомненно, по требованию тогдашних властей) исключительно на открытках, причём и объём писем жёстко лимитировался. Второе, наверное, менее значимое объяснение состоит в том, что в годы Первой мировой войны среди корреспондентов Голенищева, с которыми он поддерживал контакт, сложился прочный консенсус в пользу военных целей Антанты и её победы. Ко Второй мировой войне французское общество подошло несравненно более фрагментированным, и симпатии его интеллектуального класса распределялись по всему политическому спектру – от коммунистов до крайних правых (включая лояльность режиму Виши). Обсуждать с корреспондентами в этой ситуации политические события могло быть затруднительно, поскольку не всегда можно было ожидать понимания ими собственной позиции⁹.

Подводя некоторый итог сказанному, можно заключить, что В.С. Голенищев предстаёт перед нами человеком скорее аполитичным, лишённым идеологических пристрастий, видящим в государстве прежде всего условие обеспечения стабильности, необходимой для его комфорта и египтологической работы, и закономерно не приемлющим революции как помехи такой стабильности. Подобная позиция, безусловно, предподре-

делялась происхождением, воспитанием и образом жизни Голенищева, не слишком отличая его от других русских гуманитариев рубежа XIX–XX вв. Хорошо известно, что люди продуманных либеральных убеждений, подобные Р.Ю. Випперу или М.И. Ростовцеву, встречались среди них скорее как исключение, в то время как большинство из них придерживались нейтральных или консервативных взглядов [30, с. 65, 66].

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Статья подготовлена в рамках проекта РНФ 19-18-00369-П “Классический Восток: культура, мировоззрение, традиция изучения в России (на материале памятников коллекции ГМИИ имени А.С. Пушкина и архивных источников)”.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Барышников М.Н.* Судьба учёного и промышленника: К 160-летию со дня рождения В.С. Голенищева. 2015. <https://www.herzen.spb.ru/main/structure/inst/soc/sruct/ist/1549131655/1549131966/1549131993/> (дата обращения 10.05.2023).
2. Владимир Семёнович Голенищев и его коллекция восточных древностей / Под ред. И.А. Ладынина. СПб.: Изд-во Русской христианской гуманитарной академии, 2022. (Труды исторического факультета МГУ. Вып. 221. Сер. II: Исторические исследования. 151).
3. Выдающийся русский востоковед В.С. Голенищев и история приобретения его коллекции в Музей изящных искусств (1909–1912) / Сост. А.А. Демская и др. М.: Советский художник, 1987.
4. РГИА. Ф. 1102. Документы разных лиц, изъятые из сейфов частных банков и кредитных обществ, находившихся в Петрограде. Оп. 1. Д. 1223. Голенищев В.С., египтолог.
5. РГИА. Ф. 733. Департамент народного просвещения. Оп. 145. Д. 204. Дело о приобретении собрания восточных древностей В.С. Голенищева.
6. РГИА. Ф. 1276. Совет министров (1905–1917). Оп. 4. Д. 689. О приобретении на счёт казны коллекции египетских и восточных древностей, принадлежащих статскому советнику В.С. Голенищеву.
7. ЦГИА. Ф. 114. Петроградская 1-я мужская гимназия. Оп. 1. Д. 3403. Полупансионер Голенищев В.С.
8. ЦГИА. Ф. 14. Императорский Петроградский университет. Оп. 3. Д. 18404. Голенищев В.С.
9. Отдел рукописей Государственного музея Изобразительных искусств имени А.С. Пушкина. Коллекция XV. Материалы о В.С. Голенищеве и его коллекциях.
10. Научный архив рукописей и документального фонда Государственного Эрмитажа. Фонд 10. Б.А. Тураев. Оп. 1. Д. 158. В.С. Голенищев.
11. Archives du Centre Wladimir Golénisheff, École pratique des Hautes Études (ACWG), Paris.
12. *Ладынин И.А.* Путешествие В.С. Голенищева в Египет осенью и зимой 1890–1891 гг. (новый ар-

⁹ Приношу благодарность А.А. Немировскому, обратившему внимание на этот момент.

- живный материал) // Шаги / Steps. 2023. Т. 9. № 1. С. 206–229.
13. Griffith Institute, University of Oxford. Gardiner MSS.
 14. Oriental Institute, University of Chicago. Breasted, James Henry. Papers.
 15. Staats- und Universitätsbibliothek Bremen. Nachlass Adolf Erman. <https://brema.suub.uni-bremen.de/erman> (дата обращения 10.05.2023).
 16. Сборник биографий кавалергардов. По случаю столетнего юбилея Кавалергардского её величества государыни императрицы Марии Фёдоровны полка / Ред. С. Панчулидзе. Т. 4: 1826–1908. СПб.: Экспедиция заготовления государственных бумаг, 1908.
 17. Ладынин И.А. Две даты из биографии В.С. Голенищева // Вестник ПСТГУ. Серия II: История. История Русской православной церкви. 2023. Вып. 110. С. 125–135.
 18. Кошелев В.С. Египет: от Ораби-паши до Саада Заглула, 1879–1924. М.: Наука, 1992.
 19. The Cambridge History of Egypt. V. 2: Modern Egypt, from 1517 to the End of the Twentieth Century / Ed. M.V. Daly. Cambridge: Cambridge University Press, 1998.
 20. A History of World Egyptology / Ed. A. Bednarski, A. Dodson, S. Ikram. Cambridge: Cambridge University Press, 2020.
 21. Парфянский выстрел / Под ред. Г.М. Бонгард-Левина и Ю.Н. Литвиненко. М.: РОССПЭН, 2003.
 22. Gardiner A.H. My Working Years. Second ed. Oxford, 1963.
 23. Ладынин И.А. Война, революция и египтология: переписка Эд. Навилля и В.С. Голенищева в 1916–1921 гг. // Вестник ПСТГУ. Серия II: История. История Русской православной церкви. 2021. Вып. 98. С. 74–92.
 24. Papiers Edouard Naville. Correspondance classée par ordre alphabétique, adressée à Edouard Naville (1844–1926), égyptologue, professeur à l'Université de Genève et associé étranger de l'Institut de France. Correspondance Gayet – Guelfucci (v. 11). Ms. fr. 2521, f. 84–87, 90–97, 103–104, 106–117, 119–141, 143–154, 156–161, 165–166 (Golénischeff, W.) <https://archives.bge-geneve.ch/ark:/17786/vta623a1e56c74359be> (дата обращения 10.05.2023).
 25. Posener G. Littérature et politique dans l'Égypte de la XII^e dynastie. P.: H. Champion, 1956. (Bibliothèque de l'école des hautes études; 307).
 26. Erman A. Eine Revolutionszeit im alten Ägypten // Internationale Monatsschrift für Wissenschaft, Kunst und Technik. 1912. № 6. S. 19–30.
 27. Erman A. Die Mahnworte eines ägyptischen Propheten // Sitzungsberichte der Preussischen Akademie der Wissenschaften. Philosophisch-Historische Klasse. 1919. Jg. 42. S. 804–815.
 28. Ильин-Томич А.А. Социальный переворот в Египте в трудах В.В. Струве // Вестник Университета Дмитрия Пожарского. 2016. № 2 (4). С. 35–47.
 29. Ладынин И.А. Социальная революция в древнем Египте: полемика и конфликт между В.В. Струве и С.Я. Лурье в 1920-е годы // Учёные записки Казанского университета. Серия Гуманитарные науки. 2021. Т. 163. № 6. С. 127–143.
 30. Скифский роман / Под ред. Г.М. Бонгард-Левина. М.: РОССПЭН, 1997.

**СОВРЕМЕННОЕ КИТАЙСКОЕ ГОСУДАРСТВО.
Т. 1: ОСНОВНЫЕ ИНСТИТУТЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ВЛАСТИ
И УПРАВЛЕНИЯ / ГЛ. РЕД. А.В. ВИНОГРАДОВ.
М.: ИН-Т ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РАН, ИН-Т ВОСТОКОВЕДЕНИЯ РАН,
2022. 903 с.**

© 2023 г. П. Н. Дудин^{а,*}

^аВосточно-Сибирский государственный университет технологий и управления, Улан-Удэ, Россия

*E-mail: dudin2pavel@gmail.com

Поступила в редакцию 02.05.2023 г.

После доработки 18.05.2023 г.

Принята к публикации 29.05.2023 г.

Ключевые слова: КНР, государство, органы государственной власти, институты управления.

DOI: 10.31857/S0869587323060075, **EDN:** TMDLJV

Рубеж XX–XXI вв. для государственной системы Китая оказался насыщенным и полным испытаний. Либерализация экономики, образование в структуре Нового Китая специальных административных районов, принятие поправок в основной закон страны – всё это потребовало как институционального, так и законодательного обеспечения, а в ряде случаев и преобразований государственного аппарата. С подобным масштабom социальных, государственных и юридических трансформаций страна сталкивалась разве что только на рубеже XIX–XX вв., когда устаревшие маньчжурские институты уже были не в состоянии обеспечивать ни эффективное управление страной, ни проведение необходимых реформ.

Казалось, что с крушением монархии в прошлое окончательно и бесповоротно уходила не просто многотысячелетняя эпоха, но целая цивилизация, поскольку республиканский Китай активно перенимал западные традиции парламентаризма, конституционализма и т.п. Однако на деле всё было значительно сложнее: новые институты не работали без политической воли, слепо переписываемые законы не обеспечивали интересов граждан, а новая власть, вполне земная, не наделённая, в отличие от низвергнутой, сакральными привилегиями, оказалась коррумпированной и некомпетентной.

ДУДИН Павел Николаевич – доктор исторических наук, ведущий научный сотрудник Управления научных исследований ВСГУТУ.

Болезненный и кровопролитный республиканский период сменился гражданской войной и победой коммунистов. Последние заимствовали государственные и правовые институты из опыта СССР. Но время доказало, что 4000 лет функционирования социального механизма не может уйти в небытие в течение нескольких десятков лет, не может исчезнуть из генетической памяти народа, населяющего определённое цивилизационное пространство. Именно к этому выводу приводит прочтение фундаментального труда “Современное китайское государство. Т. 1: Основные институты государственной власти и управления”. На основе анализа ключевых органов власти научному коллективу удалось показать, что исконные основы китайской государственности никуда не исчезли и не забыты, а лишь модифицированы под современные условия. Впрочем, именно эта черта (заимствовать лучшее, изменяя его в соответствии со своими условиями и интересами) – характерная особенность китайского менталитета.

Безусловно, авторы книги далеки от мысли проводить прямую параллель и искать прямое совпадение в имперских и современных высших органах государственной власти – это было бы чистейшей воды академическим популизмом и шарлатанством. Однако определённые контуры тех основ, на которых строилась китайская цивилизация и её государственно-правовой сегмент, усмотреть можно.

Анализ содержания книги “Современное китайское государство...” позволил сгруппировать

описанные государственные органы в соответствии с восемью наиболее важными общественными сферами, совпадающими с основными сферами общественных отношений, которые в имперский период подвергались регламентации со стороны государства. Как представляется, и при провозглашении республики в 1912 г., и при образовании Нового Китая в 1949 г. эти общественные сферы сохранили свою автономию, не растворились в череде новых отношений, привнесённых извне, тем самым обеспечив устойчивость государственного механизма.

Первую сферу составляли высшие органы управления, не соподчинённые, но институционализированные. Во-первых, это было Учреждение императорской фамилии, или Цзун жэнь фу, в маньчжурскую эпоху обладавшее как учётными, так и юрисдикционными полномочиями в отношении принцев крови. Во-вторых, известный в отечественной науке как Дорги Ямунь, или Верховный совет [1, с. 22], иначе — Правительствующее учреждение (Цинчао нэйгэ), один из высших коллегийных органов управления Маньчжурского государства. Его преемником в 1912 г. стал Кабинет министров.

В Новом Китае система высших государственных органов не менее сложная и неоднородная, поэтому шесть глав обсуждаемой книги посвящены именно ей. Так, в главе 4 “Система собраний народных представителей” описываются основы формирования и функционирования Всекитайского собрания народных представителей в качестве высшего органа государственной власти КНР, а в исторической перспективе — Постоянного комитета, а также местных и низовых представительных органов (до провозглашения Народной Республики в 1949 г.). Авторы обращают внимание на порядок формирования этого органа — путём делегирования рабочих, крестьян, интеллигенции, кадровых работников, реэмигрантов (гуйцзяо) и членов демократических партий в зависимости от численности населения представленных районов (с. 101, 135–139). В свою очередь, избранные депутаты сами избирают из своей среды Постоянный комитет ВСНП (стр. 111). Эта же система делегирования в зависимости от численности населения того или иного административно-территориального образования сохраняется в автономных районах и городах центрального подчинения, в городах с районным делением и автономных округах и т.д. (с. 118), что в целом отражает суть и характер современной китайской государственности — представительность. Формированию выборных государственных органов посвящена глава 5, в которой детально описываются как общие подходы, так и недавние события, связанные, например, с формированием ВСНП 13-го созыва. Любопытно, что установлена норма представительства (помимо делегатов

от делегатов от провинций, автономных районов, городов центрального подчинения и специальных административных районов) и от делегатов от провинции Тайвань в количестве 13 человек, “которые избираются из числа тайваньских соотечественников, проживающих в провинциях, автономных районах, городах центрального подчинения КНР, а также от НОАК” (с. 140). Представляют интерес сведения о выборах от специальных административных районов Сянган и Аомэнь. Эти выборы носят косвенный характер — через Избирательную конференцию, члены которой участвуют в ней посредством делегирования (с. 148, 149, 151, 152). Что касается избрания представителей от провинции Тайвань, то “на практике проживающие в материковой части Китая тайваньцы избирают депутатов ВСНП от провинции, де-факто существующей в качестве государства вне компетенции властей КНР” (с. 152), и происходит это посредством Консультативной избирательной конференции из числа “тайваньских соотечественников” либо лиц, родившихся на Тайване, либо их детей (с. 153), проживающих в провинциях, автономных районах и городах центрального подчинения (с. 152).

Обстоятельный анализ становления системы государственного управления на уровне высших административных органов даётся в главе “Государственный совет КНР”, а также в чуть менее объёмной, но не менее содержательной главе “Председатель Китайской Народной Республики”, в которой прослеживается формирование этого во многом уникального института в русле общих представлений политических элит Нового Китая о статусе главы государства и его месте в системе органов государственной власти.

Главному институту, “который используется партийно-государственным аппаратом КНР для взаимодействия с некоммунистическими политическими партиями, частными предпринимателями, религиозными и общественными деятелями и организациями” (с. 654), посвящена глава “Народный политический консультативный совет Китая”. Представляя вниманию читателей историю становления и современное состояние этого института, авторы обращаются к обширной источниковой базе, показывают место данного органа в политической системе КНР, структуру участников, организационные основы и его основной функционал, а именно: проведение политических консультаций в течение календарного года по основным вопросам государственной политики и политическим решениям регионального характера (с. 687); демократический контроль в отношении соблюдения Конституции и основных нормативных правовых актов страны; проведение мероприятий в рамках реформ и решение наиболее важных общественных вопросов посредством направления предложений в адрес

высших органов государственной власти, инспекционных поездок в места выявления нарушений, участия в проверках государственных органов и предоставления отчётов об условиях жизни народа в органы государственной власти; участие в политической жизни посредством изучения вопросов политики, экономики, культуры, общественной жизни, экологической обстановки и т.д. (с. 689).

Наконец абсолютной новацией в государственно-правовом сегменте современного Китая стали государственные органы, появившиеся после принятия поправок в Конституцию КНР в 2018 г. и ставшие известными как контрольные (надзорные) комитеты. Им посвящена глава 25, которая содержит краткий исторический экскурс в эпоху республиканского Китая, когда идея Сунь Ятсена о новой и не имеющей аналогов в имперском прошлом контрольной ветви власти была конституционно закреплена в 1931 г. и организационно оформлена в новую структуру — Контрольный юань — с упоминанием о формировании контрольных органов в недрах КПК ещё в 1921 г. (с. 804). Наибольший интерес в параграфе “Становление самостоятельной контрольной власти в КНР” представляет описание функционирования трёхуровневой системы государственного контроля (провинции—города—уезды), действующей в качестве “службы одного окна”, в которую стекается вся информация по коррупционным и иным смежным нарушениям (с. 806, 807). Работники этой службы наделены весьма широкими правоприменительными полномочиями, включая предъявление публичного обвинения с последующим судебным разбирательством. Параграф “Органы контроля на современном этапе” раскрывает суть данного направления административной реформы — упразднение ряда высших органов государственной власти (например, Министерства контроля КНР и Государственного управления КНР по предупреждению коррупции) с передачей их полномочий государственному контрольному (надзорному) комитету, а также контрольным комитетам управлений народных прокуратур по борьбе с коррупцией и взяточничеством и управлений по борьбе с должностными преступлениями и ущемлением прав вместе со штатом служащих (с. 807). Этот своеобразный государственный институт стал, по мнению авторов книги, новой ветвью власти в Китае (с. 803).

Раскрывая соотношение государственных органов с семью остальными сферами общественных отношений, следует иметь в виду, что в имперскую эпоху координация их регулирования осуществлялась благодаря учреждению, известному как Лю бу. Этот орган выполнял гораздо более специфические управленческие функции,

чем правительственные учреждения¹. В его структуру входили шесть, а в эпоху империи Цин семь государственных органов, уполномоченных каждый в своей сфере, собственные подразделения для эффективного управления, а сами органы наделались правоприменительными полномочиями и судебными функциями и в отношении каждого из них в общеимперском Своде законов имелся свой блок правовых норм, формирующих своеобразные отрасли традиционного китайского права.

Итак, *вторую сферу общественных отношений составляла бюрократия*. В имперскую эпоху Ведомство должностных лиц (Ли бу) управляло, пожалуй, одним из самых эффективных из когда-либо созданных государственных институтов — институтом китайской бюрократии. Вряд ли найдётся кто-то, кто опишет его лучше, чем это сделал В.М. Рыбаков в серии “Танская бюрократия”. Суть китайского бюрократического аппарата раскрыта в двух первых разделах: “Феномен китайской бюрократии” [2, с. 15–62] и “Служба как она была” [2, с. 63–114], из которых следует вывод о том, что чиновничество в Китае не всегда любимо, но всегда уважаемо и в основе своей эффективно.

В главе “Система государственной службы КНР” с оговоркой, что речь идёт о гражданской (публичной) службе, исторические традиции, причём не только имперского, но и республиканского прошлого, весьма удачно связываются с современной системой подбора и расстановки кадров в государственном аппарате. Показаны ход и суть реформы государственной службы на современном этапе, которая, будучи частью крупномасштабной административной реформы по перестроению государственного управления под требования социалистической рыночной экономики с китайской спецификой, сводится к созданию эффективного и квалифицированного государственного аппарата, избавленного от сложных административных процедур, от множественности государственных органов, дублирования ими своего функционала, от коррумпированных чиновников. Благодаря этому “была создана система регулярной государственной службы, произошёл отход от существовавшей ранее командно-директивной системы назначения на должность в направлении прохождения кандидатами многоступенчатого отбора и квалификационных экзаменов. В результате построена конкурентная среда среди кандидатов при зачислении на государственную службу” (с. 623, 624). Одним

¹ Добавим, что ни Цзун чжин фу, ни Цинчао нэйгэ не входили в состав Лю бу, решая собственные задачи и тем не менее представляя собой часть сложного и эффективного государственного механизма, поэтому мы и упоминали их выше.

из последних шагов в этом направлении стало упразднение восьми органов министерского уровня и семи органов, подчиняющихся министерствам, создание трёхзвенной системы получения государственной должности (посредством избрания, назначения и по приглашению), а идеологическим следствием — отказ от существовавшей долгие годы командно-директивной системы зачисления в административный аппарат (с. 652). Глава снабжена обширным комментарием к ключевым нормативным правовым актам в этой сфере, приведены некоторые данные и табличные сводки, полезные в исследовании феномена современной китайской бюрократии.

Глава 17 “Экзаменационная система в КНР” концентрирует внимание читателя на этом знаковом достижении китайской цивилизации. Её материал богат фактическими данными и ссылками на первоисточники, любопытными сопоставлениями (например, о заработной плате госслужащих, с. 579), а также примерами проведения экзаменов и сводками об их результатах по годам. Открытой экзаменационной процедуре, отмечает автор главы, подвергаются те, кто претендует “на неруководящие посты, начиная с должности старшего сотрудника сектора и ниже, а также на других уровнях” (с. 591). Претенденты на должность должны иметь высокий уровень образования и идеологической подготовки, не быть привлечёнными до того к уголовной ответственности и не быть уволенными ранее с государственной службы. Сами же экзамены проводятся в рамках установленной квоты на имеющиеся вакансии с публичным объявлением об открытых для занятия должности позициях и условиях для кандидатов. После публикации объявления следуют регистрация кандидатов и проверка их компетенций, проведение единого экзамена, изучение путей выдвижения кандидатов, а на завершающем этапе — обсуждение и принятие решения партийным комитетом (ячейкой) (с. 592–594). В параграфе о целевых экзаменах на примере административного района Внутренняя Монголия показана пошаговая процедура, предусматривающая объявление о вакансиях, подготовку документов, включая получение рекомендаций от вузовских и партийных структур, первичное рассмотрение квалификации кандидатов на уровне орготдела партийного комитета, письменный экзамен продолжительностью 100 мин, устный экзамен в виде структурированного интервью той же продолжительности, прохождение медкомиссии, публикацию результатов и распределение в органы власти и организации (с. 596, 597).

Дипломатической службе Китая, которая в имперскую эпоху занималась управлением внешними территориями, посвящена глава 16. В начале главы говорится, что в 1912 г. “было создано первое китайское Министерство иностранных

дел, на которое возлагались задачи по защите национальных интересов страны” (с. 570). Это утверждение нуждается в уточнении, поскольку хронология внешнеполитического ведомства имперского Китая к тому времени насчитывала уже полвека и имела как минимум две знаковые точки преобразований — в 1861 и 1901 гг. В республиканском Китае это министерство играло важную роль на этапе избавления от экстерриториальности и иностранных поселений, борьбы с японским вторжением и учреждения ООН. В связи с этим было бы интересно проследить историческую преемственность внешнеполитических институтов. В значительной мере компенсирует пробел анализ развития дипломатической службы в Новом Китае, включая современную её структуру и подготовку дипломатических кадров.

Третье направление государственного управления — хозяйственная деятельность. Регулирование этой, одной из системообразующих и для китайского социума, и для китайского государства, сферы претерпело череду трансформаций. В своём традиционном воплощении в лице Ведомства хозяйственных дел (Ху бу или Гуаньшу) оно предполагало полномочия в области финансов и драгоценных металлов, налогов и пошлин, учёта домохозяйств, земли, водного транспорта и другого государственного имущества, регистрации браков, отдельных имущественных отношений частных лиц, торгового оборота и некоторых социальных аспектов. Именно из-за обширности охватываемых общественных отношений правовой блок их регулирования был одним из самых объёмных и подробных.

В обсуждаемой книге хозяйственной сфере посвящены шесть глав. Вопросам государственной системы и политики управления численностью населения и его учёта — главы “Государственная система контроля численности населения Китая” и “Система регистрации населения и внутренние миграции” (которые, думаю, целесообразно было бы объединить). Исторический экскурс и обстоятельный анализ современной системы учёта населения и внутренней миграции с обширными табличными данными позволяют сформировать представление об обширном опыте в этой области, накопленном за несколько десятков веков, во многом наследуемом современной государственной системой и реализуемом как во время проведения переписей населения, так и в повседневной практике управления огромными людскими ресурсами, составляющими 1.4 млрд человек (стр. 70).

С точки зрения понимания трансформации управления экономикой при переходе от директивного к индикативному планированию и от установления количественных показателей к качественным (с. 304) полезной представляется

глава “Механизм принятия социально-экономических программ КНР в XXI в.” Так, по мнению автора главы, после вступления КНР в ВТО в 1984 г. ключевые изменения в системе планирования при составлении 10 пятилетнего плана (2001–2005) коснулись прежде всего институциональных вопросов (ликвидация Госплана КНР, заменённого Комитетом по развитию и реформе, создание в статусе министерства Центра развития Госсовета КНР), а также её идеологической канвы, когда само слово “план” было заменено словом “программа” (с. 304) и “в документах съездов и пленумов КПК и сессий ВСНП давалось крайне мало конкретных плановых показателей развития народного хозяйства КНР, которые большей частью носили индикативный характер” (с. 306). Следствием этого стало двукратное превышение плановых показателей роста ВВП. Одним из действенных инструментов стала практика принятия экономических программ, а директивные планы сменились задачами, поставленными перед обществом. В главе “Система управления государственной собственностью в КНР” раскрывается суть и содержание хозяйственных реформ, начатых в 1979 г. Отмечаются такие меры, как расширение хозяйственных прав предприятий, получение низовыми предприятиями права распоряжаться частью прибыли, создание крупных корпораций, широкая техническая реорганизация и введение новых научных методов управления, “очистка” госсектора от мелких предприятий и акционирование крупных предприятий (с. 327).

К сожалению, менее информативной представляется глава 10 “Органы управления образованием и культурой в системе государственной и партийной власти КНР”. Прочтение параграфа “Органы управления на уровне законодательной власти” заставляет задаться вопросом, а есть ли в современном Китае обособленная законодательная власть либо это — власть представительная, равно как и название параграфа “Управление органами исполнительной власти” предполагает аналогичный вопрос относительно наличия власти исполнительной. Очевидно, что, если даже исходить из догматического подхода и опираться на тексты Конституции КНР 1954 г., 1975 г., 1978 г. и нынешней Конституции КНР 1982 г. (в последней редакции 2018 г.), либеральный концепт разделения властей на законодательную, исполнительную и судебную (даже в вариации идей Сунь Ятсена с добавлением к ним экзаменационной и контрольной ветвей власти) не составляет основу государственности Нового Китая. И хотя статья 58 Конституции КНР гласит, что Всекитайское собрание народных представителей и его Постоянный комитет осуществляют законодательную власть в стране, вряд ли корректно называть их органами законодательными, поскольку прежде

всего они есть органы представительной власти, о чём и говорится в четвёртой главе рецензируемой книги. Аналогичным образом статья 85 Конституции КНР объявляет Государственный совет Китайской Народной Республики исполнительным органом государственной власти и высшим государственным административным органом, но вряд ли это даёт нам право вести речь о наличии в системе публичных органов отдельной исполнительной власти. Это весьма спорный момент, требующий большей доказательности, для убеждения отдельных взыскательных читателей. Название одного из параграфов — “Управление по линии НПКСК” — тоже может ввести в заблуждение несведущего читателя: спрашивается, что это за орган? (Тем более что расшифровка аббревиатуры даётся только в названии главы.) Текст этих двух параграфов напоминает выдержки из нормативного акта, регулирующего деятельность какого-либо органа, или из должностной инструкции, с редкими отсылками к недавней истории. Тем не менее содержащаяся здесь информация, несомненно, полезна интересующимся данной сферой общественной жизни и государственного управления КНР.

Очень содержательной оказалась глава “Система государственного управления физической культурой и спортом в КНР”. В ней предпринята удачная попытка объяснить читателю специфику указанной отрасли и её современное состояние в русле двух стратегий: олимпизма с соответствующим государственным “Планом олимпийской славы” и здоровья нации под эгидой Программы всенародного укрепления здоровья. Приведён обширный нормативный материал со ссылками на первоисточники, функционально верно очерчена система государственных органов, участвующих в реализации политики в данной области, во главе с Главным государственным управлением физкультуры и спорта министерского подчинения на общенациональном уровне, управлениями физической культуры и спорта на провинциальном уровне и нижестоящими структурами на уровне городов, уездов и более мелких административно-территориальных единиц как общего, так и ведомственного значения (например, подведомственных Министерству образования или Центральному военному совету).

Четвёртое направление — духовная сфера жизни Китая, которая всегда была и остаётся чрезвычайно важной для страны и её граждан. Неслучайно в системе ведущих органов имперского Китая Ведомство обрядов/ритуалов/ церемоний (Ли бу) играло далеко не последнюю роль. В Новом Китае этим вопросам также уделяется серьёзное внимание на уровне высших органов государственной власти, о чём повествует глава “Государственное управление по делам религий”. Глубокий анализ процесса выстраивания взаимо-

отношений между руководством КНР и религиозными организациями страны и их места в структуре государственно-партийного управления, сопоставление конструируемой государственной системы по управлению религиозными институтами с аналогичными структурами СССР, вопросы распределения полномочий между ведомствами, многочисленные ссылки на китайские источники — всё это сделало данный раздел крайне содержательным, позволяющим понять, что сегодня представляет из себя религиозная составляющая китайского государства и общества.

Пятая, военная сфера, и соответствующий сегмент государственного механизма во все времена и в любой цивилизации является определяющим не только с точки зрения способности добиться влияния державы на региональном или международном уровне, но и с точки зрения укрепления внутривластной ситуации. Имперский Китай не был в этом отношении исключением: Военное ведомство (Бин бу) формировало и собственный блок правовых норм, и собственную систему правосудия. Современная структура государственного аппарата, безусловно, не воспроизводит ни функций, ни задач, возлагавшихся на военных в былые времена, однако по-прежнему поддерживает их знаковое положение в обществе и определённую элитарность. Не углубляясь в историю даже республиканского Китая (что было бы весьма полезным для любопытствующих), автор главы 20 концентрирует внимание преимущественно на современности и пореформенном периоде 2015–2020 гг., в подробностях описывает систему управления вооружёнными силами КНР со ссылками на положения Конституции и нормативные правовые акты, перечисляет лиц из числа высшего военного командования, приводит другие полезные сведения. Уделяя значительное внимание Центральному военному совету КНР как высшему военному органу, главой которого является Си Цзиньпин, автор, во-первых, показывает, как разделяются полномочия этого органа и Министерства обороны КНР, которое будучи ведомством в структуре Госсовета КНР “осуществляет реализацию установок военнополитического руководства страны в области строительства вооружённых сил” (с. 744), во-вторых, характеризует структуру этого органа и круг его ответственности, а на примере перераспределения полномочий между Советом и Народно-освободительной армией Китая иллюстрирует тенденцию значительного усиления и расширения полномочий высшей военной структуры страны.

Характеристика высших военных институтов даётся в главе “Центральный военный совет. Система управления вооружёнными силами КНР”, положения которой в ряде случаев, к сожалению, дублируют предыдущую главу, пересекаются с

ней в вопросе о статусе Высшего военного совета и Министерства обороны КНР. Разнообразие вносит попытка институционально отграничить Высший военный совет и Военный совет ЦК КПК, председателем которого тоже является Си Цзиньпин: отмечается, что Военный совет ЦК КПК “отвечает за партийную и политическую работу в Вооружённых силах и определяет организационную систему и органы партии в Вооружённых силах” (с. 756). В главе “Академия военных наук НОАК”² раскрываются особенности подготовки военных кадров, определяется не только фактическое, но и политическое положение в военной иерархии страны упоминаемой в названии главы образовательной структуры, обозначаются карьерные достижения высших военных функционеров — выпускников академии.

Шестая сфера — система правосудия. Следует сказать, что её своеобразие в имперский период имеет мало общего с нынешней ситуацией. В прошлом соответствующие функции были сосредоточены между разными ведомствами, исходя из специализации отраслей права и их правоприменительных полномочий. Так, Ведомство наказаний (Син бу), с которым у обывателя традиционно ассоциируется правосудие в имперский период, функционировало в строго отведённой ему области, отвечало за относительно ограниченный круг вопросов, причисляемых большинством современных исследователей китайского права к уголовным деяниям, хотя это не соответствует действительности. Здесь следует пояснить, что в современном понимании уголовное право — продукт XIX в., причём продукт римской традиции, которую китайские империи не знали вплоть до середины XIX в. Обывательское восприятие китайской системы правосудия как монолитной, волюнтаристской, карательной создавало её незаслуженно отрицательный образ, который отчасти удалось развеять известному американскому исследователю имперского права Китая Д. Боддэ в его хрестоматийной работе, где он, в частности, говорит: “Во многих отношениях законодательство императорского Китая было более гуманным и разумным, чем его западный аналог. Кража, например, заслуживала смертной казни только тогда, когда она превышала стоимость 120 унций серебра или была совершена трижды, в третий раз на сумму более 50 унций. Это наказание выгодно отличается от наказания в доиндустриальной Англии, где только в 1818 году, и то лишь после четырёх парламентских рассмотрений законопроекта, смертная казнь была отменена за кражу из магазина товаров стоимостью менее пяти шиллингов” [3, р. 41]. Боддэ напоминает, что в отличие от европейских стран, где

² НОАК — Народно-освободительная армия Китая. (Прим. ред.)

смертная казнь могла выноситься и судебными органами на уровне графств и других территориальных единиц, в Китае эту меру наказания накладывал только император и только после сложной процедуры рассмотрения и утверждения её несколькими соподчинёнными нижестоящими коллегиальными инстанциями [3, р. 42]. Он приводит слова исследователя китайского имперского уголовного права, бывшего британского консула в Ханькоу и Гуанчжоу Ч.Г. Алебастр: “Короче говоря, хотя [в Китае] наказание сурово и отвратительно, оно не так мучительно, как полуповешение, потрошение и четвертование, практиковавшиеся в Англии в недавнем прошлом” [3, р. 93].

Говоря о современной судебной системе КНР, авторы книги справедливо указывают на то, что она функционирует под негласным контролем правящей Коммунистической партии Китая (с. 768). В тексте главы 23 приводятся многочисленные отсылки к нормативно-правовой базе, даны её обстоятельные комментарии, подкреплённые ссылками на авторитетных китайских учёных, выдержками из официальных докладов и иных документов. Экскурс в историю становления системы правосудия Нового Китая позволяет даже не посвящённому в тонкости государственной политики этой страны читателю разобраться в логике как законодателя, так и архитекторов государственного аппарата. Среди ключевых моментов для понимания природы судебной власти в Новом Китае авторы отмечают: тесную её связь и работу под руководством КПК; наличие системы “двойного подчинения народных судов: вышестоящей судебной инстанции и собраниям народных представительств (их постоянным комитетам) соответствующего уровня” (с. 769); поднадзорность органам прокуратуры; подконтрольность общественности; наличие специальных народных судов (суды по морским делам; по интеллектуальным правам; финансовые суды; лесные и мелиорационные суды; суды по банкротству; интернет-суды и т.д.); значительную открытость, доступность и избавление от коррупции и бюрократии (с. 791).

В главе, посвящённой органам прокуратуры, присутствует исторический экскурс в первые годы существования Китайской Народной Республики, когда только формировались прокурорские органы как совершенно новая составляющая государственного аппарата, не имевшая аналогов ни в имперском, ни в гоминьдановском Китае, ни в освобождённых районах. Этот экскурс плавно перетекает в современную ситуацию, и перед читателем возникает чёткая картина структуры органов прокуратуры КНР, включая специфику их деятельности и современные реформы, а также создание в 2018 г. “на конституционном уровне новой контрольной власти”, о которой уже гово-

рилось выше. Даная новация “предполагает частичное реформирование органов прокуратуры в направлении изъятия у них функций по борьбе с коррупцией” (с. 802).

Седьмая, природоресурсная, сфера общественных отношений традиционно сводилась к управлению использованием и, соответственно, охране природных объектов и поддержанию в надлежащем состоянии возведённых на них сооружений (например, дамб и каналов). Ставилась задача реализации рационального подхода к мелиорации и обработке земли, что предполагало умелое управление ресурсами, адекватное нормативное регулирование хозяйственной деятельности и активное привлечение высокопрофессионального наёмного труда. Очевидно, из-за важности этой сферы общественных отношений, она была поручена Ведомству [общественных] работ (Гун бу), а блок норм, регулирующих её, составил самостоятельную, пусть и небольшую, отрасль китайского традиционного права (см. [4, р. 471–473; 5, р. 735, 736]). В настоящее время система государственной охраны окружающей среды включает, с одной стороны, партийные структуры, ответственные за экологическую политику, с другой — соответствующие органы государственной власти. В структуре ЦК КПК присутствуют относительно новые подразделения, на которых зиждется ныне управление данной сферой, например, Малая группа по реформе экономической системы и экологической цивилизации Комиссии ЦК КПК по всестороннему углублению реформ. Среди органов государственной власти ключевым звеном является образованное в марте 2018 г. Министерство экологии и окружающей среды. В книге предлагается экскурс в историю становления государственных структур в области экологической политики, однако он ограничивается лишь констатацией фактов их создания, преобразования и упразднения, в то время как интерес представляют причины принятия подобных решений, тем более что в последние годы руководство КНР предприняло серьёзные шаги в решении экологических проблем страны начиная с законодательного установления “зелёного”, или экологического, принципа осуществления гражданско-правовых действий, предусмотренного в статье 9 ГК КНР. Этот принцип развивается в статье 110 ГК, распространяясь на право граждан на сохранение здоровья, и подкрепляется конкретными институциональными мерами, как это было сделано в начале 2000-х годов, когда в провинциях Цзянсу, Юньнань и Гуйчжоу были созданы экологические суды для разбирательства соответствующих вопросов.

Восьмая сфера — управление регионами и территориями. Очевидно, что огромная страна с разнообразными природными и экономическими условиями, наличием национальных окраин тре-

бует пространственной организации. (С точки зрения связей России и Китая эта проблема также небезразлична: приграничное пространство во многом обеспечивает взаимодействие с великим соседом, способствует развитию торговли и культурному обмену.) В эпоху империи Цин³ соответствующую деятельность осуществляло Ведомство управления зависимыми территориями (Лифаньюань). На рубеже XIX–XX вв. в отечественном дискурсе появились категории внутреннего [6–8] (ханьского, традиционного, имперского) и внешнего [9–11] (периферийного, присоединённого, подконтрольного метрополии) Китая. На этой основе складывалось понимание характера управления как собственно китайскими провинциями, уездами и более мелкими территориальными единицами, так и пространствами на окраинах империи, а после её распада — теми территориями, которые пытались получить независимый статус.

В книге “Современное китайское государство...” сфере управления территориями посвящены три главы: “Административно-территориальное устройство (деление) КНР”, “Органы государственной власти национальных автономий”, “Администрация и местное самоуправление в китайской деревне”.

Первая из этих глав погружает читателя в историю территориального устройства страны с акцентом на специфические черты, некоторые из которых сохранились и поныне. Так, говоря о “китайском унитаризме”, авторы раздела подчёркивают, что в Китае понимание унитарного государства существенно отличается от принятого в западном мире, предполагало и предполагает куда меньшую централизацию, чем подразумевает сам термин. В главе описывается процесс преобразования одних административно-территориальных единиц в другие, разъясняются причины таких изменений, характеризуется их нормативно-правовая база. Как указывают авторы, одной из причин ликвидации промежуточных звеньев (провинция/уезд) в административно-территориальной организации стала политика “по их со-

кращению со 170 в 1982 г. до 66 в 1998 г. и 10 в 2020 г.” (с. 23) — на их место приходили городские округа. Ликвидация Хайнань-Ли-Мяоского автономного округа была связана с выделением о. Хайнань в отдельную провинцию в 1988 г. Ещё одной причиной преобразований авторы называют урбанизацию, вследствие которой количество посёлков постоянно растёт, а волостей — уменьшается (с. 35, 36).

Глава, посвящённая национальным автономиям, призвана развить заданную проблематику в русле одного из институтов управления территориями КНР — непосредственно органов государственной власти, государственного аппарата, применительно к национальным регионам. Социалистическая риторика в духе “все движения носили национально-освободительный характер” или “восстания жестоко подавлялись карательными походами” (с. 415) постепенно сменяется обстоятельным анализом исторических основ национальной политики центральной власти со ссылками на Конституцию и её проекты, комментариями их положений (с. 417, 418, 420, 421, 426, 427 и др.). Особый интерес представляет параграф “История формирования национальной политики КПК”, позволяющий проследить генезис идей в данной области. Указывается, что “центральными органами государственной власти, управляющими делами национальностей в Китае, являются Комиссия по делам национальностей ВСНП с полномочиями по рассмотрению и обсуждению законопроектов, правоприменительных актов и обращений, проведение исследований и консультаций в сфере национальной политики; Государственный комитет по делам национальностей Госсовета КНР, к чьему ведению относится курирование высших учебных заведений для представителей национальностей меньшинств, исследовательских и просветительских учреждений и соответствующая управленческо-исследовательская деятельность, а также Комиссия по делам национальностей и религий Всекитайского комитета Народного политического консультативного совета Китая, чья деятельность сосредоточена на проведении в жизнь национальной политики правительства КНР, защите законных прав, интересов, а также отражении требований и мнений представителей малочисленных народов страны” (с. 466–471). В целом материал главы существенно расширяет видение национальной автономии в КНР.

Наконец, третья из названных глав завершает обзор институциональных основ управления территориями, составляющими основу Китайского государства, где низовой уровень представлен категорией “китайская деревня”. Весьма сильный авторский ход — начать погружение читателя в заявленную проблематику с разъяснения дефиниции “сян” в её историко-культурном контексте.

³ Империя Цин (Поздняя Цзинь с 1616 г. в Маньчжурии, Цин с 1636 г., с 1644 г. в континентальном Китае) — государство и династия маньчжурских императоров, осуществлявшая в период своего наивысшего расцвета господство на землях т.н. внутреннего Китая, Внешней (Халха) и Внутренней Монголии, Восточного Туркестана, Тибета и др. В ходе Синьхайской революции 1911–1912 гг. 12 февраля 1912 г. малолетний император Сюаньтун (Пу И) отрёкся от престола. С 1 по 17 июля 1917 г. он был восстановлен на престоле, но свергнут окончательно республиканскими войсками во главе с Дуань Цижунем. В 1932–1945 гг. Пу И в качестве главы республики Маньчжуро-Монгольского государства (Маньчжоу-Го), а в 1932–1934 гг. в качестве императора Великой Маньчжурской империи (Маньчжоу-Ди-Го) под именем Кан Дэ (1934–1945) номинально был главой независимого Маньчжурского государства.

Ретроспективный обзор как самих административно-территориальных единиц в имперскую эпоху, так и их структурных основ и полномочий через события постреволюционной эпохи (с. 512—515) позволил связать их с организацией местной власти в современном Китае, а опора на нормативный материал придала тексту главы устойчивость и содержательность. Авторам удалось показать, что многоуровневая и многоформатная модель управления китайскими территориями представляет собой внешне громоздкий и сложный, однако, как показывает практика, весьма динамичный и эффективный сегмент государственно-го механизма.

Завершая содержательный анализ книги “Современное китайское государство...”, можно констатировать, что перед нами уникальный труд, аналог которому в постсоветской России найти вряд ли возможно. Авторский коллектив и редакторы издания проделали огромную работу по поиску, систематизации и изложению материала, представив его так, что он не выглядит монотонным назидательным текстом. Особого уважения заслуживает успешная попытка отказаться от европоцентристского подхода, от стремления уложить анализ самобытных китайских реалий в прокрустово ложе принятых на Западе схем, в том числе жёсткого деления органов власти на законодательные, исполнительные и судебные.

Обсуждаемую работу вряд ли можно назвать монографией — уж слишком она неоднородна и по объёму разделов и параграфов, и по содержанию. Возможно, следовало бы несколько улучшить структуру книги, объединив ряд параграфов, чтобы исключить дублирование. Некоторые данные, например, о провозглашении независимости Внешней Монголии (с. 416) или об образовании автономного района Внутренняя Монголия (с. 22), по-видимому, требуют дополнительной проверки на истинность, а само издание следовало бы снабдить перечнем сокращений, которые используются с первых страниц, но лишь пытливый ум иногда способен понять, о чём при использовании той или иной аббревиатуры идёт речь. Однако это частные замечания, и они не снижают ценность масштабного труда, не умаляют его энциклопедического размаха. Как представляется, книга “Современное китайское государство...” должна быть включена в перечень трудов, подлежащих изучению в вузах китайоведческого и востоковедческого профиля.

Остаётся надеяться, что авторский коллектив не остановится на достигнутом и вскоре увидят свет новые издания начатой серии, которые позволят как минимум дополнить, а в ряде случаев и сформировать представление о современной китайской государственности и её отдельных компонентах.

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Исследование выполнено за счёт гранта Российского научного фонда № 22-68-00054 “Маньчжуро-монгольский мир Внутренней Азии в первой половине XX в.”.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тайцин гурунь и Ухери коли, то есть Все законы и установления Китайского (а ныне Маньчжурского) правительства: том первый / Перевёл с Маньчжурского на Русский язык коллегии Иностранных дел Надворной Советник Алексей Леонтиев. В Санктпетербурге: при Императорской Академии Наук, 1781.
2. Рыбаков В.М. Танская бюрократия. Ч. 1: Правовое саморегулирование. Т. 1. СПб.: Петербургское Востоковедение, 2013.
3. Bodde D., Morris C. Law in imperial China, exemplified by 190 Ch'ing dynasty cases (translated from the Hsing-an hui-lan) with historical, social, and juridical commentaries // Harvard Studies in East Asian Law. 1967. № 1.
4. Ta Tsing Leu Lee: being the fundamental laws, and a selection from the supplementary statutes, of the Penal code of China; originally printed and published in Peking, in various successive editions, under the sanction, and by the authority, of the several emperors of the Ta Tsing, or present dynasty. Translated from the Chinese; and accompanied with an appendix, consisting of authentic documents, and a few occasional notes, illustrative of the subject of the work; by Sir George Thomas Staunton, bart. Staunton, George Thomas Sir, London: Printed for T. Cadell and W. Davies [by Strahan and Preston], 1810.
5. Manuel du Code Chinois/par Père Guy Boulais, S.J. // Variétés sinologiques n° 55, Imprimerie de la Mission catholique à l'orphelinat de T'ou-sé-wé, Zi-ka-wei, 1924. Shanghai, Imprimerie de la Mission Catholique, 1924. Reprinted by Ch'eng Wen Publishing Co, Taipei, 1966.
6. Краткий обзор Китая: приложение к “Карте Внутреннего Китая” / Издание Экономического Бюро Китайской Восточной железной дороги. Харбин: Типография Китайской Восточной железной дороги, 1927.
7. Сурин В.И. Железные дороги в Маньчжурии и Китае: Материалы к транспортной проблеме в Китае и Маньчжурии / Экономическое бюро Китайской Восточной железной дороги. Харбин: Типография Китайской Восточной железной дороги, 1932.
8. Яинов Е.Е. Очерки китайского крестьянского хозяйства. Харбин: Типография Н.А. Френкеля, 1935.
9. Северная Маньчжурия и Китайская Восточная железная дорога / Китайская Восточная железная дорога; Составлено Экономическим Бюро Китайской Восточной железной дороги. Харбин: Типография Китайской Восточной железной дороги, 1922.
10. Справочник по С. Маньчжурии и КВЖД. Харбин: Издание Экономического Бюро КВЖД, 1927.
11. Яинов Е.Е. Китайское крестьянское хозяйство в Северной Маньчжурии: Экономический очерк / Экономическое бюро Китайской Восточной железной дороги. Харбин: Типография Китайской Восточной железной дороги, 1926.