

ВЕСТНИК РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

научный и общественно-политический журнал

том 85 № 5—6 2015 Май—Июнь

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

*Журнал издаётся под руководством
Президиума РАН*

Главный редактор
В.Е. Фортов

Редакционная коллегия

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

Заместитель главного редактора
Г.А. Заикина

Заведующая редакцией
В.В. Володарская

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

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

Москва
Издательство “Наука”

СОДЕРЖАНИЕ

Том 85, номер 5–6, 2015

70 лет Победы в Великой Отечественной войне

В.А. Золотарёв

Война Великая, Отечественная

389

Научная сессия Общего собрания Российской академии наук “Научно-технические проблемы освоения Арктики”

Вступительное слово президента РАН академика В.Е. Фортова

397

Выступление министра природных ресурсов и экологии России С.Е. Донского

400

Международное сотрудничество в Арктике: риски и возможности.

Доклад академика А.А. Дынкина

404

Геодинамическая эволюция Северного Ледовитого океана и современные проблемы в геологических исследованиях Арктики.

Доклад члена-корреспондента РАН В.А. Верниковского, академика Н.Л. Добрецова

412

Пути освоения ресурсов нефти и газа российского сектора Арктики.

Доклад академика А.Э. Конторовича

420

Стратегические минеральные ресурсы российской Арктики.

Доклад академика Н.С. Бортникова

431

Биоресурсы арктических морей России.

Доклад доктора биологических наук М.В. Флинта

438

О вкладе учёных-аграриев в развитие Арктики и приарктических территорий.

Доклад вице-президента РАН академика Г.А. Романенко

445

Акустика глубоководной части Северного Ледовитого океана и арктического шельфа России.

Доклад академика А.Г. Литвака

449

Прошлое и современность криосферы Арктики.

Доклад академика В.М. Котлякова, доктора географических наук А.А. Величко, кандидата географических наук А.Ф. Глазовского, кандидата геолого-минералогических наук В.Е. Тумского

463

О феномене арктического права в контексте правового развития России.

Доклад вице-президента РАН академика Т.Я. Хабриевой, доктора юридических наук А.Я. Капустина

472

Современные изменения климата в Арктике.

Доклад члена-корреспондента РАН И.И. Мохова

478

Мерзлота Арктики: динамика, ресурсы, риски.

Доклад академика В.П. Мельникова

485

Коренные народы российской Арктики.

Доклад академика В.А. Тишкова, доктора исторических наук Н.И. Новиковой, кандидата исторических наук Е.А. Пивневой

491

Арктическая медицина в XXI веке.

Доклад академика Л.И. Афтанаса, члена-корреспондента РАН М.И. Воеводы, академика В.П. Пузырёва, доктора биологических наук В.Н. Мельникова

501

Космическая погода сегодня и послепослезавтра.

Доклад академика Л.М. Зелёного, члена-корреспондента РАН А.А. Петруковича

507

Выступления участников Научной сессии Общего собрания РАН: академика Л.Д. Фаддеева, члена-корреспондента РАН А.Н. Чилингарова, доктора геолого-минералогических наук Г.И. Иванова, доктора экономических наук В.И. Павленко, членов-корреспондентов РАН В.В. Рожнова, Л.И. Лобковского, А.Л. Максимова, академика А.И. Ханчука, членов-корреспондентов РАН В.В. Коломейченко, Р.В. Гольдштейна, академиков Ю.В. Цветкова, Г.А. Месяца, В.А. Рубакова, Р.И. Нигматулина

511

Заключительное слово президента РАН академика В.Е. Фортова

519

Постановление Научной сессии Общего собрания РАН “Научно-технические проблемы освоения Арктики”

520

С кафедры Президиума РАН

С.М. Рогов

Состояние и перспективы российско-американских отношений 522

Возможна ли сегодня “холодная война”? *Обсуждение научного сообщения* 532

Этюды об учёных

В.П. Дымников, В.П. Ильин, А.К. Лаврова, В.Н. Лыков

Учёный, учитель, гражданин. *К 90-летию со дня рождения академика Г.И. Марчука* 538

Былое

А.А. Тишков

Академическая география в годы Великой Отечественной войны 548

Ю.В. Ильин

Вклад отечественных учёных в открытие и исследование информационной РНК животных 555

В мире книг

Рецензируется: “Россия в Калифорнии: русские документы о колонии Росс и российско-калифорнийских связях, 1803–1850”. В 2-х томах 562

Официальный отдел

Президиум РАН решил. — Юбилеи. — Награды и премии 567

CONTENTS

Vol. 85, No. 5–6, 2015

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

70 years of Victory in the Great Patriotic War

V. A. Zolotarev

The Great War, Patriotic War

389

Scientific Session of the RAS General Meeting “Scientific-Technical Problems of the Arctic Developing”

Keynote Speech by RAS President Academician V.E. Fortov 397

Speech by Minister of Natural Resources and Ecology of Russia S.E. Donskoy 400

International Cooperation in the Arctic: Risks and Opportunities.
Report by Academician A.A. Dynkin 404

Arctic Ocean Geodynamic Evolution and Contemporary Issues of Arctic Geology.
Report by Corresponding Member of RAS V.A. Vernikovskiy and Academician N.L. Dobretsov 412

Towards the Development of Oil and Gas Resources of the Russian Sector of the Arctic.
Report by Academician A.E. Kontorovich 420

Strategic Mineral Resources of Russian Arctic.
Report by Academician N.S. Bortnikov 431

The Biological Resources of the Arctic Seas of Russia.
Report by Doctor of Biological Sciences M.V. Flint 438

The Contribution of Agricultural Scientists in the Development of Arctic and Sub-Arctic Territories.
Report by Vice-President of RAS Academician G.A. Romanenko 445

The Acoustics of the Deep Part of the Arctic Ocean and the Arctic Shelf of Russia.
Report by Academician A.G. Litvak 449

The Past and the Present of the Arctic Cryosphere.
*Report by Academician V.M. Kotlyakov, Doctor of Geographical Sciences A.A. Velichko,
Candidate of Geographical Sciences A.F. Glazovskiy,
Candidate of Geological-Mineralogical Sciences V.E. Tumskiy* 463

On the Phenomenon of Arctic Law in the Context of the Legal Development of Russia.
*Report by Vice-President of RAS Academician T. Ya. Habrieva,
Doctor of Legal Sciences A.Y. Kapustin* 472

Modern Climate Changes in the Arctic.
Report by Corresponding Member of RAS I.I. Mokhov 478

The Permafrost in the Arctic: Dynamics, Resources, Risks.
Report by Academician V.P. Melnikov 485

Indigenous Peoples of Russian Arctic.
*Report by Academician V.A. Tishkov, Doctor of Historical Sciences N.I. Novikova,
Candidate of Historical Sciences E.A. Pivneva* 491

Arctic Medicine in the Twenty-First Century.
*Report by Academician L.I. Aftanas, Corresponding Member of RAS M.I. Voevoda,
Academician V.P. Puzyrev, Doctor of Biological Sciences V.N. Melnikov* 501

Space Weather Today, and after-after Tomorrow.
Report by Academician L.M. Zeleniy, Corresponding Member of RAS A.A. Petrukovich 507

Speech by the Participants of the Scientific Session of the RAS General Meeting:
Academician L.D. Faddeev, Corresponding Member of RAS A.N. Chilingarov,
Doctor of Geological Sciences G.I. Ivanov, Doctor of Economic Sciences V.I. Pavlenko,
Correspondent Members of RAS V.V. Rozhnov, L.I. Lobkovsky, A.L. Maximov,
Academician A.I. Hanchuk, Corresponding Members of RAS V.V. Kolomeichenko,
R.V. Goldstein, Academicians Yu.V. Tsvetkov, G.A. Mesyats, V.A. Rubakov, R.I. Nigmatulin 511

Closing Remarks by the President of RAS Academician V.E. Fortov 519

Resolution of the Scientific Session of the RAS General Meeting
“Scientific-Technical Problems of Arctic Developing” 520

On the Rostrum of the RAS Presidium

S.M. Rogov

The State and Prospects of Russian-American Relations 522

Is the Cold War Possible Today? *Paper Discussion* 532

Profiles

V.P. Dymnikov, V.P. Il'in, A.K. Lavrova, V.N. Lykosov

Scholar, Teacher, National. *To the 90th Anniversary of the Birth of Academician G.I. Marchuk* 538

Bygone Times

A.A. Tishkov

The Academic Geography during the Great Patriotic War 548

Yu.V. Ilyin

The Contribution of Russian Scientists in the Discovery
and Investigation of Animal's Information RNA 555

In the Book World

Reviewed: "Russia in California: the Russian Documents about the Ross Colony
and Russian-Californian Relations, 1803–1850" in 2 volumes 562

Official Section

Decisions of the RAS Presidium. Anniversaries. Awards and Prizes 567

70 ЛЕТ ПОБЕДЫ В ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЕ

DOI: 10.7868/S0869587315050230

На основе широкой панорамы международных отношений 1919–1939 гг., анализа тенденций развития Германии и Советского Союза в межвоенный период в статье делаются выводы о причинах Второй мировой войны и её “поворота на Восток” 22 июня 1941 г., роста советского военного искусства и краха блока агрессоров. Кроме того, автор рассказывает о подготовке и итогах ключевых битв и кампаний Великой Отечественной войны, её последствиях для Советского Союза и всей мировой цивилизации.

ВОЙНА ВЕЛИКАЯ, ОТЕЧЕСТВЕННАЯ

В.А. Золотарёв

Великая Отечественная война 1941–1945 гг. — решающая часть Второй мировой войны, в орбиту которой было втянуто 61 государство с населением 1.7 млрд. человек, то есть около 80% всего человечества. От исхода Великой Отечественной войны зависела судьба не только нашей страны, но и будущее всей мировой цивилизации.

Война, которую навязал Советскому Союзу германский нацизм, была самым крупным вооружённым выступлением мировой реакции против нашей Родины, одним из тягчайших испытаний, когда-либо выпавших на её долю. Противоборство сторон представляло собой непримиримый конфликт двух социально-политических и социально-экономических систем, что обусловило его небывалую остроту и бескомпромиссность.

Разгром основных сил гитлеровской Германии на советско-германском фронте оказал мощное влияние на подъём движения Сопротивления в оккупированных фашистами странах Западной Европы, а также на ликвидацию последнего очага войны на Дальнем Востоке. Победа в Великой Отечественной войне означала поражение идеологии фашизма и освобождение многих народов Западной Европы и Азии от фашистского ига.



ЗОЛОТАРЁВ Владимир Антонович — доктор исторических наук, доктор юридических наук, действительный Государственный советник РФ 1 класса. gw1941–1945@mail.ru

Военный разгром германского фашизма осуществила Советская армия, что в решающей степени способствовало крушению мировой колониальной системы. Кроме того, победа над фашизмом привела к практически всеобщей активизации широких народных масс, развернувших борьбу за свои социальные права, укреплению влияния рабочих и других левых партий. Произошли коренные изменения в расстановке сил внутри западного мира, в положении ведущих держав на мировой арене. Расчёты правящих кругов США и Англии на то, что наша страна будет ослаблена в результате войны, провалились. Советский Союз не только сохранил свои международные позиции, но и значительно укрепил их. Возрос его международный авторитет, усилилось влияние на решение международных проблем.

Война нанесла СССР огромный материальный урон: было утрачено около 30% национального богатства, людские потери составили не менее 27 млн. человек, причём большая их часть пришлась на гражданское население. Потери союзников, долгое время упорно уклонявшихся от активной борьбы с фашистской Германией, несравнимо меньше.

Личный состав, боевая техника и вооружение — основные условия развития военного искусства. Готовясь к нападению на Советский Союз, нацистская Германия разработала концепцию скоротечной войны (блицкрига), которая нашла своё отражение как в общей стратегии будущей войны, так и в организации снабжения, в боевой и идеологической подготовке вооружённых сил. Первоначально блицкриг был опробован на Западе. Опыт получился удачным. Почти вся Западная Европа к 1941 г. оказалась под властью нацистов. В итоге германская военная экономика строилась на использовании военно-экономического потенциала оккупированных стран.

Приняв окончательное решение о нападении на Советский Союз, нацистское руководство предприняло ряд мер военно-экономического характера. По указанию начальника штаба верховного командования вермахта (ОКВ) Кейтеля Управление военной экономикой и вооружений ОКВ разработало программу вооружений для “восточного похода”. В сентябре 1940 г. была принята программа “Б” по производству оружия и военной техники в рамках подготовки к войне против Советского Союза. Программа предусматривала снабжение к апрелю 1941 г. всем необходимым 200 дивизий сухопутных войск, а также пополнение ВВС и ВМФ более совершенной военной техникой. С этой целью предприятия военно-промышленного комплекса обеспечивались в полном объёме и в кратчайшие сроки рабочей силой, средствами производства, сырьём и транспортом. Особое значение придавалось производству средних танков типа Т-III и Т-IV, командирских танков, противотанковых орудий для сухопутных войск, самолётов типа ME-109, ME-110, Ю-52, Ю-88, Хе-111, Фв-150, подводных лодок. Приоритетной программой военного производства со второй половины 1943 г. стало производство бронетанковой техники, возросшее за год в 2 раза. Создавались бронеавтомобили и бронетранспортёры, много внимания уделялось производству стрелкового и артиллерийского вооружения, рост которого в начале 1941 г. достиг наивысшего уровня. Был значительно увеличен выпуск боеприпасов. В это же время в распоряжении вермахта оказалось вооружение 52 французских, 34 польских, 30 чехословацких, 22 бельгийских, 12 английских и 9 голландских дивизий, а также большие запасы боеприпасов и различного снаряжения. Гитлеровское военное руководство рассчитывало, что в войне против Советского Союза ему удастся осуществить блицкриг, в ходе ко-

торого будут захвачены богатые трофеи. Управлению военной экономики и вооружений ОКВ была поставлена задача подготовить информацию о советской промышленности, энергетической и дорожно-транспортной сети, источниках сырья, месторождениях нефти, собрать общие сведения о гражданской экономике Советского Союза.

Планирование нацистским руководством войны против СССР основывалось на сложившихся к тому времени военно-теоретических взглядах, состоятельность которых, казалось, была доказана успешным для Германии опытом кампаний 1939–1941 гг. в Европе. Подтверждённая этим опытом военная теория предусматривала достижение быстрой и полной победы над противником. Считалось необходимым всеми средствами добиваться внезапности нападения, обязательно иметь во вражеских странах своих сторонников и уметь использовать их подрывную и агитационную деятельность. Внезапность должна была достигаться проведением тайной мобилизации, скрытного сосредоточения и развёртывания своих вооружённых сил, дезинформацией, заключением мирных договоров со странами, на которые предполагалось осуществить нападение.

Высокие темпы наступления планировалось обеспечить путём массированного применения танков и авиации. При этом на авиацию, наряду с непосредственной поддержкой наступающих войск, возлагались задачи уничтожить авиацию противника, захватить господство в воздухе с самого начала кампании и нанести разрушительные удары по его экономическим и военно-политическим центрам. Наиболее эффективным способом разгрома противника считалось окружение его войск, выход с флангов или прорыв обороны и последующее глубокое включение по сходящимся направлениям специально создаваемых для



этой цели сильных ударных группировок танковых и моторизованных соединений.

В современной германской историографии бытует утверждение, что основными причинами, приведшими к развязыванию войны в 1939 г., являются последствия поражения Германии в 1918 г., Ноябрьская революция и, безусловно, Версальский мирный договор 1919 г., предусматривавший, наряду с другими условиями, ограничение численности вооружённых сил Германии до 100 тыс. человек, содержание флота только с целью охраны прибрежных границ. Важнейшим фактором развития страны, а также легитимизации национал-социалистической идеологии в Германии с 1933 г. явилось требование пересмотра положений Версальского договора.

7 марта 1936 г. германские войска заняли демилитаризованную Рейнскую область, 25 ноября 1936 г. в Токио был заключён германо-японский антикоминтерновский пакт, в марте 1937 г. произошёл относительно мирный аншлюс Австрии, далее — Судетский кризис, повлекший вторжение вермахта в Чехословакию в соответствии с планом “Грюн”, который германские исследователи характеризуют как пробный вариант модели “молниеносной войны” [1, В. 1, S. 638]. Главной задачей при подготовке вторжения в Чехословакию считалось проведение исключительно скрытных мероприятий, без планомерной в таких случаях мобилизации сил, чтобы лишить противника любой возможности обеспечить контрмероприятия по обороне страны. Ещё в декабре 1938 г. Гитлер отдал распоряжение сухопутным войскам, в котором содержалось требование отказа от любых плановых мероприятий по вторжению и предлагалось заняться исключительно организацией действий. Концепция блицкрига предполагала изменение приоритетов в организации планирования и обеспечения скрытности мероприятий [Ibid, S. 663]. Тактика секретности, введения в заблуждение как собственного народа, так и потенциальной жертвы на европейском театре принесла фюреру успех. Гитлер умело использовал разногласия между Прагой и словацким правительством, они и послужили поводом к вторжению на территорию Чехословакии.

Разработка планов нападения на Польшу (кодовое наименование “План Вайс”) должна была завершиться к августу 1939 г. Использование вооружённых сил для подавления восточного соседа являлось для Гитлера очередным этапом в осуществлении его экспансионистских проектов. Планировалось разгромить основные польские силы ещё до завершения мобилизации. Главный лозунг — “Обеспечить преимущество над противником стремительными действиями и беспощадным наступлением” [1, В. 2, S. 93].

Особое значение придавалось авиационной поддержке. Общий замысел командования сухо-

путных войск сводился к следующему: наступление на основную часть польских соединений проводить силами группы армий “Север” из Померании и Восточной Пруссии, а группы армий “Юг” — из Силезии. В интересах быстрейшего завершения польской кампании предусматривалось применение двух третей всех сил вермахта. Перед “Кригсмарине” (Германский военно-морской флот) была поставлена задача изолировать слабый военно-морской флот Польши, окружить морские подходы к береговым опорным пунктам и таким образом “связать” польский торговый флот.

Германское нападение последовало утром 1 сентября 1939 г., когда группы армий “Север” и “Юг” перешли в наступление. Хотя польскому военному командованию было известно о концентрации немецких войск на границе, начало операции оказалось для него внезапным. Вермахт сразу же взял инициативу в свои руки. Наступление немецких войск развивалось успешно. Уже 6 октября 1939 г. последние части польской армии капитулировали. Польская кампания завершилась убедительной победой германских вооружённых сил. Потери Польши составили: убитых — 66,3 тыс. человек; раненых — 133 тыс.; взятых в плен — 420 тыс. Потери Германии: убитых — 8 тыс. человек; раненых — около 32 тыс.; без вести пропавших — 3400. Немцы умело использовали преимущества моторизованных войск, осуществляли эффективное взаимодействие между танковыми войсками и авиацией, что предоставляло неограниченные возможности для маневренности при ведении боевых действий.

Молниеносная победа определялась в том числе высоким уровнем работы генерального штаба вермахта. Основные причины поражения Польши состояли в численном, военно-техническом и организационном превосходстве германских войск и



недостатках польского плана мобилизации, а также проведения боевых операций. Распыление сил, плохая организация связи, запаздывание мобилизации и развёртывания войск, отсутствие поддержки со стороны западных держав — всё это ослабило сопротивление польской армии.

18 декабря 1940 г. Гитлер подписал директиву № 21, в которой содержался общий план нападения на Советский Союз. Плану было дано условное название “Барбаросса”. Директива начиналась словами: “Германские вооружённые силы должны быть готовы разбить Советскую Россию в ходе кратковременной кампании ещё до того, как будет закончена война против Англии. Приказ о стратегическом развёртывании вооружённых сил против Советского Союза я отдам в случае необходимости за 8 недель до намеченного срока начала операции. Приготовления, требующие более длительного времени, если они ещё не начались, следует начать уже сейчас и закончить к 15.5.41 г.”

Ко времени появления этой директивы жертвами германской агрессии уже стали девять европейских государств. Непокорёнными фашистами на европейском континенте остались лишь Англия и Советский Союз, а также занимавшие благожелательную позицию по отношению к фашистской Германии Швейцария и Швеция. Что касается Англии, то Гитлер не имел тогда достаточных ресурсов для её покорения и отложил решение этого вопроса “на потом”, после разгрома Советского Союза. С призывами уничтожить Советский Союз Гитлер выступал ещё в начале своей политической карьеры. В книге “Моя борьба” он утверждал, что Германии катастрофически не хватает “жизненного пространства” и решить эту проблему можно исключительно путём завоевания новых земель на Востоке, то есть за счёт Советского Союза и сопредельных с ним стран. Только таким образом Германия сможет обеспечить себе статус мировой державы, способной вести борьбу за мировое господство. Об этих намерениях Гитлер заявил сразу же после прихода нацистов к власти в Германии (январь 1933 г.), что во многом было результатом политики, которую проводили Англия, Франция и США. Руководство этих стран не только благосклонно взирало на возрождение германского милитаризма, но и помогало ему наращивать силу, видя в нём противовес “советской угрозе”. Однако первый сокрушительный удар Гитлер нанёс по ним. Франция была разгромлена и капитулировала, а её британский союзник, потерпев поражение вместе с французской армией, едва смог эвакуировать свои войска из Дюнкерка.

Окрылённый лёгким успехом на Западе, Гитлер не предполагал трудностей в войне с Советским Союзом и готов был выступить уже в 1940 г. Однако после детальных расчётов и более глубокой оценки обстановки германским стратегам удалось убедить фюрера перенести нападение на

май 1941 г. При этом они планировали разгромить нашу страну в ходе одной стратегической операции, в течение пяти месяцев — до наступления осенней распутицы.

К началу войны против СССР действующая армия Германии насчитывала 4 млн. 120 тыс. человек. В её составе были 21 пехотная, 21 танковая, 10 моторизованных, 6 горнострелковых, 6 дивизий СС, а также 9 отдельных бригад и полков. Всего в 1941 г. общая численность вермахта достигала 7.3 млн. человек. Для восполнения потерь имела армия резерва (300—350 тыс. обученных солдат) и полевые запасные батальоны действующей армии (до 80 тыс. человек). ВВС Германии насчитывали свыше 10 тыс. самолётов, из них 6 тыс. — боевых, ВМС — около 180 кораблей и подводных лодок, а также значительное количество небольших военных судов и катеров.

На предстоящую войну против Советского Союза была нацелена вся боевая подготовка германских вооружённых сил. Детально изучалась тактика советских войск в наступлении и обороне, особенно тщательно — опыт советско-финляндской войны. Исключительное внимание уделялось оперативно-тактической подготовке командного состава: проводились многочисленные командно-штабные учения, на которых отрабатывались способы достижения не только тактической, но и оперативной внезапности, организации взаимодействия всех сухопутных войск с авиацией, быстрого принятия решений командирами, ведения разведки и всестороннего боевого и материально-технического обеспечения войск. Качественного превосходства над Красной армией планировалось достигнуть за счёт создания нового вооружения, обладающего более высокими тактико-техническими характеристиками. В этой связи особое значение придавалось производству танков, штурмовых орудий и бронеавтомобилей. Бронетанковый парк вермахта к началу войны против СССР существенно увеличился благодаря боевой технике, произведённой на заводах оккупированных стран, прежде всего Чехословакии и Франции. Располагая данными о советском численном превосходстве в танках, немецкое командование первостепенное внимание уделяло насыщению своих войск противотанковыми средствами.

Возрастание военной опасности настоятельно требовало укрепления обороноспособности государства. К концу 1930-х годов советские Вооружённые силы были переведены на новую военнотехническую базу. По составу и количеству вооружения наша армия и флот не отставали от крупнейших западных держав, а по некоторым видам боевой техники и вооружения даже превосходили их. Численный состав Вооружённых сил СССР в период 1936—1939 гг. увеличился почти вдвое.

В целом же в условиях постоянно растущей угрозы военного нападения советское правительство продолжало огромную работу по техническому перевооружению, совершенствованию организационной структуры и повышению боеготовности Красной армии.

К сожалению, развитие военной науки как науки об управлении боевой деятельностью войск несколько отставало от военно-технических и организационных мероприятий по совершенствованию Вооружённых сил. Это явилось основной причиной просчётов в тактической и оперативной подготовке к внезапному нападению Германии, которое в принципе было ожидаемым.

Верховным командованием была поставлена задача учиться на опыте войны. Красная армия оказалась быстро обучаемой армией. В итоге советское военное искусство не только быстро выровнялось, но вскоре показало своё превосходство. В ходе Великой Отечественной войны советские войска провели более 50 стратегических операций, наголову разгромив мощные вооружённые силы Германии и её союзников.

Наибольших успехов советская военная стратегия достигла в области организации и ведения стратегического наступления. Начало было положено в зимней кампании 1941/42 г., но в полном смысле слова триумф искусства подготовки и ведения наступательных кампаний и операций относится ко второму и третьему периодам войны.

По мере роста боевой мощи советской действующей армии и изменения в нашу пользу соотношения сил и средств на фронтах увеличивался масштаб стратегических наступательных действий. Начиная со второго периода войны, характерным для отечественной военной стратегии был выход её на качественно новый уровень, что нашло выражение в планировании, организации и проведении не только отдельных операций, но и наступательных кампаний в целом. Такие кампании представляли собой систему взаимосвязанных, подчинённых общей цели стратегических операций и действий всех видов Вооружённых сил. Так, ширина фронта стратегического наступления возросла с 1000 км в зимней кампании 1941/42 г. до 4200 км в летне-осенней кампании, число фронтов, одновременно участвовавших в наступлении, увеличилось до 10, а глубина наступления — с 200–400 до 600–1400 км. Если в первой из них стратегические наступательные операции предпринимались разрозненно, на отдельных направлениях, то во второй они охватили весь советско-германский фронт от Баренцева до Чёрного моря и велись в тесной связи между собой. Широкое распространение получили контрнаступательные и стратегические наступательные операции.

Контрнаступательные операции, которым предшествовали стратегические оборонительные опе-

рации, были наиболее характерны для первого и начала второго периодов войны. Контрнаступление обычно велось силами двух-четырёх фронтов с привлечением стратегических резервов с целью срыва наступления противника, разгрома его главных ударных группировок и захвата стратегической инициативы. Переход в контрнаступление осуществлялся различными способами. Так, в битве под Москвой он совершался путём перерастания контрударов, наносимых на завершающем этапе операции, в контрнаступательную операцию главных сил, а под Сталинградом внезапные удары наносились главными силами по флангам ударной группировки противника.

В обоих случаях чрезвычайно важным фактором успеха являлся выбор момента перехода в контрнаступление. При его определении учитывались состояние вражеских войск, утративших или ослабивших свой наступательный потенциал на данном этапе борьбы, степень готовности вновь созданных ударных группировок своих войск, возможность усиления их за счёт стратегических резервов и др. Успех, достигнутый в ходе контрнаступления, создавал необходимые условия для развёртывания новых стратегических наступательных операций и объединения их в общее наступление на ряде стратегических направлений.

Решающую роль в стратегическом наступлении играл правильный выбор направлений главных ударов. В 1941–1942 гг., когда шла борьба за захват стратегической инициативы, советское Верховное главнокомандование не было свободно в выборе и главным становилось то направление, где находилась наиболее опасная группировка противника. Но вынудив его перейти к стратегической обороне, советское командование получило свободу выбора, отныне он определялся возможностью достижения крупного военно-политического результата, приводящего к изменению обстановки на всём фронте. Предпочтение отдавалось нанесению ударов по ослабленным флангам вражеских группировок, но в ряде случаев обстановка требовала нанесения фронтальных ударов по мощным группировкам противника.

Одним из наиболее эффективных способов ведения стратегического наступления было окружение и уничтожение вражеских группировок. Если зимой 1941/42 г. попытки такого окружения на трёх стратегических направлениях завершились неудачами из-за недостатка сил и умения, то уже следующей зимой последовал ряд успешных операций, крупнейшей из которых была Сталинградская. Однако уничтожение окружённой здесь группировки противника затянулось более чем на два месяца, что явилось причиной ряда крупных неудач: срыва реализации замыслов новых стратегических наступательных операций, задуманных и частично развёрнутых на всех трёх страте-

гических направлениях — от Балтики до Чёрного моря.

Этот урок послужил причиной временного отката от ведения операций на окружение в летне-осенней кампании 1943 г. При наступлении на Левобережной Украине предпочтение было отдано нанесению фронтальных ударов с целью быстрого выхода к Днепру и форсирования этой крупнейшей водной преграды с ходу. Таким путём была достигнута поставленная перед фронтами юго-западного направления стратегическая цель — сокрушение вражеского “Восточного вала” [2, 3, с. 76–81]. Но этот успех был оплачен ценой больших потерь и, что немаловажно, временной утраты командованием и войсками навыков ведения действий на окружение. Последнее обстоятельство сказалось на ходе операций в следующей — зимне-весенней кампании 1944 г., когда целый ряд операций на окружение, развёрнутых советским командованием на Правобережной Украине, оказался незавершённым: вражеским группировкам удавалось ускользать, избегая полного разгрома и уничтожения.

Лишь в операциях летне-осенней кампании 1944 г. и заключительной кампании 1945 г. в Европе советские войска достигли высокого мастерства в окружении и разгроме противника, когда они сливались в непрерывном процессе, обеспечивая стремительное развитие стратегического наступления на большую глубину. Этот опыт был успешно применён в последней кампании Второй мировой войны — в Маньчжурской стратегической наступательной операции.

Использовались и другие способы разгрома противника. Так, при значительном превосходстве в силах и возможности достижения высоких темпов наступления успешно применялось сечение стратегического фронта мощным фронтальным ударом. Этот способ с наибольшей полнотой был реализован в Висло-Одерской операции 1945 г. При отсутствии таких условий советское командование прибегало к дроблению стратегической вражеской группировки путём нанесения ряда ударов на широком фронте на нескольких операционных направлениях с последующим развитием их в ширину и в стороны флангов. Так решались задачи фронтами юго-западного направления в кампании 1944 г.

Опыт Отечественной войны внёс существенные коррективы в теорию ведения стратегических наступательных операций в послевоенные годы. Одним из главных нововведений в военной стратегии стало применение операций групп фронтов.

Накануне войны считалось, что крупная наступательная операция со стратегической целью должна проводиться “во фронтовом масштабе” (то есть силами одного фронтового объединения) в полосе шириной 400–450 км и на глубину 200–

300 км. При этом фронт рассматривался как оперативно-стратегическая инстанция [4, с. 135, 349]. Но война выявила несоответствие подобных взглядов новым условиям ведения борьбы. Предпринятое в первые месяцы разукрупнение оперативных и оперативно-стратегических объединений (армий и фронтов) привело к резкому увеличению их количества в составе действующей армии и к одновременному сужению полос их действий. В этих условиях для проведения стратегической операции приходилось сосредоточивать усилия двух и более фронтов. Фронт из оперативно-стратегической инстанции превращался в высшее оперативное объединение.

Стратегические наступательные операции, как правило, велись группами фронтов в составе четырёх объединений. Лишь в редких случаях (например, в Киевской 1943 г., Львовско-Сандомирской 1944 г. операциях) крупные стратегические задачи решались силами одного фронта. На ряде направлений обычно проводилось несколько одновременных операций силами фронтов первого эшелона. Каждый такой фронт осуществлял на своём направлении по две, реже три, а иногда и четыре последовательные наступательные операции.

По мере увеличения операций использовалось значительное количество сил и средств, росла ширина полос, глубина и темпы продвижения войск. Так, если в контрнаступлении под Москвой в 1941 г. участвовали 127 расчётных дивизий с 7652 орудиями и миномётами, 774 танка и 1 тыс. самолётов, то в Восточно-Прусской операции 1945 г. 147 дивизий имели 25426 орудий и миномётов, их поддерживали 3859 танков и самоходно-артиллерийских установок и 3097 самолётов [5, с. 465]. Ширина полос наступления колебалась от 300 до 1400 км, глубина продвижения — от 100 до 600 км, а продолжительность операций составляла от 10 до 116 суток. Искусство ведения стратегических операций силами групп фронтов составило одно из важных достижений советской военной стратегии. Полученный опыт был использован в послевоенное время для разработки новой формы стратегических действий — стратегической наступательной операции на континентальном театре военных действий.

Огромный пространственный размах войны, невиданная ранее напряжённость и динамичность военных действий с привлечением больших масс войск и боевой техники обусловили существенные изменения в теории и практике политического и стратегического руководства вооружённой борьбой. С целью мобилизации всех сил и ресурсов страны и использования их для достижения победы над врагом вся полнота власти была сосредоточена в руках одного полномочного органа — Государственного комитета обороны (ГКО), образованного на девятый день войны — 30 июня

1941 г. Непосредственное руководство Вооружёнными силами с 23 июня осуществляла Ставка Главного командования. Однако назначение председателем Ставки наркома обороны маршала С.К. Тимошенко (как было предусмотрено предвоенными установлениями) оказалось ошибочным: он не мог самостоятельно, без согласования с главой государства И.В. Сталиным, принимать какие-либо стратегические решения. Поэтому 10 июля Ставка ГК была преобразована в Ставку Верховного командования во главе со Сталиным, занявшим таким образом все ключевые посты в государстве. 19 июля 1941 г. он взял на себя руководство Наркоматом обороны, а 8 августа стал именоваться Верховным главнокомандующим [6, с. 82].

Выдвижение Сталина на высший командный пост в Вооружённых силах было оправдано его высоким авторитетом как политического лидера, а также присущими ему личными качествами: организаторскими способностями, жёсткой требовательностью, умением быстро ориентироваться в сложных ситуациях. Эти качества в какой-то мере компенсировали отсутствие у Сталина практического опыта воинской службы, в ходе войны ему пришлось на практике постигать основы военного дела, главным образом оперативного искусства. Немалую роль в выдвижении Сталина на пост Верховного главнокомандующего сыграли последствия кадровых чисток 1930-х годов, вследствие которых многие представители высшего военного руководства проявляли чувство неуверенности, не решались на инициативу.

Оценивая стратегическое руководство в начале войны с современных позиций, вряд ли можно назвать альтернативную кандидатуру на пост ВГК из числа военных деятелей самого высокого ранга, занимавших тогда ключевые посты в руководстве Вооружёнными силами. Опоздание с формированием высшего органа военно-стратегического командования, завершившимся лишь спустя полтора месяца со дня начала войны, явилось

крупным просчётом политического руководства государства, своевременно не уделившего внимания проблеме военного управления.

Основными органами Ставки Верховного главнокомандования были Генеральный штаб и управления Наркомата обороны и Наркомата военно-морского флота. Генеральный штаб осуществлял сбор и анализ данных об обстановке на фронтах, готовил выводы и предложения для принятия решений Верховным главнокомандованием. На их основе разрабатывались планы использования Вооружённых сил, военных кампаний и стратегических операций. Круг деятельности Генерального штаба включал организацию взаимодействия видов вооружённых сил и фронтов, доведение до войск решений Ставки, контроль за их исполнением, а также решение вопросов, связанных с обеспечением военных действий.

Руководство вооружённой борьбой в начале войны осуществлялось по схеме: Ставка ВГК — фронт. Но уже в июле 1941 г. было решено перейти к трёхступенной форме стратегического руководства путём введения промежуточной командной инстанции — главных командований войск стратегических направлений. Решение было обусловлено быстро меняющейся обстановкой на фронтах, отсутствием устойчивой связи с ними, опозданием с получением достоверной информации, в результате чего Ставка, в свою очередь, запаздывала с принятием решений и допускала грубые ошибки. Опыт первых кампаний показал, что введение промежуточных органов оперативно-стратегического руководства в целом было оправданным. Но созданные наспех главные командования ожидаемой роли не сыграли. Причины тому коренились как в неготовности их аппарата, так и в установленных Ставкой (Сталиным) жёстких рамках, ограничивавших компетенцию этих органов. Вновь созданные главные командования не только не имели чётко определённых функций и необходимых полномочий, но и не располагали



достаточными средствами и ресурсами для активного влияния на ход военных действий. Всё более ясной становилась потребность в новых методах оперативно-стратегического руководства. В итоге с конца лета 1942 г. Ставка обратилась к методу руководства военными действиями с помощью института своих представителей на фронтах, целиком подотчётных Верховному главнокомандующему. Такой метод с наибольшей полнотой отвечал стремлению Сталина держать под личным контролем и непосредственным влиянием подчинённые Ставке командные инстанции. Но с увеличением числа оперативных объединений в составе советской действующей армии Ставка была вынуждена брать на себя не только решение вопросов стратегии, но и многие функции в сфере оперативного руководства, которые согласно ранее принятым взглядам составляли прерогативу фронтового командования (в довоенной трактовке — круга компетенций этой инстанции). Такая ситуация в немалой степени осложняла деятельность высшего органа стратегического руководства. Тем не менее система в целом успешно функционировала вплоть до конца войны в Европе.

Успех руководства войной был, безусловно, предопределён тем, что народ принял войну как

отечественную, когда решалась его историческая судьба. Он готов был на любые жертвы и страдания во имя разгрома фашизма. У него хватило терпения вынести тяготы военного бремени в течение 1418 дней, значительную часть которых люди переживали на пределе физических и духовных сил. Нынешнее поколение вправе гордиться великим подвигом тех, кто сохранил для нас Родину.

ЛИТЕРАТУРА

1. Das Deutsche Reich und Zweite Weltkrieg. Stuttgart, 1979.
2. ЦАМО. Ф 16-А. Оп. 1075. Д. 32/7 (карты).
3. Жуков Г.К. Воспоминания и размышления: в 3-х томах. Т. 3. М.: Агентство печати “Новости”, 1990.
4. Русский архив: Великая Отечественная война. В 29 томах. Т. 12. М.: Терра, 1993.
5. Великая Отечественная война 1941–1945 гг. Энциклопедия. М.: Политиздат, 1990.
6. Органы руководства Вооружёнными силами СССР (1941–1945). История организации и деятельности в годы Великой Отечественной войны. М.: Воениздат, 1988.

НАУЧНАЯ СЕССИЯ ОБЩЕГО СОБРАНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

DOI: 10.7868/S0869587315060109

**ВСТУПИТЕЛЬНОЕ СЛОВО ПРЕЗИДЕНТА РАН
АКАДЕМИКА В.Е. ФОРТОВА**

fortov@presidium.ras.ru

Сегодня в первый раз в Научной сессии Общего собрания РАН участвуют члены трёх объединённых академий. По традиции Общее собрание Академии наук проводится два раза в год. В декабре мы обычно собираемся на научные сессии, каждая из которых посвящена той или иной крупной научной проблеме. На этот раз мы будем обсуждать вопросы, касающиеся развития Арктики, то есть вопросы науки.

Весной — в марте, апреле или мае — мы обычно проводим отчётное Общее собрание, на котором подводятся итоги года и на котором выступают президент РАН, главный учёный секретарь Президиума РАН, руководители тематических и региональных отделений. Тогда же проводится дискуссия по всему спектру актуальных вопросов академической жизни. Поэтому предлагаю оставить обсуждение организационных проблем до Общего собрания, которое состоится в марте.

Тем не менее я хотел бы сказать несколько слов о том, что происходило в последнее время вокруг нашей академии. Как вы хорошо знаете, 8 декабря в Санкт-Петербурге, в Эрмитаже, состоялось заседание Совета по науке и образованию, который возглавляет Президент РФ В.В. Путин. Это заседание транслировалось без всяких купюр в прямом эфире по телевидению, а затем в Интернете появилась полная его стенограмма. Это было жизненно важное для нас заседание, потому что оно было посвящено преобразованиям в академическом секторе фундаментальных научных исследований. Важно, что Совет был создан с такой повесткой по инициативе РАН. Мы настаивали (и получили поддержку) на том, что необходимо подвести итоги года реформ академического сектора науки и проанализировать, как идут соответствующие преобразования.

Я настоятельно советую всем членам Академии наук внимательно либо посмотреть запись этого заседания, либо прочитать стенограмму. Тогда очень многое станет понятным, особенно из того, что сказано между строк.

Повторяю: это было очень важное заседание. Там впервые за всё время реформ напрямую встретились те, кто их поддерживает, и те, кто считает, что программа реформ должна быть су-

щественно скорректирована. В.В. Путин вёл заседание очень заинтересованно, принятые решения имеют для нас большое значение.

Что в результате было принято на заседании Совета?

Во-первых, ещё на год продлён мораторий на передачу имущества Академии наук и на решение кадровых вопросов.

Во-вторых, академии поручено участвовать в национальной технологической инициативе, выдвинутой в президентском послании стране. Перед академией была поставлена задача определить приоритеты в области импортозамещения в новых сложных политических и экономических условиях. Было подчёркнуто, что в этих условиях роль науки будет только возрастать.

В-третьих, Президент твёрдо обещал не сокращать финансирование науки и, несмотря на известные всем трудности, там, где это возможно, даже наращивать финансирование научных исследований.

Однозначно была высказана поддержка академической науки и указано на контрпродуктивность противопоставления академической науки и вузовской науки. Подчёркивалось, что оба эти направления должны развиваться гармонично. Это можно рассматривать как ответ на ту критику, которая в последнее время необоснованно звучала в наш адрес, на попытки противопоставить академическую и вузовскую науку.

Президент предостерег от поспешного механического слияния институтов. Он призвал действовать взвешенно, подчеркнул роль Российской академии наук в деле оптимизации структуры научных учреждений.

Был поддержан, и мы на этом настаивали, принцип разделения компетенций, который мы в обиходе называем принципом двух ключей, когда по важным вопросам решения принимаются совместно ФАНО и РАН. Для нас это очень важно. Нынешний год прошёл в условиях становления ФАНО. Сейчас сложившаяся структура выходит на стационарный режим работы, и важно иметь чёткое представление о том, кто за что отвечает.

Было принято решение об увеличении выплат членам РАН в два этапа. На первом этапе в 2015 г. выплаты академикам возрастут до 100 тыс. руб. в месяц, членам-корреспондентам РАН — до 50 тыс. руб. В 2016 г. выплаты должны увеличиться ещё вдвое, то есть до 200 тыс. руб. в месяц для академика и 100 тыс. руб. — для члена-корреспондента РАН.

Это, пожалуй, всё, что касается научно-организационной части.

Далее предлагаю сосредоточиться на проблемах холодной Арктики. Должен отметить, что в подготовке нынешней Научной сессии большую роль сыграл академик Николай Павлович Лавёров. Выражаю ему за это особую благодарность.

В последнее время тема Арктики и сопряжённые с ней вопросы находятся в центре общественного внимания. Очень многие страны видят в Арктике перспективу для себя — энергетическую, логистическую, оборонную, поэтому “температура” вокруг Арктики поднимается очень заметно и связанные с этим задачи выходят на первый план.

Арктическая зона становится стратегической ресурсной базой Российской Федерации не только на ближайшее, но и на отдалённое будущее. Положение арктической державы обязывает нашу страну развивать многие направления науки об Арктике, при этом Российская академия наук рассматривается как своего рода компас, который определяет направление внешней и внутренней политики в этой области.

Геополитическое положение России чрезвычайно выгодное. Линия арктического побережья охватывает почти половину широтного круга. В Арктике расположено около 22% мирового шельфа, большая часть которого принадлежит нашей стране. Арктический регион — это 30% территории России, там производится 20% ВВП и 22% отечественной экспортной продукции. В то же время население региона составляет всего 1.7 млн. человек, что, конечно, очень мало. И эти люди обеспечивают такой непропорционально большой вклад во внутренний продукт, причём этот вклад будет расти по мере исчерпания используемых сегодня ресурсов.

Хорошо известно, что путь из Европы в Азию по Северному морскому пути в два раза короче, чем через Суэцкий канал, и в два раза дешевле. Учитывая бурное развитие стран Юго-Восточной Азии, с одной стороны, и необходимость логистического моста между ними и Европой — с другой, развитие северного транспортного коридора становится для всего мира важнейшим ресурсом развития.

В 2008 г. Президент Российской Федерации утвердил основы государственной политики в Арктике на период до 2020 г. Главной целью этой

политики определено обеспечение необходимого уровня фундаментальных и прикладных исследований, создание современных научных и геоинформационных основ управления арктическими территориями. Это включает разработку вопросов оборонной безопасности, надёжного функционирования систем жизнеобеспечения и производственной деятельности в суровых природно-климатических условиях региона.

В Стратегии развития Арктической зоны, которая была утверждена Президентом РФ В.В. Путиным в 2013 г., изложен полный комплекс необходимых мер. Академия наук подключилась к этой работе с самого начала, многие из вас участвуют в исследованиях по этому важнейшему направлению.

Ответственные учёные всегда высоко оценивали роль Арктики в экономике России в будущем. Мы хорошо помним, что, по мнению нашего великого соотечественника академика М.В. Ломоносова, географическое положение России обязывает искать выход в свободный океан не в южных, а в северных широтах. Знаменитая фраза Ломоносова, которую все знают с детства, что могущество России будет прирастать Сибирью, в оригинале звучит так: “...Сибирью и Ледовитым океаном”.

Хотя люди открыли Арктику довольно давно, ещё в VI веке до нашей эры, роль российских учёных в описании и освоении Арктики чрезвычайно велика и только нарастает. Я не буду перечислять экспедиции и имена наших соотечественников, которые самоотверженно вели исследования, открывали новые земли на севере страны, нередко ценой собственной жизни. В славном ряду героических достижений последнего времени я бы особо отметил недавнюю арктическую экспедицию с погружением глубоководных аппаратов “Мир”, которую возглавлял член-корреспондент РАН А.Н. Чилингаров. По результатам этой экспедиции три сотрудника Российской академии наук были удостоены звания Героя России.

Говоря об истории изучения Арктического региона, следует упомянуть, что в координации и проведении исследований в начале прошлого века большую роль сыграла Полярная комиссия, которая работала в период 1914–1936 гг. под бессменным председательством академика А.П. Карпинского.

В течение большей части XX в. Советский Союз, Россия были пионерами освоения Арктики. В советский период был поставлен вопрос о промышленном развитии этого региона. Началось создание целой сети полярных радиометеорологических станций на материковом побережье Ледовитого океана и на островах. Развивалось судоходство по Северному морскому пути, что в то время являлось крупным научным и цивилизационным достижением. Создание в мае 1937 г. стан-

ции “Северный полюс-1”, на которой Папанин, Кренкель, Фёдоров и Ширшов дрейфовали 274 дня, ознаменовало переход к изучению огромных полярных островов Арктического бассейна, которые до того оставались настоящим “белым пятном”. Хочу напомнить, что из этой легендарной четвёрки полярников трое стали действительными членами Академии наук СССР. Руководил этой работой вице-президент нашей академии легендарный академик Отто Юльевич Шмидт.

В настоящее время исследования в Арктике выполняются в рамках Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук. Эти работы сосредоточены в основном в Кольском научном центре, Тюменском и Якутском научных центрах Сибирского отделения РАН, Архангельском научном центре Уральского отделения РАН.

Президент РФ В.В. Путин в последнее время неоднократно заявлял, что Арктика была и остаётся в сфере особых интересов нашей страны. По его словам, “здесь сконцентрированы практически все аспекты национальной безопасности — военно-политический, экономический, технологический, экологический и другие”. Президиум РАН своим постановлением утвердил комплексную Программу фундаментальных исследований, посвящённую Арктике, с общим объёмом финансирования 200 млн. руб. Эта работа ведётся совместно с ФАНО, и мы надеемся на продолжение этой и других программ в дальнейшем.

Реализуемые нашей академией исследования обеспечивают научное обоснование решения круп-

ных арктических проблем, которые носят практический и фундаментальный характер, включая:

- определение внешних границ континентального шельфа;
- формирование ресурсной базы углеводородов и другого стратегического сырья;
- разработку новых технологий добычи углеводородов;
- развитие и возобновление комплексных научно-исследовательских и геолого-разведочных работ;
- акустическое зондирование глубоководной части Северного Ледовитого океана;
- ускоренное развитие транспортно-коммуникационной системы;
- создание надёжной и эффективной системы энергообеспечения.

Кроме того, следует отметить работы по комплексному изучению климата и анализу последствий его изменения, развитие практической медицины в арктических регионах, экосистемное исследование северных морей, развитие агропромышленного производства и рыбной отрасли в регионе, решение сложных правовых проблем освоения Арктики.

Научные направления исследований, ориентированных на решение комплекса этих проблем, составили программу нынешней Научной сессии. Я благодарен всем, кто включился в эту работу, имея в виду, что обсуждаемая тема важна не только в прикладном плане, но, кроме того, требует фундаментального обеспечения по многим векторам. А значит, эта наша работа всерьёз и на долго.

НАУЧНАЯ СЕССИЯ ОБЩЕГО СОБРАНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

DOI: 10.7868/S0869587315060055

**ВЫСТУПЛЕНИЕ МИНИСТРА
ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ РОССИИ
С.Е. ДОНСКОГО**

pr@mnr.gov.ru

Хочу поблагодарить за приглашение выступить на Научной сессии РАН и поприветствовать всех, кто присутствует на таком важном для нас мероприятии. Скажу несколько слов о деятельности Министерства природных ресурсов и экологии РФ и агентств и служб, которые в него входят.

Минприроды России ответственно за разработку государственной политики в сфере использования природных ресурсов и охраны окружающей среды. Очевидно, что подготовка решений в данной сфере требует постоянного использования научных знаний. Вполне естественно, что только основываясь на доказанных и проработанных научных данных возможно осуществлять мониторинг окружающей среды, нормировать воздействие на неё, оценивать состояние возобновляемых природных ресурсов, прогнозировать погодные условия и принимать необходимые управленческие решения в связи с климатическими изменениями на планете.

Изучение и освоение российской Арктики — одно из важных направлений нашей деятельности, стратегическая цель, сформулированная главой государства для целого ряда федеральных органов власти. Я кратко проинформирую о мерах, принимаемых министерством для решения этой задачи в рамках нашей компетенции и функций подведомственных Минприроды агентств и служб.

Начну с геологического поиска, разведки полезных ископаемых, лицензирования участков недр, а также работ по обоснованию внешней границы континентального шельфа Российской Федерации в Арктике.

Что касается последнего вопроса, то, как известно, за 12 лет мы провели масштабные натурные геолого-геофизические исследования в Северном Ледовитом океане для изучения геологической природы поднятия Менделеева и хребта Ломоносова, провели батиметрическую съёмку многолучевым эхолотом, необходимые сейсмические исследования и в результате получили

данные, достаточные для того, чтобы готовить заявку в Комиссию ООН по континентальному шельфу. В рамках подготовки заявки 28 октября 2014 г. завершена экспедиция в Арктику, в ходе которой осуществлялись геолого-геофизические исследования в районе котловин Подводников и Амундсена за пределами 200 миль. Исследования проводились в августе—октябре 2014 г. на борту экспедиционного судна “Академик Фёдоров” в сопровождении атомного ледокола “Ямал”. 15 августа 2014 г. высокоширотная экспедиция пересекла Северный полюс, где ранее такие исследования не проводились, и теперь мы располагаем ещё и сведениями, касающимися Северного полюса. Материалы этой экспедиции, помимо главной цели — определения внешней границы континентального шельфа, имеют важное значение для фундаментальной науки.

Кроме того, мы реализовали международный научный проект по созданию Атласа геологических карт циркумполярной Арктики, в котором ключевую роль сыграла Российская академия наук. Атлас включает базовую тектоническую карту, дополнительные карты со схемами районирования Арктики, карту толщин осадочного чехла, мощности консолидированной части земной коры и схематическую карту типов земной коры полярной области. Итогом этого проекта стал полный комплект геолого-геофизических батиметрических картографических данных. Они также будут использованы при составлении обновлённой заявки относительно границ континентального шельфа.

Сейчас мы готовим этот документ совместно с Минобороны, Министерством иностранных дел, Российской академией наук для представления в Комиссию ООН по границам континентального шельфа, планируем направить его до конца марта 2015 г., чтобы можно было начать рассмотрение нашей заявки на летней сессии комиссии. Утверждение заявки позволит закрепить за Россией суверенные права на дополнительную территорию

континентального шельфа в Северном Ледовитом океане площадью свыше 1 млн. км², точнее — 1 млн. 200 км², и таким образом прирастить огромную площадь с богатым потенциалом углеводородов. В своих оценках мы исходим из опыта поиска, разведки и разработки месторождений нефти и газа на континенте Полярного региона, а также на шельфе в пределах 200-мильной зоны. Можно констатировать, что в Арктической зоне сконцентрировано большинство крупных залежей углеводородов. К настоящему времени в макрорегионе открыто 594 месторождения нефти, 159 — газа, два крупных месторождения никеля и более 350 месторождений золота. И это далеко не весь перечень таких объектов, их намного больше.

Начально извлекаемые суммарные ресурсы Арктической зоны Российской Федерации оценены в 258 млрд. т условного топлива, что составляет 60% всех ресурсов углеводородов нашей страны. Ещё не разведанный потенциал Арктической зоны — свыше 90% на шельфе и 53% на суше. Начально извлекаемые разведанные запасы нефти в российской Арктике достигают 7.8 млрд. т, из них 500 млн. т — на шельфе, а запасы газа — 65 млрд. м³., на шельфе — 10 млрд.

В последние годы мы делаем всё, чтобы нарастить минерально-сырьевую базу на арктическом шельфе за счёт ускоренного лицензирования участков недр. В настоящее время геологоразведка на нефть и газ ведётся здесь на 75 лицензионных участках, включая транзитные лицензии. До 2020 г. компании, которые сейчас работают на шельфе, должны пробурить 36 поисковых и 15 разведочных скважин, отработать 193 тыс. погонных км сейсмопрофилей 2Д и 39 тыс. км профилей 3Д. Всего в Арктике осуществляется 41 крупный инвестиционный проект. Проекты распределены по 10 зонам хозяйственной деятельности, в определённой последовательности вовлекаемым в освоение.

Перейду к вопросам охраны окружающей среды.

Экологическое состояние российской Арктики в силу отсутствия хозяйственной деятельности можно охарактеризовать как одно из самых благополучных. Вместе с тем перспективы хозяйственного освоения региона требуют оценки экологических рисков, разработки системы предупреждения аварий и ликвидации их последствий.

Важное направление деятельности — ликвидация загрязнений прошлых лет, накопленных на островах арктических морей с 40-х годов XX столетия, а также меры по сохранению видового разнообразия Арктики.

Своей первоочередной задачей мы считаем формирование законодательных условий, обеспечивающих минимизацию экологических рис-

ков. С этой целью в 2013 г. приняты разработанные Минприроды поправки к закону “О континентальном шельфе и о внутренних морских водах”. Ими устанавливаются строгие обязанности и финансовая ответственность хозяйствующих субъектов, которые работают на шельфе. В частности, компании обязаны выполнять план по предупреждению разливов нефти и нефтепродуктов, а также подтверждать свою финансовую состоятельность для выполнения этой работы, создавать систему наблюдений за состоянием морской среды. В развитие этих изменений законодательства в ноябре 2014 г. приняты два постановления Правительства РФ, которыми определены требования к содержанию плана предупреждения и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов. Компании-недропользователи должны скорректировать и утвердить планы предупреждения и ликвидации последствий подобных техногенных аварий, в том числе определить потенциальные источники разливов, прогнозируемые зоны распространения загрязнений при неблагоприятных метеоусловиях и оценить возможные их последствия.

Предполагаем создать с привлечением средств компаний-недропользователей Научный центр технологии разведки и разработки месторождений в сложных ледовых условиях. Речь идёт о базе инновационного центра “Сколково”, что позволит в дальнейшем использовать только российские технологии и не зависеть от иностранных научных заимствований, от зарубежного опыта геологического изучения, разведки и охраны недр и предупреждения аварийных ситуаций.

Что касается преодоления последствий накопленного экологического ущерба, то за последние годы уже удалось сократить объём накопленных загрязнений на 17 тыс. т, провести техническую рекультивацию более 80 га нарушенных земель. Сейчас работы ведутся на островах Александра, Гукера и Врангеля архипелага Земля Франца-Иосифа, на Шпицбергене и Новой Земле, на ряде других северных территорий. Всего на островах архипелага Земля Франца-Иосифа собрано свыше 10 тыс. т отходов производства и потребления, а также около 1500 т металлолома. По оценкам, здесь ещё остаётся около 4 тыс. т отходов.

В настоящее время Россия является лидером по количеству реализуемых экологических программ в сфере биоразнообразия. В российской Арктике функционируют 24 особо охраняемые природные территории (ОПТ) федерального значения, 10 заповедников, 13 парков и 11 федеральных заказников общей площадью 22.5 млн. га, а также 86 особо охраняемых природных территорий регионального значения — ещё 29 млн. га. В границы 10 охраняемых территорий входят

участки морских акваторий общей площадью 6,5 млн. га. Эти территории играют определённую роль в сохранении популяции редких и находящихся под угрозой исчезновения животных. Среди них белый медведь, снежный баран, морж, белуха и многие-многие другие. Важно отметить, что сеть арктических ОПТ планомерно расширяется. В частности, 17 января 2013 г. учреждён национальный парк “Берингия” на Чукотском полуострове общей площадью 2 млн. га, в том числе морская акватория — 300 тыс. га.

В соответствии с концепцией развития ОПТ до 2020 г., утверждённой в 2013 г., в российской Арктической зоне будет создано два новых национальных парка — Центральный чукотский в Чукотском автономном округе, “Хибины” в Мурманской области и заповедник “Медвежий острова” в Восточно-Сибирском море. Кроме того, сейчас мы готовим документацию о создании заказника федерального значения на Новосибирских островах.

Несколько слов об изучении процессов изменения климата в Арктике.

Как все хорошо знают, Арктика теплеет в среднем в 2 раза быстрее, чем остальная планета. Объём морского арктического льда сокращается более быстрыми, чем предполагалось ранее, темпами. Новый рекорд поставлен в сентябре 2012 г. Модельные оценки однозначно указывают на дальнейшее уменьшение площади морского льда в российской Арктике и в прилегающих к ней районах Северного Ледовитого океана на протяжении XXI в., а также о возможности исчезновения там многолетнего льда в первой половине столетия. В связи с этим необходимо расширять научные исследования, разрабатывать сложные модели и совершенствовать методы инструментального наблюдения.

Сложные природно-климатические условия Арктики обуславливают высокие риски социально-экономического развития и реализации проектов на шельфе. Для обеспечения метеорологической безопасности осуществляется большой комплекс работ, в том числе наблюдение за дрейфующими станциями. В 2015 г. планируется начать новый проект с участием станции “Северный полюс-41”, а также осуществлять наблюдение с помощью космических средств и экспедиционных судов, обрабатывать и анализировать получаемые данные, составлять долгосрочные и среднесрочные прогнозы.

Одной из острых проблем российской Арктики являются радиоактивные загрязнения. Это тоже одна из тем, которой мы занимаемся. Помимо выпадений в связи с испытаниями ядерного оружия, катастрофой на Чернобыльской АЭС, такое

загрязнение обусловлено двумя специфическими факторами. Первый связан с тем, что с течением Гольфстрима вдоль западного побережья Норвегии происходит перенос в Арктику атлантических вод, с которыми поступают радиоактивные отходы, сбрасываемые западноевропейскими предприятиями по переработке отработавшего ядерного топлива в Селлафилде (Великобритания) и Ла-Аг (Франция). Второй фактор — хранение на береговых и плавучих базах, оставшихся с советского времени, отработавшего ядерного топлива атомного флота, утилизация выведенных из боевого состава атомных подводных лодок. В СССР захоронения радиоактивных отходов проводились в Карском море, в районах, которые в тот период были удалены от мест хозяйственной деятельности. Сейчас в Арктике затоплено или аварийно затонули три атомные подводные лодки, а также объекты с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами, в том числе один ядерный реактор, пять реакторных отсеков атомных подводных лодок и атомного ледокола, 19 судов с отходами на борту, а также более 17 тыс. контейнеров с радиоактивными отходами.

В 2012 г. проведена совместная российско-норвежская экспедиция по обследованию районов затопления радиоактивных отходов и отработавшего ядерного топлива в Карском море. Были обследованы затопленные объекты в заливе побережья в северо-восточной части Южного острова архипелага Новая Земля, в том числе затопленная в 2014 г. атомная подводная лодка, аварийно затонувшая в Кольском заливе Баренцева моря в 2003 г. атомная подводная лодка “К-159”. Экспедиции проводились на борту научно-исследовательского судна Северного управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Росгидромета “Иван Петров”.

Как показали исследования, уровень радиоактивного загрязнения исследованных районов достаточно низок, ниже, чем зарегистрированный в ходе предыдущих совместных российско-норвежских экспедиций (1992 и 1994 гг.). Анализ полученных данных показывает, что содержание радиоактивных веществ в районе затонувших атомных подводных лодок отличается от фоновых значений, характерных для Баренцева моря, но утечки радиоактивных веществ с реакторов обследованных судов в морскую среду не происходит.

Очень коротко скажу о международном сотрудничестве в Арктике. Министерство совместно с подведомственными агентствами и службами поддерживает многосторонние и двусторонние связи с международными организациями и службами приарктических стран. Основными партнёрами в совместных исследованиях по изучению

климатической изменчивости, состояния океана и криосферы в районе архипелага Шпицберген являются Норвежский полярный и Норвежский метеорологический институты. С 2008 г. изучается пространственно-временная изменчивость климата в районе архипелага Шпицберген, состояние океана и криосферы залива Грен-фьорд и острова Западный Шпицберген. Проводится обмен данными, результатами анализов, формируются совместные архивы.

В настоящее время планируются совместные научные проекты с участием Финского метеорологического института, Итальянского института атмосферных наук и климата, а также учёных Южной Кореи, Японии и Англии на научно-исследовательском стационаре “Ледовая база мыс Баранова”. Кроме того, Федеральное агентство “Роснедра” проводит совместные международные геологические экспедиции по составлению тектонических карт Арктики, результаты которых ежегодно обсуждаются на совещаниях междуна-

родной рабочей группы под эгидой Комиссии ЮНЕСКО по геологической карте мира.

В заключение хочу сказать, что для российской Арктики 2014 г. является знаковым. Именно сейчас появляются первые реальные результаты работы, начатой много лет назад. Это первый миллион баррелей нефти месторождения Приразломная, открытие крупного месторождения в Карском море, реализация серьёзных инфраструктурных проектов. Уверен, что огромный потенциал минерально-сырьевой базы арктического шельфа станет двигателем освоения удалённых и малодоступных регионов страны, развития промышленности, укрепления стратегических позиций России в мире. Выполнение этих задач требует объединения усилий и финансовых ресурсов как государственных органов, так и частных компаний. В основу этой работы будут положены интеллектуальный потенциал и компетенции, накопленные отечественными научными центрами, среди которых особое место занимает Российская академия наук.

НАУЧНАЯ СЕССИЯ ОБЩЕГО СОБРАНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

DOI: 10.7868/S0869587315060079

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В АРКТИКЕ:
РИСКИ И ВОЗМОЖНОСТИ

ДОКЛАД АКАДЕМИКА А.А. ДЫНКИНА

Институт мировой экономики и международных отношений РАН
dynkin@imemo.ru

Сегодня в мире остались два макрорегиона, потенциал которых пока не включён в процессы глобального экономического роста и развития, — Африка и Арктика. Арктические проблемы стали в последние годы приоритетом национальной повестки дня России [1]. На эту тему принят ряд стратегических документов, включая Стратегию развития Арктической зоны Российской Федерации до 2020 г. (АЗРФ) [2]. В новой редакции Военной доктрины Российской Федерации, подписанной Президентом РФ В.В. Путиным 26 декабря 2014 г., к основным задачам Вооружённых сил в мирное время отнесено “обеспечение национальных интересов Российской Федерации в Арктике” [3]. Безусловно, текущая экономическая динамика не может не сказаться на темпах и временных горизонтах реализации этой стратегии. Кроме того, осуществление планов устойчивого развития АЗРФ во многом зависит и от внешних условий — общей благоприятной или неблагоприятной международно-политической обстановки в регионе, уровня конфликтности в отношениях между арктическими странами, а также между арктическими и неарктическими государствами. Всё это в совокупности определяет возможности и ограничения подключения ресурсов регионального и более широкого международно-сотрудничества в интересах развития АЗРФ.

Научно обоснованная оценка международно-политических условий развития АЗРФ на среднесрочную и долгосрочную перспективу позволяет точнее ранжировать внешние риски и опасности. В условиях обострения отношений России с западными государствами постоянный мониторинг не только внешних рисков, но и возможностей для сотрудничества в интересах развития АЗРФ приобретает дополнительную актуальность. Этим проблемам и посвящён настоящий доклад, в котором рассматриваются следующие, ключевые с моей точки зрения, проблемы:

- установление внешних границ российского континентального шельфа в Северном Ледовитом океане;

- обеспечение безопасности России в Арктике;
- освоение углеводородных ресурсов Арктического региона;
- раскрытие потенциала Северного морского пути (СМП).

Особо следует остановиться на вопросе о сотрудничестве с неарктическими государствами, проявляющими усиливающийся интерес к региону.

Без всякого преувеличения можно сказать, что российская часть Арктики — самая большая как по населению (1.5 млн. человек), так и по размерам (20% российской территории, 3 млн. км²). Экономика российской Арктики генерирует более 10% ВВП страны, обеспечивает более 20% экспорта. Неслучайно этот регион стал приоритетом стратегического развития страны [4].

“Арктическое направление” находится в центре геополитической и энергетической повестки дня России не только из-за природных богатств, но и из-за риска остаться в стороне от технологического прогресса в области разведки, добычи, транспортировки морских углеводородов. Освоение арктических пространств может дать экономическое и технологическое ускорение, сопоставимое с космической программой. Более того, арктический вектор может стать важнейшим при формировании нового энергетического миропорядка, который определит характер и основные параметры социально-экономического развития мира на многие десятилетия.

Кроме того, после распада СССР мы потеряли значительную часть портовой инфраструктуры на Балтике и в Чёрном море. Мы стали гораздо более северной страной. Поэтому логистическое развитие Арктики — ключ к завершению восстановления инфраструктурного потенциала роста.

Внешние границы континентального шельфа. Сегодня в Арктике практически не осталось неурегулированных спорных ситуаций по разграничению морских пространств [5]. Единственное значимое исключение — нерешённость этого вопроса в отношениях США и Канады в море Бо-

форта. Но этот спор никем не рассматривается в качестве повода для серьёзного конфликта. Дания и Канада в конце 2012 г. достигли предварительной договорённости о том, как будет проходить граница между двумя странами в море Линкольна [6]. В результате им осталось договориться о разграничении своих континентальных шельфов за пределами 200-мильной зоны от исходных линий, а также решить вопрос о суверенитете (или же совместном управлении [7]) над необитаемым островом Ханс, за которым нет особых экономических интересов.

Россия в этом смысле находится в благоприятном положении. У нас не осталось открытых вопросов разграничения исключительных экономических зон (ИЭЗ) и континентального шельфа с соседними государствами в Арктике — США и Норвегией. Всё это говорит в пользу вывода о том, что конфликт между арктическими странами по поводу разграничения морских пространств сегодня маловероятен. Главная же интрига заключается в том, как решится вопрос об установлении внешних границ континентального шельфа пяти арктических государств за пределами их 200-мильных ИЭЗ. Наши британские коллеги постоянно обновляют карту, на которой приводятся различные варианты установления внешних границ континентального шельфа [8], хотя указанные на этой карте границы весьма условны. Научные исследования, проводимые в России, США, Канаде и Дании, вносят существенные уточнения. Установление внешних границ континентального шельфа с соблюдением норм и положений Конвенции ООН по морскому праву 1982 г. займёт немало времени, однако на выходе оно даст максимально возможный уровень правовой определённости, который не может быть оспорен третьими государствами.

Арктические страны находятся на разных этапах оформления своих прав на континентальный шельф за пределами 200-мильных исключительных экономических зон. Обновлённое представление России может быть направлено в Комиссию ООН по границам континентального шельфа уже в нынешнем году [9]. Дания представила свою заявку 15 декабря 2014 г. [10], претендуя в ней, в частности, на всю протяжённость хребта Ломоносова [11], что, безусловно, на этом этапе означает пересечение заявленных претензий России и Дании, Дании и Норвегии, а в перспективе — не только Дании и Канады, но, возможно, также Дании и США.

Окончательное же установление внешних границ нашего континентального шельфа станет возможным только после того, как комиссия рассмотрит все заявки, по которым возможно взаимное наложение претензий, и будет подтверждено соответствие этих заявок критериям континентального шельфа. Только после этого станет ясно,

возникнет ли здесь необходимость разграничения шельфа между соответствующими государствами. Так было и с заявкой Норвегии [12], одобренной в 2009 г., но с оговоркой, что для установления окончательной границы шельфа Норвегии необходимо договориться о соответствующем разграничении с Россией и Данией [13]. Подписание с Россией Договора 2010 г. [14] было частью этого процесса как для Норвегии, так и для нашей страны [15]. Даже если наша заявка будет рассмотрена в относительно разумные сроки, нам придётся дожидаться вынесения рекомендаций по будущей заявке Канады [16] и уже существующей заявке Дании (в отношении шельфа к северу от Гренландии). С учётом того, что наша заявка будет рассматриваться повторно, не исключено, что это произойдёт раньше рассмотрения датской заявки. Имея в виду темпы работы комиссии, на это уйдёт немало времени. На конец января 2015 г. в комиссию в общей сложности было подано 77 заявок. За 13 лет работы комиссии рекомендации вынесены по 21 заявке.

Представленные в 2014 г. претензии Дании в отношении континентального шельфа Гренландии существенным образом накладываются на наши претензии в Северном Ледовитом океане. Вполне возможно и пересечение нашей заявки с будущими претензиями Канады. В связи с этим существует договорённость трёх стран решать все спорные вопросы дипломатическим путём. Но об этом пока говорить рано. Такая необходимость возникнет только после вынесения рекомендаций комиссии, скорее всего, после 2025 г.

На рисунке 1 изображена карта, которую мы представляли в Комиссию ООН по границам континентального шельфа в 2001 г. [17]. Это — наше официальное мнение о границах континентального шельфа России в Арктике. На востоке прямая линия к Северному полюсу — линия разграничения, лежащая в основе Соглашения с США 1990 г. [18]. Она была положена в основу российской заявки 2001 г. и подтверждена в ответной ноте США в 2002 г. Соответственно, взаимное признание линии, положенной в основу этого соглашения, предполагает отсутствие необходимости нового разграничения континентального шельфа за пределами 200-мильной зоны между Россией и США. Неучастие последних в Конвенции ООН по морскому праву 1982 г., предполагающее невозможность обращения в Комиссию ООН по границам континентального шельфа [19], никак не меняет данной ситуации.

Определение внешних границ континентального шельфа Российской Федерации в Северном Ледовитом океане позволит нашей стране закрепить свои права на разработку живых («сидячих» видов) и неживых ресурсов морского дна и недр за пределами 200-мильной зоны от исходных линий. Граница российской ИЭЗ в данном случае не

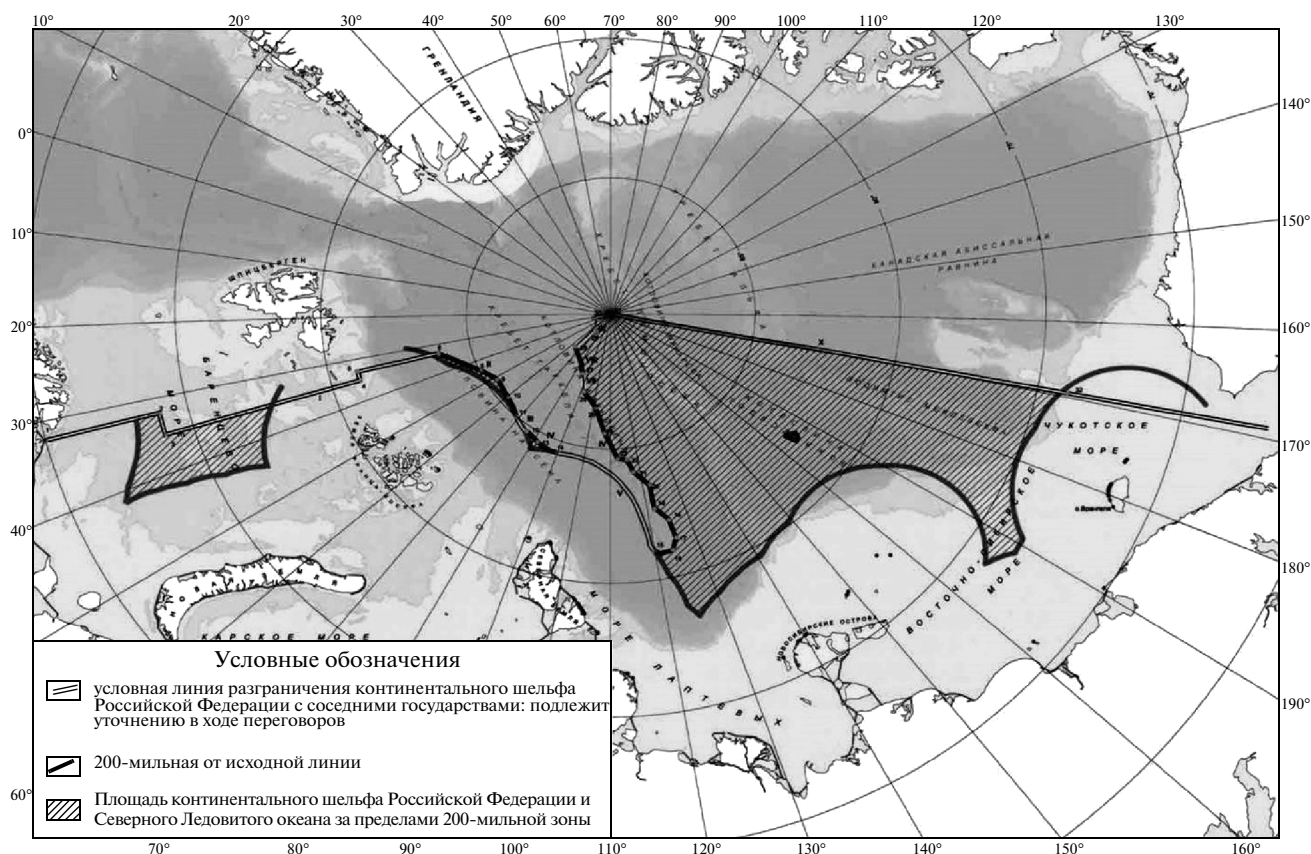


Рис. 1. Площадь континентального шельфа РФ в Северном Ледовитом океане за пределами 200-мильной зоны

может быть расширена, так как 200-мильный лимит является сегодня уже устоявшейся нормой обычного права. Поверхлежащие воды над частью континентального шельфа, расположенного за пределами 200-мильной ИЭЗ, по своему правовому статусу будут являться акваторией открытого моря со всеми вытекающими отсюда свободами открытого моря (судоходства, полётов, прокладки кабелей и трубопроводов, возведения искусственных островов и других установок, рыболовства, научных исследований). Все государства, как прибрежные, так и внутриконтинентальные, наделены равными правами по использованию и эксплуатации этих морских пространств. Разработка же Российской Федерацией ресурсов доказанного континентального шельфа за пределами 200-мильной зоны будет связана с финансовыми обязательствами, предусмотренными Конвенцией 1982 г. Однако центральная часть Северного Ледовитого океана пока считается малоперспективной для их разведки и разработки.

Безопасность. В годы холодной войны в Арктике, на Северном флоте были сосредоточены значительные силы подводных ракетносцев, многоцелевых подлодок и боевых надводных ко-

раблей. Здесь также постоянно патрулировали многоцелевые американские подлодки, велась активная противолодочная деятельность. После окончания холодной войны интенсивность боевого патрулирования и всей военной деятельности в Арктике значительно снизилась [20].

В условиях существующего взаимного ядерного сдерживания между Россией и США над Арктикой пролегают траектории межконтинентальных баллистических ракет. Поэтому здесь неизбежно сосредоточение значительных морских, воздушных и наземных сил Воздушно-космической обороны (ВКО) России и ПРО США, нацеленных на арктические азимуты.

Актуальной для нас задачей остаётся восстановление единого радиолокационного поля ПВО [21], информационные и ударно-огневые средства которой на северном направлении особенно пострадали из-за хронического недофинансирования. Это же относится и к восстановлению аэродромов [22].

Именно в Арктике стратегические наступательные и оборонительные силы России и США географически будут оставаться в наиболее близком соприкосновении. При этом мы должны отдавать себе отчёт в том, что эта реальность являет-

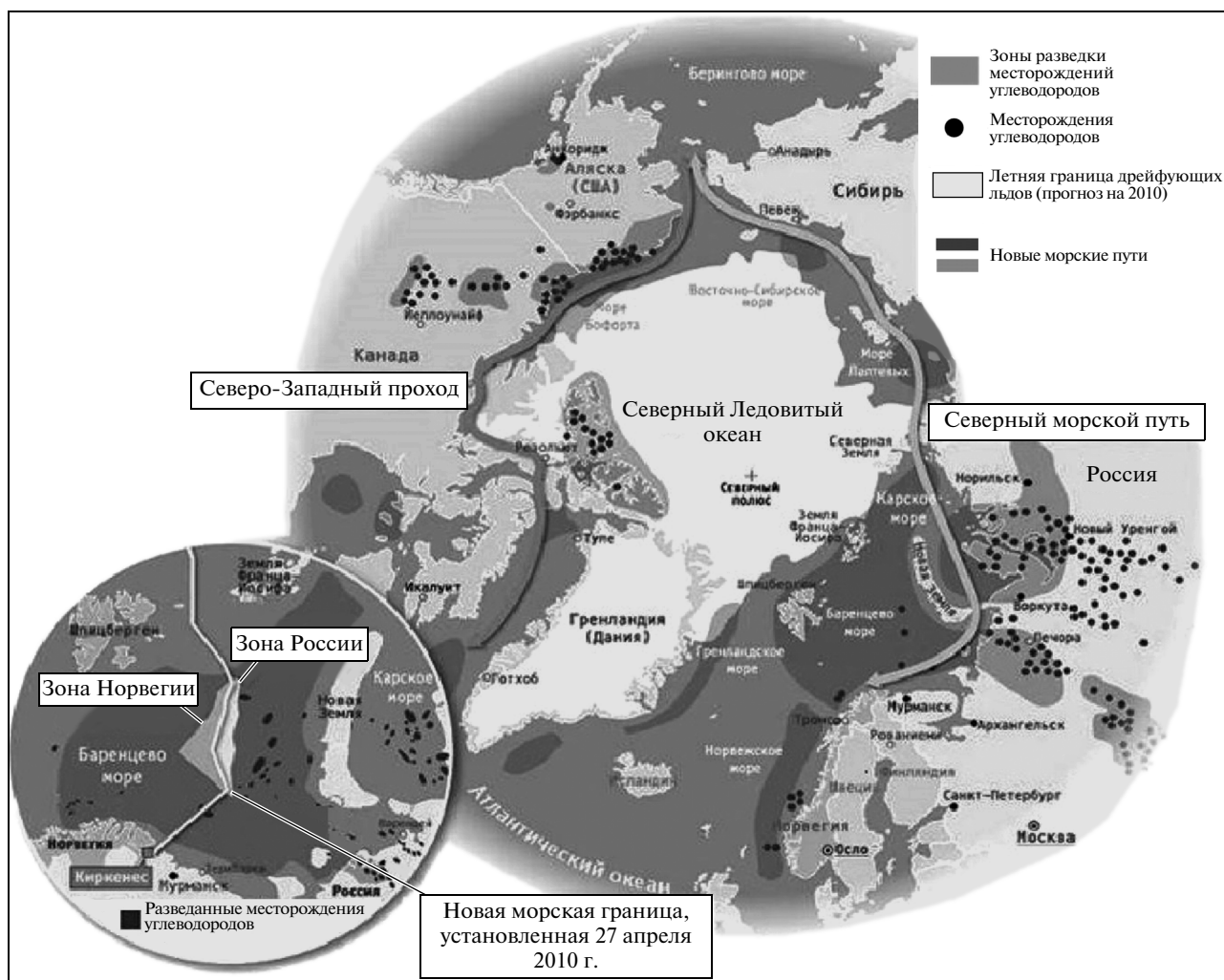


Рис. 2. Расположение нефтеносных районов в Арктике

ся частью более широкого, глобального уравнения стратегической стабильности и не имеет прямого отношения к арктической повестке дня.

Что же касается обычной, нестратегической военной деятельности, то она в Арктике остаётся весьма незначительной, в том числе и вследствие крайне низкой оперативной ёмкости региона — невозможности развёртывания здесь значительных сил и средств в силу жёстких климатических условий. Руководство канадских вооружённых сил заявляло о том, что материально-техническое обеспечение канадского контингента в Афганистане оказалось гораздо более лёгкой задачей, чем в Арктике [23].

Военные угрозы в Арктике оцениваются прибрежными государствами как относительно низкие. Их программы военного строительства пока не позволяют говорить об опасности гонки вооружений в регионе [24]. Акцент же арктическими странами делается сегодня на необходимости более тесного сотрудничества их военных ве-

домств и сил береговой охраны в интересах реагирования на невоенные вызовы, прежде всего эколого-техногенные, а также на проведение климатического мониторинга, спасательных операций на основе соответствующих соглашений стран Арктического совета.

К сожалению, именно это направление взаимодействия стало первой жертвой свёртывания сотрудничества между Россией и странами Запада. В 2014 г. не состоялась третья встреча начальников генеральных штабов стран Арктического совета. Отложено проведение плановых военноморских учений США и Норвегии с Россией. Запланировано учреждение арктического форума сил береговой охраны [25].

Интерес, проявляемый сегодня неарктическими государствами к проведению научных исследований, освоению природных ресурсов и судоходству в Арктике, не порождает серьёзных вызовов для безопасности в регионе. Неарктические государства не ставят под вопрос суверенные пра-

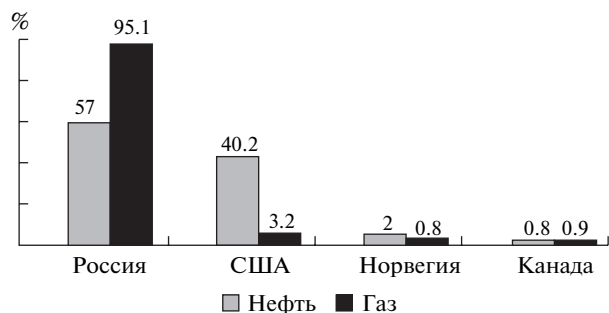


Рис. 3. Доля предполагаемых запасов нефти и газа на арктическом шельфе стран региона, %

По данным Х.Д. Клаэса (декан Университета г. Осло), представленным на конференции в ИМЭМО РАН в 2013 г.

ва прибрежных стран на шельфе и их юрисдикцию в исключительных экономических зонах. Основной акцент они делают на необходимости развивать двустороннее сотрудничество с прибрежными странами, хотя их оценки краткосрочных и среднесрочных перспектив освоения ресурсов арктического шельфа и развития международного судоходства в Арктике весьма сдержанны и реалистичны. Одновременно они предпринимают шаги, направленные на активизацию участия в рабочих группах Арктического совета.

Сотрудничество с новыми наблюдателями Арктического совета открывает возможности для привлечения дополнительных ресурсов в интересах развития АЗРФ на условиях, которые, естественно, определяет Россия. Актуальность такого сотрудничества повышается в связи с текущим уровнем отношений с членами Арктического совета.

Углеводородные ресурсы. В последние годы и в России, и в мире сложилось устойчивое представление о несметных богатствах и о неизбежности грядущей “битвы за Арктику”, за доступ к её ресурсам. Этим мифом мы обязаны прежде всего невнимательному прочтению оценок Геологической службы США 2008 г. [26]. Вывод о том, что на арктическом шельфе сосредоточено около четверти неразведанных запасов нефти и газа, усилиями СМИ быстро превратился в тезис о том, что здесь сосредоточена четверть всех мировых запасов нефти и газа. Произошла подмена терминов: неразведанные запасы превратились в мировые.

Реальные оценки намного скромнее и по газу, и особенно по нефти. Если мы суммируем оценки разведанных и неразведанных мировых запасов, то получим по нефти относительно скромную цифру — 6.5%, а по газу — порядка 24% от разведанных и неразведанных мировых запасов [27]. Но даже с учётом этой поправки вероятные запасы нефти и особенно газа на арктическом шельфе, безусловно, значительны. Поэтому можно наблюдать нефтяную лихорадку в Арктике: на Аляс-

ке, в Восточной Канаде, в Баренцевом море, в Гренландии и, естественно, у нас на Ямале, в Карском море, Тимано-Печорском бассейне. Карта (рис. 2) свидетельствует, что большинство нефтеносных районов расположены в прибрежной зоне.

Нефтяные месторождения находятся в разной степени освоения. Активная добыча ведётся на Аляске и в Канаде. Конечно, нельзя забывать и о категориях запасов. Крупнейшим потенциалом обладает гигантское месторождение Победа в Карском море, открытое в сентябре 2014 г. По оценкам экспертов, по объёму потенциальных ресурсов (338 млрд. м³ газа и 100 млн. т сверхлёгкой нефти) оно превосходит такие нефтегазоносные провинции, как Мексиканский залив, бразильский шельф, арктический шельф Аляски и Канады, и сравнимо с текущей ресурсной базой Саудовской Аравии. К сожалению, даже такой гигант, как “Эксон-Мобил” с капитализацией на 8 декабря 2014 г. 374 млрд. долл. и бюджетом НИОКР 1.2 млрд. долл. и проявляющий исключительную заинтересованность в совместной работе с Роснефтью, не смог противостоять санкционному давлению. В результате бурение второй скважины отложено на год.

Следующий вопрос — кому принадлежат эти запасы? По результатам исследований Института мировой экономики и международных отношений РАН (ИМЭМО РАН), опубликованным в 2011 г., мы пришли к выводу о том, что основные запасы углеводородов в морской Арктике сосредоточены в прибрежной зоне континентального шельфа [28]. Параллельно специалисты во многих других странах пришли к аналогичным результатам. Наши датские коллеги после соответствующих подсчётов сделали вывод, что около 97% предполагаемых углеводородных ресурсов Арктики сосредоточено в 200-мильных исключительных экономических зонах прибрежных стран. Эта цифра положена в основу Арктической стратегии Дании, обнародованной в конце 2011 г. [29]. Международным морским правом все вопросы разведки и эксплуатации живых и неживых ресурсов в исключительных экономических зонах, равно как и на континентальном шельфе, относятся к суверенным правам прибрежных стран и, соответственно, регулируются исключительно их национальным законодательством. Эта норма не оспаривается ни одним государством. По этой причине нет никаких оснований прогнозировать “битву” за обладание или доступ к этим ресурсам.

По оценкам наших норвежских коллег (рис. 3), представленным в 2013 г. на конференции в ИМЭМО РАН, основные запасы нефти сосредоточены в пределах исключительных экономических зон России и США, а газа — почти полностью на российском континентальном шельфе [30].

Ключом к индустриальному и логистическому освоению Арктики является Ямало-Ненецкий

автономный округ с фокусом на проект “Ямал—СПГ” и ультрасовременный порт Сабетта. Поскольку геополитический конфликтный потенциал по принадлежности российских месторождений углеводородов отсутствует, их разработка становится функцией других, более сложных переменных, а именно:

- стоимости разведки, добычи и транспортировки углеводородов с арктического шельфа на мировые рынки;
- цен на нефть — сегодняшняя нефтяная конъюнктура делает освоение шельфовых месторождений менее привлекательным для инвесторов, чем год назад;
- изменений на глобальных и региональных энергетических рынках, например, сланцевая революция в США серьёзно повлияла на планы разработки Штокмановского месторождения;
- экологических рисков, связанных, в частности, с возможными разливами нефти;
- инвестиционного климата.

Освоение Арктики — задача беспрецедентной сложности. Её решение невозможно без передовых технологий, материалов и компетенций, без высочайших стандартов производственных процессов, предупреждения и готовности борьбы с авариями. Поэтому хозяйственное освоение Арктики, как и космоса, требует международного взаимодействия за пределами известных радикальных концепций “ресурсного национализма”, “ресурсного протекционизма”, “ресурсного интернационализма”.

Северный морской путь. Через Арктику проходят кратчайшие морские пути между рынками Северо-Западной Европы и Тихоокеанского региона. Так, при использовании эталонного маршрута Роттердам—Йокогама расстояние по южному маршруту через Суэцкий канал составляет 11 205 морских миль. При использовании Северного морского пути расстояние по этому маршруту сокращается на 34%. Преимуществом СМП является отсутствие политических и военных рисков. Но не стоит забывать, что в прошлом году грузопоток через Суэцкий канал в 285 раз превосходил грузопоток по СМП. Среднестатистическая продолжительность навигации СМП по чистой воде увеличивается на один день за каждые 5 лет в течение последних 250 лет и выросла за 2,5 века с 2 до 3,5 месяцев.

В долгосрочной перспективе, если Арктика сравняется по уровню освоения её пространств и ресурсов с другими морскими регионами, можно прогнозировать рост угроз безопасности, среди которых вооружённый разбой в отношении судов, пиратство, террористические акты, транспортировка оружия (включая оружие массового уничтожения) и наркотиков, незаконное перемещение людей по морю. Россия и другие арктиче-

ские страны имеют общие интересы в Арктике, стоят перед общими вызовами и угрозами. Многие проблемы здесь могут быть решены исключительно путём развития регионального сотрудничества как в рамках пятистороннего формата арктических государств, так и более широкого формата стран-членов Арктического совета (включая Финляндию, Швецию, Исландию).

Надёжная транспортировка природных ресурсов Арктики должна обеспечиваться линейным ледокольным флотом, крупнотоннажными судами арктических ледовых классов, системами связи, навигации и гидрографии, при этом необходимо совершенствовать тарифную политику и систему управления Северным морским путём.

Очевидна высокая капиталоемкость модернизации СМП. Здесь уместно подумать об использовании так называемой “норвежской модели” — преференциальный доступ и льготные тарифы в обмен на инвестиции. Помимо этого, с целью экономии бюджетных средств можно было бы рассмотреть вопрос о создании консорциума из заинтересованных компаний арктических и неарктических государств для участия в развитии и эксплуатации инфраструктуры СМП [31].

Ещё один международный аспект эксплуатации СМП связан с политикой стимулирования судовладельцев ходить под нашим флагом. Помимо экономических выгод, это может стать важным контрсанкционным инструментом, противодействующим планам изоляции России.

Основой Северного морского пути является мощный атомный ледокольный флот. Атомфлот родился в целях круглогодичной проводки, в первую очередь для обеспечения потребностей Норильского комбината и порта Дудинка. Россия обладает крупнейшим в мире ледокольным флотом. Достаточно отметить, что нам принадлежит 31 ледокол из 64-х эксплуатирующихся в мире. И сегодня две трети грузооборота СМП приходится на вывоз—завоз.

Для атомфлота критическими могут стать 2018—2019 гг., когда, даже с учётом продления ресурса энергетических установок, придётся вывести из эксплуатации старые ледоколы. А новые ледоколы универсального класса (ЛК-60Я) с новой атомной установкой “РИТМ-200” могут в случае отставания от графика ещё не пройти ходовые испытания.

По-прежнему перспективы развития судоходства по СМП по мере освоения новых месторождений связываются не столько с транзитом, который пока находится в экспериментальной фазе, сколько с вывозом продукции соответствующих месторождений и обеспечением деятельности промыслов. Об этом говорят контракты, заключаемые сегодня Росатомфлотом: они предполагают прежде всего существенные объёмы вывоза

продукции “Ямал—СПГ”. Об этом же говорит и статистика судостроительной отрасли, которая ориентирована сейчас прежде всего на заказы газозовозов и танкеров ледового класса.

В заключение отмечу, что и сегодня, и в более отдалённой перспективе международная обстановка в Арктике характеризуется высоким уровнем правовой определённости и низким уровнем конфликтности. В среднесрочной и долгосрочной перспективе она останется в целом благоприятной для использования возможностей международного сотрудничества в интересах развития АЗРФ. Однако в краткосрочной и, возможно, среднесрочной перспективе в силу осложнения отношений России с Западом использовать эти возможности будет затруднительно, что отодвинет сроки реализации ряда программ развития АЗРФ. Поэтому рациональное использование возможностей и интересов неарктических стран, прежде всего Китая и Республики Корея, способно принести определённые результаты.

Автор выражает благодарность сотрудникам ИМЭМО РАН А.В. Загорскому, П.А. Гудеву за помощь и консультации при подготовке доклада. В докладе использованы результаты реализованного ИМЭМО РАН в 2014 г. в рамках Программы фундаментальных исследований Президиума РАН “Поисковые научные исследования в интересах развития Арктической зоны Российской Федерации” научно-исследовательского проекта “Международно-политические условия развития Арктической зоны Российской Федерации”.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу. Утверждены Президентом РФ Д.А. Медведевым 18 сентября 2008 г. <http://www.scrf.gov.ru/documents/15/98.html> (дата обращения: 25.12.2014).
2. Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года. Утверждена Президентом РФ В.В. Путиным 20 февраля 2013 г. <http://government.ru/news/432/> (дата обращения: 25.12.2014).
3. Военная доктрина Российской Федерации // Российская газета (Федеральный выпуск). 2014. 30 декабря.
4. Об утверждении государственной программы Российской Федерации “Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации на период до 2020 года”. Постановление Правительства РФ от 21 апреля 2014 г. № 366 <http://government.ru/docs/11967/> (дата обращения: 26.12.2014).
5. Загорский А.В. Военная безопасность в Арктике // Арктический регион: Проблемы международного сотрудничества: Хрестоматия в 3-х томах / Рос. совет по межд. делам. Под общ. ред. Иванова И.С. Т. 1. М.: Аспект Пресс, 2013.
6. Canada and Kingdom of Denmark Reach Tentative Agreement on Lincoln Sea Boundary. 29 November 2012. <http://www.international.gc.ca/media/aff/news-communiqués/2012/11/28a.aspx?lang=eng> (дата обращения: 28.12.2014).
7. Byers M. Who owns the Arctic? Understanding Sovereignty Disputes in the North. Douglas&McIntyre, Vancouver, 2009. P. 22–35.
8. Maritime jurisdiction and boundaries in the Arctic region. https://www.dur.ac.uk/resources/ibru/resources/ibru_arctic_map_15-12-14.pdf (дата обращения: 11.01.2015).
9. России для освоения шельфа надо опираться на свои мощности. Говорит министр природных ресурсов и экологии Сергей Донской // Коммерсант Власть. 2014. <http://www.kommersant.ru/doc/2624380?isSearch=True> (дата обращения: 11.01.2015).
10. Submission by the Kingdom of Denmark. http://www.un.org/depts/los/clcs_new/submissions_files/submission_dnk_76_2014.htm (дата обращения: 12.01.2015).
11. Partial Submission of the Government of the Kingdom of Denmark together with the Government of Greenland to the Commission on the limits of the Continental Shelf. The North Continental Shelf of Greenland. http://www.un.org/depts/los/clcs_new/submissions_files/dnk76_14/dnk2014_es.pdf (дата обращения: 12.01.2015).
12. Submission by the Kingdom of Norway. http://www.un.org/depts/los/clcs_new/submissions_files/submission_nor.htm (дата обращения: 12.01.2015).
13. Summary of the Recommendations of the Commission on the Limits of the Continental Shelf in regard to the Submission made by Norway in respect of areas in the Arctic Ocean, the Barents Sea and the Norwegian Sea on 27 November 2006: Commission on the Limits of the Continental Shelf. Outer limits of the continental shelf beyond 200 nautical miles from the baselines: Submissions to the Commission. http://www.un.org/depts/los/clcs_new/submissions_files/nor06/nor_rec_summ.pdf (дата обращения: 14.01.2015).
14. Договор между Российской Федерацией и Королевством Норвегия о разграничении морских пространств и сотрудничестве в Баренцевом море и Северном Ледовитом океане. 15 сентября 2010 г. http://special.kremlin.ru/ref_notes/707 (дата обращения: 14.01.2015).
15. Колодкин Р. Договор с Норвегией: разграничение для сотрудничества // Международная жизнь. 2011. № 1.
16. 6 декабря 2013 года Канада воспользовалась своим правом, предоставленным ей Конвенцией ООН 1982 г., по обращению в 10-летний период с момента ратификации указанной Конвенции (7 декабря 2003 года) в Комиссию по границам континентального шельфа с целью определения внешних границ своего континентального шельфа исключительно в отношении Атлантического океана. В этой связи подготовка ею заявки по арктическому шельфу не ограничена теперь временными рамками.
17. Area of the continental shelf of the Russian Federation in the Arctic Ocean beyond 200-nautical mile zone.

- http://www.un.org/Depts/los/clcs_new/submissions_files/rus01/RUS_CLCS_01_2001_LOS_2.jpg (дата обращения: 15.01.2015).
18. Соглашение между Союзом Советских Социалистических Республик и Соединёнными Штатами Америки о линии разграничения морских пространств (Вашингтон, 1 июня 1990 г.). <http://www.npsacific.ru/np/hot/disput/treug/razgranich.htm> (дата обращения: 15.01.2015).
 19. Гудев П.А. Приоритеты США в Арктике // МЭМО. 2013. № 9. Гудев П.А. Конвенция ООН по морскому праву: проблемы трансформации режима. М.: ИМЭМО РАН, 2014.
 20. Арбатова А.Г., Дворкин В.З. Военно-стратегическая деятельность России и США // Россия в полицентричном мире / Под ред. Дынкина А.А., Ивановой Н.И. М.: Весь мир, 2011.
 21. Шойгу: Россия полностью закроет радиолокационное поле в Арктике в 2014 году. <http://itar-tass.com/armiya-i-opk/1538016> (дата обращения: 15.01.2015).
 22. Россия построит в Арктике 13 аэродромов и 10 РЛС. <http://www.interfax.ru/world/404373> (дата обращения: 15.01.2015).
 23. Canadian Forces may need U.S. help supplying Arctic. <http://www.cbc.ca/news/politics/canadian-forces-may-need-u-s-help-supplying-arctic-1.1100050> (дата обращения: 15.01.2015).
 24. Загорский А.В. Военная безопасность в Арктике; Ознобищев С.К. Военная деятельность приарктических государств // Россия в полицентричном мире / Под ред. Дынкина А.А., Ивановой Н.И. М.: Весь мир, 2011; Храмчихин А.А. Военно-политическая ситуация в Арктике и сценарии возможных конфликтов // Арктический регион: Проблемы международного сотрудничества: Хрестоматия в 3-х томах / Рос. совет по межд. делам. Под общ. ред. Иванова И.С. Т. 1. М.: Аспект Пресс, 2013; *Wezeman S.T.* Military capabilities in the Arctic. SIPRI Background Paper. March 2012; *Le Miure Ch., Mazo J.* Arctic opening: insecurity and opportunity / IISS. Abingdon; N.Y.: Routledge, 2013. P. 77–94; Arctic Strategy. November 2013. http://www.defense.gov/pubs/2013_Arctic_Strategy.pdf (дата обращения: 16.01.2015).
 25. Арктическое сотрудничество — очередная жертва Украины? http://russiancouncil.ru/inner/?id_4=5164&active_id_11=51#top (дата обращения: 28.01.2015).
 26. Circum-Arctic Resource Appraisal: Estimates of Undiscovered Oil and Gas North of the Arctic Circle [Электронный ресурс]: U.S. Geological Survey (USGS). <http://pubs.usgs.gov/fs/2008/3049/fs2008-3049.pdf> (дата обращения: 16.01.2015).
 27. Кляс Х.Д. Выступление на Международной конференции “Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации до 2020 года: экономика, безопасность, окружающая среда, международное сотрудничество”, проводимой ИМЭМО РАН совместно со Стокгольмским международным институтом исследования проблем мира (СИПРИ), Москва, 2013. 30 сентября — 1 октября. http://www.imemo.ru/index.php?page_id=502&id=770&p=&ret=749&year=2013&sem=408 (дата обращения: 18.01.2015).
 28. Телегина Е.А. Ресурсы Арктического региона: перспективы и проблемы освоения // Арктика: зона мира и сотрудничества / Отв. ред. Загорский А.В. М.: ИМЭМО РАН, 2011.
 29. Denmark, Greenland and the Faroe Islands: Kingdom of Denmark Strategy for the Arctic 2011–2020. http://um.dk/~media/UM/Danish-site/Documents/Politik-ogdipmat/Nyheder_udenrigspolitik/2011/Denmark%20strategy%20for%20the%20Arctic%202011-2020.pdf (дата обращения: 17.01.2015).
 30. Кляс Х.Д. Выступление на Международной конференции “Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации до 2020 года: экономика, безопасность, окружающая среда, международное сотрудничество”, проводимой ИМЭМО РАН совместно со Стокгольмским международным институтом исследования проблем мира (СИПРИ), Москва, 2013. 30 сентября–1 октября. http://www.imemo.ru/index.php?page_id=502&id=770&p=&ret=749&year=2013&sem=408 (дата обращения: 18.01.2015).
 31. Предложения к дорожной карте развития международно-правовых основ сотрудничества России в Арктике. Рабочая тетрадь № VI. Вылегжанин А.Н. (рук.) и др. Гл. ред. Иванов И.С. М.: Спецкнига, 2013. http://russiancouncil.ru/common/upload/wp_arctic_613.pdf (дата обращения: 19.01.2015).

DOI: 10.7868/S0869587315060341

ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ СЕВЕРНОГО ЛЕДОВИТОГО ОКЕАНА И СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ В ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ АРКТИКИ

*ДОКЛАД ЧЛЕНА-КОРРЕСПОНДЕНТА РАН В.А. ВЕРНИКОВСКОГО,
АКАДЕМИКА Н.Л. ДОБРЕЦОВА*

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН,
Новосибирский государственный университет
VernikovskyVA@ipgg.sbras.ru; DobretsovNL@ipgg.sbras.ru

Северный Ледовитый океан является самым молодым и самым небольшим по размерам — около 15 млн. км² — океаном Земли (рис. 1). Его главной особенностью является то, что большую часть дна океана занимают шельф (более 45%) и подводные континентальные окраины. Повышенный интерес к Северному Ледовитому океану объясняется прежде всего геополитическими аспектами и проблемами, связанными с минеральными ресурсами арктических шельфов, а также с экологией, климатом и вечной мерзлотой. Решение этих проблем зависит от имеющихся знаний о геологическом строении Арктики, процессах формирования и возрасте геологических структур основания Северного Ледовитого океана, в том числе о строении арктических осадочных бассейнов, обуславливающим их нефтегазоносность. Геологические знания позволяют также понять соотношение континентальных окраин, включая шельфы, с различными структурами, характеризующимися континентальным строением земной коры, но находящимися в настоящее время на значительном удалении от континентов. Эти представления необходимы при установлении внешней границы континентального шельфа России и других арктических государств [2].

Современная структура Северного Ледовитого океана хорошо отражается в естественных физических полях — магнитном и гравитационном [3, 4], а также в рельефе океанского дна, который определяется не только широкими шельфами, но и наличием двух крупных бассейнов (Канадского и Евразийского), разделённых хребтами и поднятиями (см. рис. 1). Однако конфигурация Арктического океана в геологической истории не остаётся постоянной, она изменяется на протяжении сотен миллионов лет. Многие исследователи геологических структур Арктики пришли к выводу о существовании с докембрийского времени древ-

него континента, который после публикации статьи Л.П. Зоненшайна и Л.М. Натапова всё чаще называется Арктидой [5]. В результате рифтогенеза палеоконтинент распался, а его отдельные плиты и террейны оказались либо перекрыты осадками континентальных окраин, либо включены в складчатые пояса по периферии океана. Корректные палеогеодинамические реконструкции положения террейнов и плит возможны лишь в том случае, если наряду с геолого-структурными мы располагаем палеомагнитными данными (направление на палеополус исследуемого объекта) и знаем возраст объекта.

В последние годы сотрудниками Института нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН и Новосибирского государственного университета получены новые палеомагнитные и геохронологические данные для магматических и осадочных пород архипелагов Северной и Новой Земли, Земли Франца-Иосифа, Новосибирских островов, островов Де-Лонга, полуострова Таймыр и прилегающих регионов. Используя эти сведения совместно с данными по ключевым палеополусам для континентальных плит, обрамляющих Арктический океан, — Лаврентии (Северная Америка), Балтики и Сибири, удалось выполнить плитотектонические реконструкции, отражающие положение континентов и террейнов Арктиды в период от позднего докембрия до позднего палеозоя (950–250 млн. лет назад) [6, 7]. На рисунке 2 показаны только 4 из 14 реконструкций, соответствующие конфигурации блоков Арктиды 950, 650, 420 и 250 млн. лет назад. От суперконтинента Родинии до суперконтинента Пангеи Арктида изменила свою конфигурацию, широтное положение в приэкваториальной области к приполярной, но сохранила при этом своё общее расположение между Лаврентией, Балтикой и Сибирью.

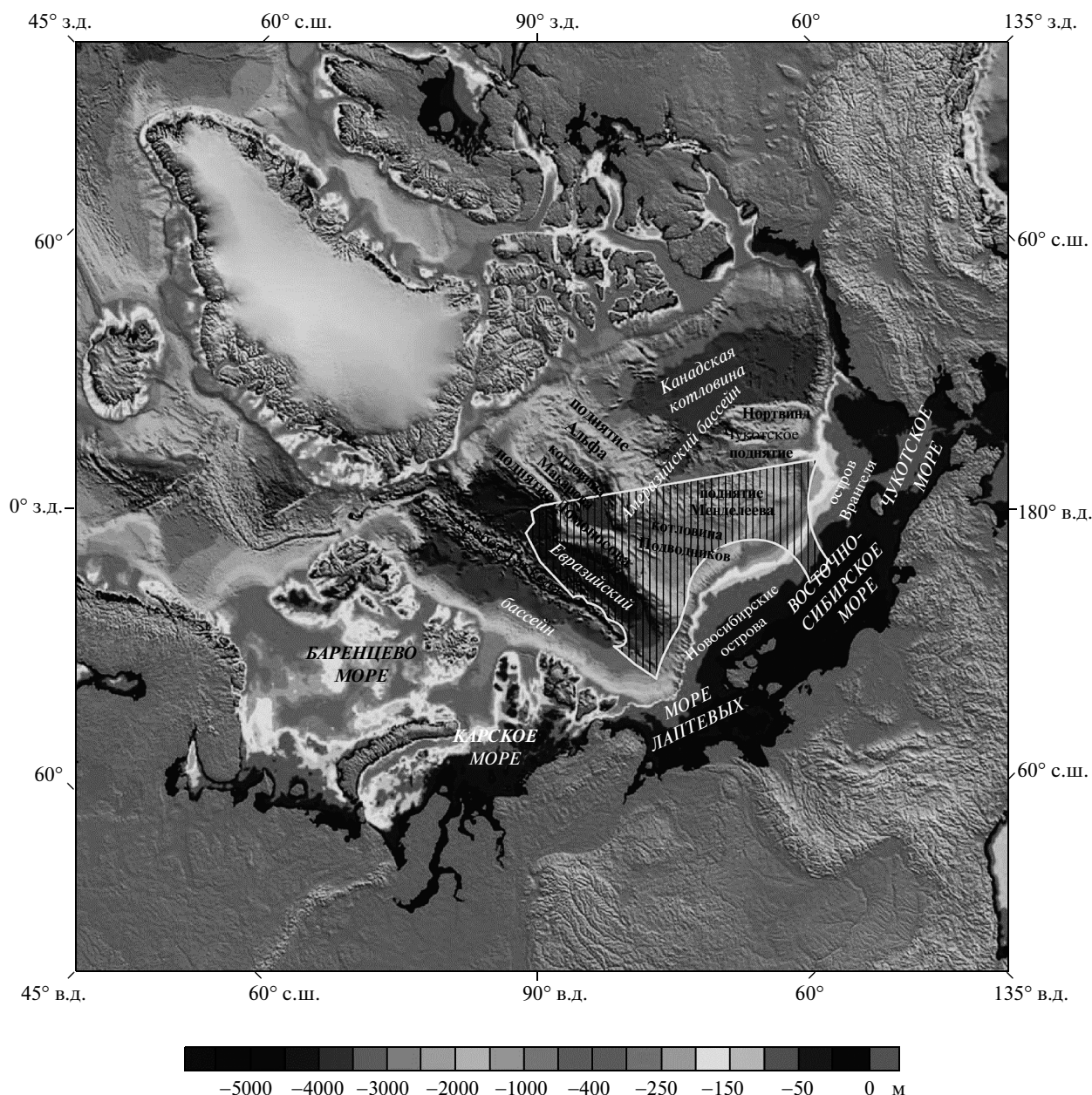


Рис. 1. Основные геоморфологические структуры Северного Ледовитого океана и район расширенного континентального шельфа России в Арктике на батиметрической карте [1]

Здесь и далее на рисунках рельефная основа IBCAO (International Bathymetric Chart of the Arctic Ocean), <http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/bathymetry/arctic/ibcaoversion1.html>

С формированием Пангеи и Арктиды-II завершились основные процессы аккреции, за которыми последовали процессы юрско-мелового рифтогенеза в Арктике, приведшие к раскрытию Канадского (Амеразийского) бассейна с основной фазой 140–120 млн. лет назад (рис. 3, сверху) [8–12]. Именно на этом этапе началось формирование современной континентальной окраины Евразии. Сначала процессы рифтогенеза привели к отрыву от Северо-Американского кратона Чу-

котско-Североаляскинской микроплиты, что повлекло за собой формирование Канадской котловины Северного Ледовитого океана, закрытие Южно-Анюйского палеоокеана и возникновение складчато-надвиговых поясов, протянувшихся от Новосибирских островов через Чукотку к хребту Брукса Аляски [4, 9, 10, 13–16]. Не углубляясь в спорную тему, касающуюся механизма отрыва Чукотско-Североаляскинской микроплиты, следует отметить, что в формировании крупной де-

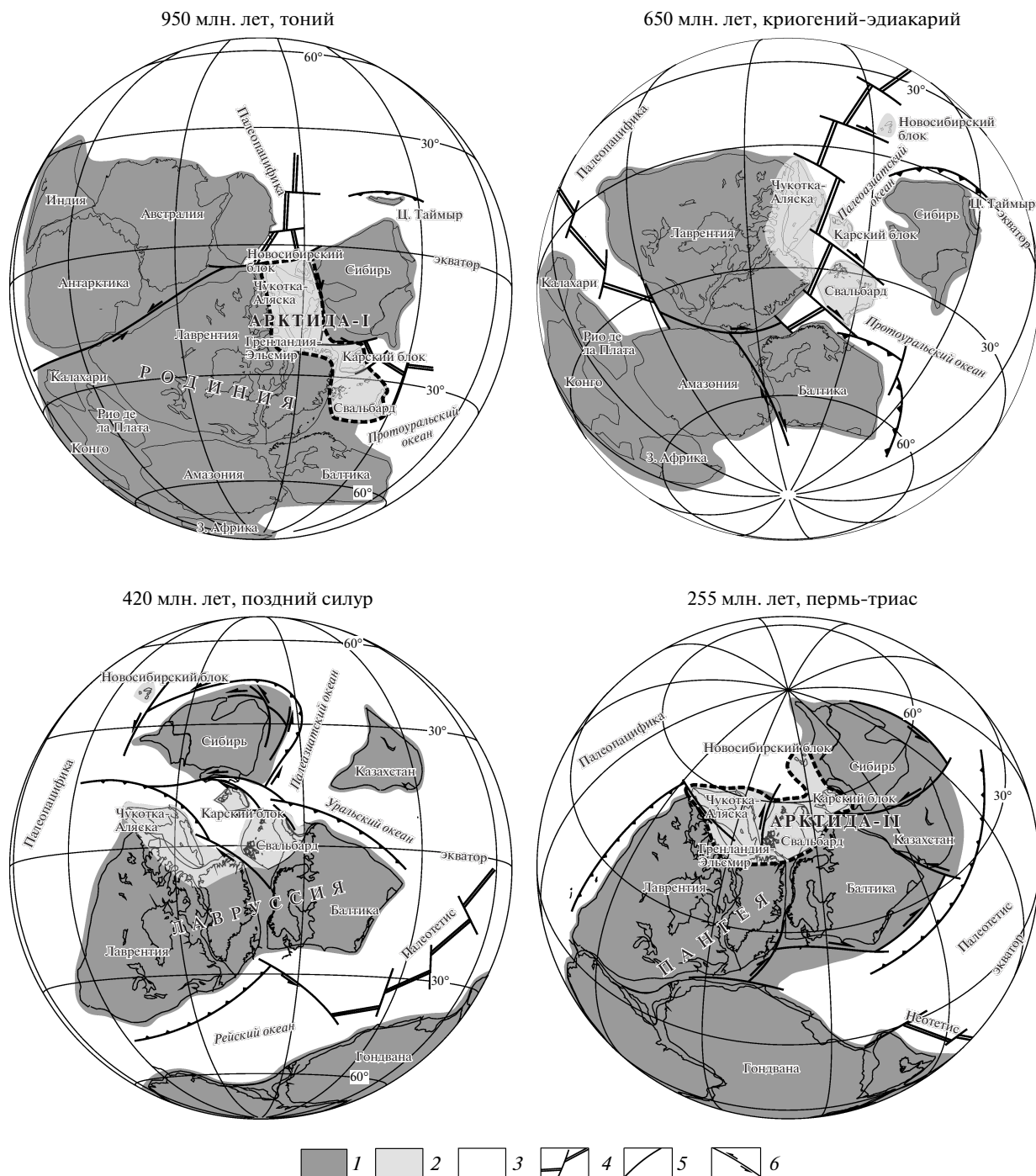


Рис. 2. Плитотектонические реконструкции, отражающие положение континентов и террейнов Арктиды 950–250 млн. лет назад — от позднего докембрия до позднего палеозоя (по данным, представленным в [7])

1 — континенты, 2 — террейны Арктиды, 3 — океанские бассейны, 4 — спрединговые центры, 5 — активные континентальные окраины, 6 — трансформы

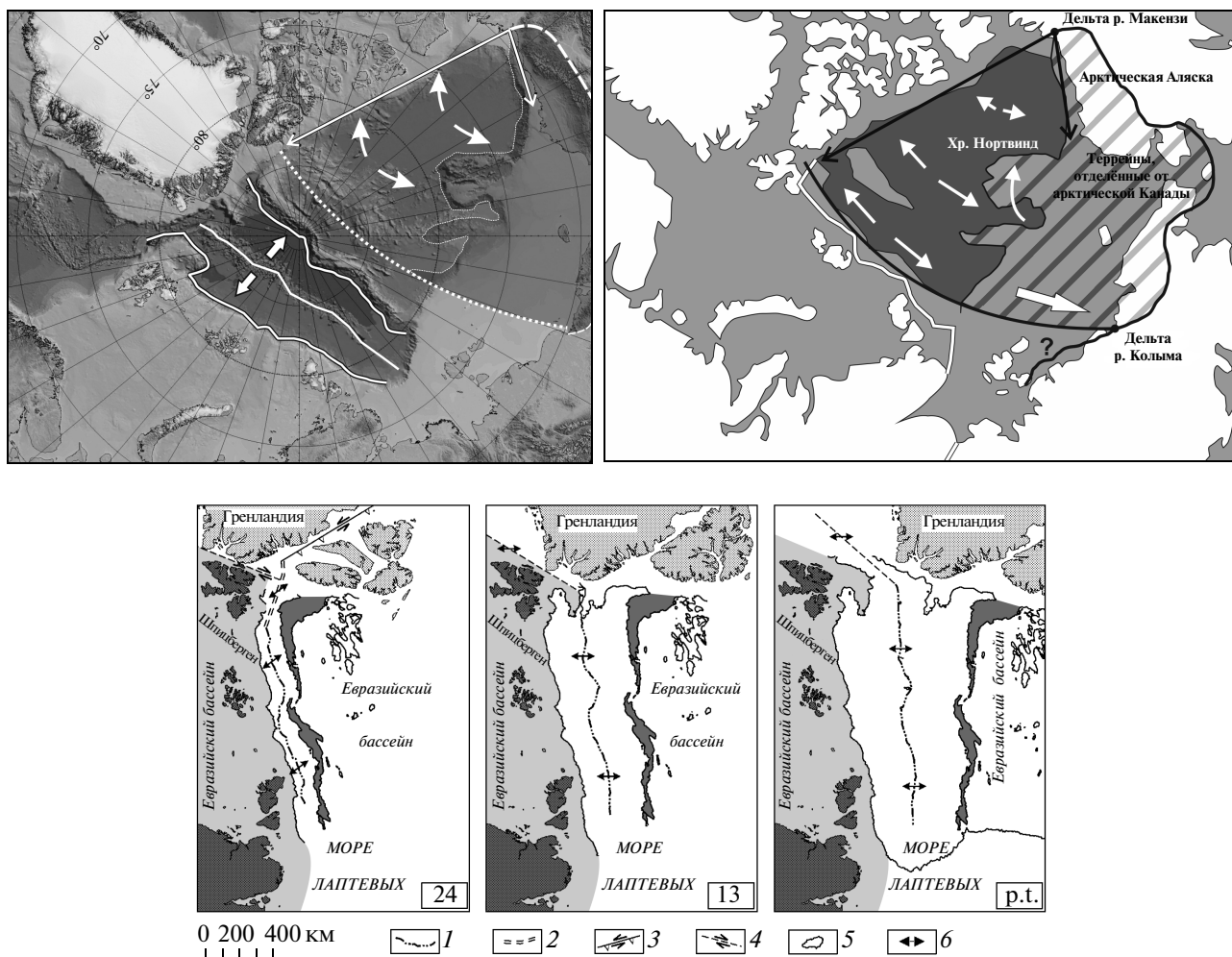


Рис. 3. Модели раскрытия Амеразийского (Канадского) — 140–120 млн. лет назад (вверху) — и Евразийского — 55 млн. лет назад до современного периода (внизу) — бассейнов, с использованием данных, представленных в [9, 15, 24]

структивной зоны в Арктике на этом юрско-меловом этапе существенную роль сыграл плюмовый базальтовый магматизм. Это крупное магматическое событие получило название Высокоарктического мелового плюма (HALIP) [17]. Базальты этого плюма, в основном раннемеловые, широко представлены в обрамлении Канадского бассейна, на Канадских арктических островах, в районе хребта Альфа, в Баренцевоморском регионе (архипелаги Шпицберген, Земля Франца-Иосифа), на архипелаге Де-Лонга. Проявления более древнего этапа (190–150 млн. лет назад) установлены на Земле Франца-Иосифа [18, 19].

В позднемеловое время (90–80 млн. лет назад) плюмовая активность в Арктике уменьшилась [19], а проявления базальтового магматизма сместились в Северную Гренландию. Одновременно прекратился спрединг в Канадском бассейне и началось продвижение спрединговых центров из Атлантики в Арктику. Эти процессы сопровождались раскрытием бассейнов Лабрадорского и

Баффина, отделением Гренландии от Северной Америки и формированием 58–55 млн. лет назад Лабрадор-Баффина-Макаровской спрединговой ветви [10, 20], что принципиально важно для решения вопроса о природе поднятия Альфа-Менделеева.

Имеющиеся в настоящее время данные [21–23] свидетельствуют о том, что поднятие Альфа-Менделеева так же, как поднятие Ломоносова, имеет континентально-коровую природу, а по строению земной коры может быть сопоставлено с районом архипелага Земли Франца-Иосифа. Таким образом, обоснованным будет предположение, что сначала при образовании впадины Макарова от Баренцево-Карской континентальной окраины были отделены блоки поднятия Альфа-Менделеева, а затем (около 55–54 млн. лет назад) в результате перескока спрединговой зоны и раскрытия Евразийского бассейна — континентальные блоки хребта Ломоносова (рис. 3, внизу) [9, 24]. Если континентальная природа хребта Ло-



Рис. 4. Схема маршрута дизель-электрохода «Михаил Сомов» во время международной геологической экспедиции 2011 г. с указанием точек, где проводились стоянки и геологические работы

моносова в последнее время практически не вызывает сомнений (благодаря большому числу доказательств, включая полученные в результате бурения на хребте Ломоносова в 2004 г. [21]), то природа хребта Менделеева остаётся предметом дискуссий. Это обстоятельство, а также то, что хребты Менделеева и Ломоносова входят в контур района расширенного континентального шельфа России в Арктике, представленного в готовящейся заявке в Комиссию ООН (см. рис. 1), вынуждает продолжать поиски фактов, подтверждающих континентальную природу этого поднятия. Для выяснения его строения, а также строения окружающих блоков земной коры, природы земной коры и возраста слагающих пород в последнее десятилетие Роснедра в сотрудничестве с подведомственными ему организациями (ВСЕГЕИ, ВНИИОкеангеология, Севморгео и др.), разными группами учёных из институтов РАН, а также зарубежными учёными провели несколько высокоширотных экспедиций с использованием научно-исследовательских судов и ледоколов.

В 2011 и 2013 гг. комплексные исследования были успешно проведены на архипелаге Новосибирских островов, включая острова Де-Лонга [6, 25], при использовании дизель-электрохода «Михаил Сомов», на котором базировался верто-

лёт Ми-8 (рис. 4). В результате этих работ получены новые геолого-структурные, палеонтологические, петрологические, геохимические и геохронологические данные. Впервые полученные для архипелага палеомагнитные данные позволяют утверждать, что породы, слагающие Новосибирские острова и острова Де-Лонга, по крайней мере с раннего ордовика формировались на едином докембрийском фундаменте в пределах Новосибирского террейна [6, 26].

В 2012 г. в рамках высокоширотной экспедиции «Арктика-2012» основное внимание было уделено опробованию морского дна поднятия Менделеева [23]. При этом использовались ледокол «Капитан Драницын» и научно-исследовательская подводная лодка (НИПЛ). Помимо пробоотбора драгой, телегрейфером и гидростатической трубкой, проводили опробование коренных пород с помощью буровой установки ГБУ-2/4000Л (три скважины на двух участках — в северной и южной частях поднятия Менделеева), а также манипулятором, размещённым в днище НИПЛ, на заранее выбранных полигонах с эскарпами. Места пробоотбора располагали вблизи резких уступов морского дна, где по опережающим сейсмическим данным (вдоль профилей, составленных по методу общей глубинной точки) и

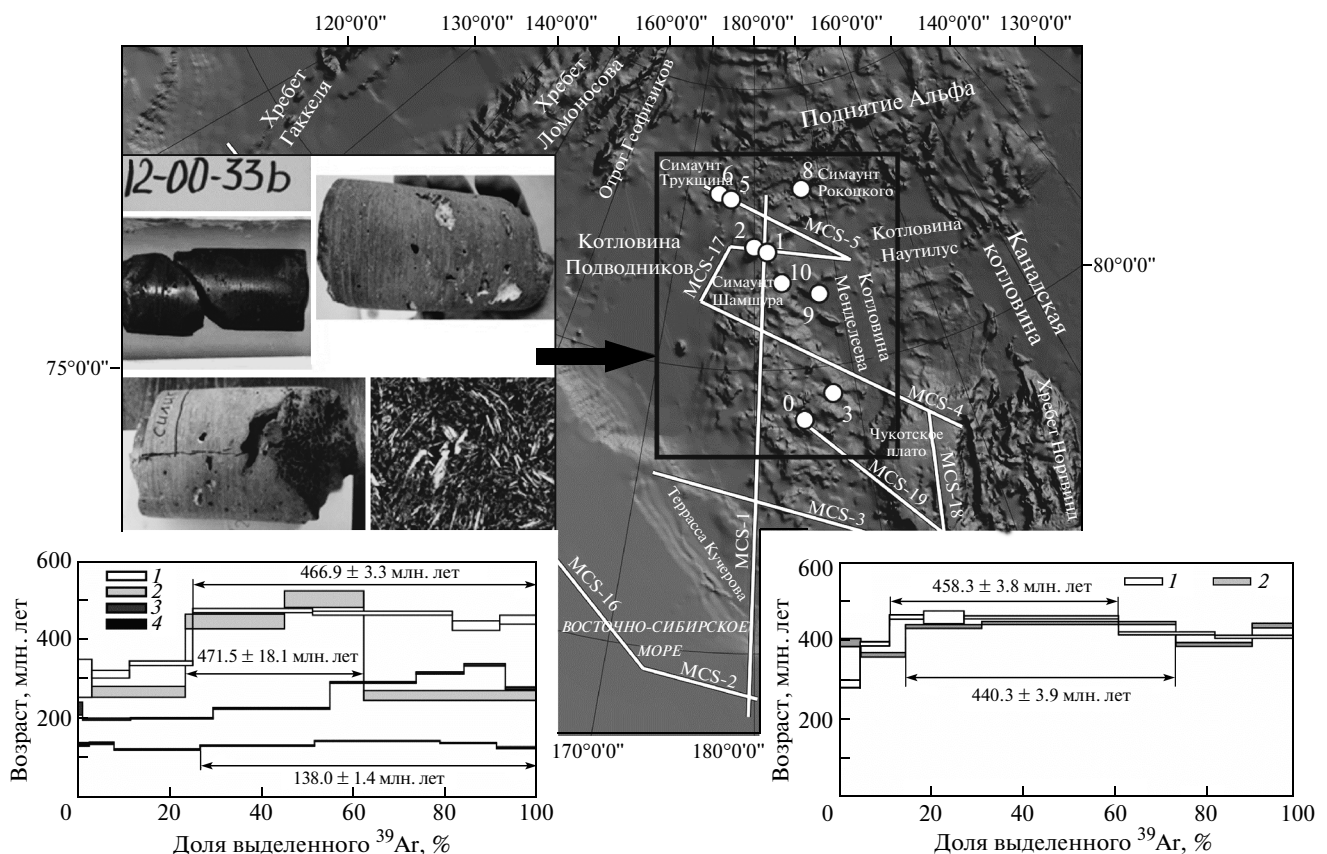


Рис. 5. Участки геологического опробования морского дна на поднятии Менделеева в ходе экспедиции “Арктика-2012” (10 августа–6 октября 2012 г.) и возрастные $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ спектры

На левой вставке спектры 1, 2 получены на масс-спектрометре Argus: 1 – для амфибола, 2 – для амфибола с примесью плагиоклаза; спектры 3, 4 получены на масс-спектрометре Noble gas 5400: 3 – для плагиоклаза, 4 – для пироксена. На правой вставке: спектр 1 получен для амфибола на масс-спектрометре Noble gas 5400, спектр 2 – для амфибола на масс-спектрометре Argus

с помощью видеосъёмки с НИПЛ были выявлены выходы акустического фундамента (рис. 5). Четыре образца долеритов и базальтов были использованы для петрографического и минералогического анализа, выделения мономинеральных фракций пироксена (авгит), амфибола (роговая обманка), плагиоклаза и последующих изотопных исследований для определения возраста пород $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ методом [27].

Изотопный состав аргона измеряли на масс-спектрометре Noble gas 5400 фирмы “Микро-масс” (Англия) и многоколлекторном масс-спектрометре Argus фирмы “Термо Сайнтифик” (Германия) в Институте геологии и минералогии СО РАН. Исследования показали, что в спектрах минералов всех образцов устанавливается древняя компонента, соответствующая, как можно предположить, возрасту формирования пород (см. рис. 5). Наиболее чётко она проявлена в спектрах амфибола, полученных на обоих масс-спектрометрах. Максимальные значения зафиксированы на уровне 466.9 ± 3.3 и 471.5 ± 18.1 млн. лет, что близко к границе нижнего и среднего ордовика. Наряду с древней компонентой в спектрах ряда проб

установлены компоненты с более молодыми оценками возраста. К таким этапам относятся прежде всего два плюмовых события [19] – на границе перми и триаса (Сибирский плюм) и в мелу (HALIP). Таким образом, выполненные изотопные $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ -исследования позволяют утверждать, что возраст базальтов и долеритов, отобранных из эскарпов поднятия Альфа-Менделеева, является раннепалеозойским. Данные результаты не противоречат полученным ранее определениям изотопного возраста этих пород U–Pb методом (SHRIMP II, ВСЕГЕИ). По тем же долеритам по единичным зёрнам цирконов были получены кембрийские значения возраста, то есть 498–500 млн. лет [23].

Этот вывод, материалы сейсмических исследований экспедиции “Арктика-2012”, новые геологические и геофизические данные по Новосибирским островам позволяют заключить, что докембрийский фундамент для континентального блока поднятия Менделеева подобен континентальному блоку, включающему Новосибирские острова и архипелаг Де-Лонга [6, 25]. Более того, становится очевидным, что хребты Ломоносова и

Альфа-Менделеева вместе с расположенными между ними котловинами Макарова и Подводников представляют собой естественный мост, сложенный континентальной корой и соединяющий Северо-Американский и Азиатский континенты. Эти данные, безусловно, должны стать весомым вкладом в обоснование заявки по установлению внешней границы континентального шельфа Российской Федерации.

Приведённые данные показывают сложность тектонического строения Северного Ледовитого океана и его геодинамической истории, неоднозначность ответов на целый ряд вопросов, главным образом в связи с недостатком фактических данных. Вместе с тем цель нашего доклада — указать не только проблемы, но и некоторые направления и пути геодинамических исследований океана, включая изучение эволюции континентальных шельфов. Мы отметили лишь некоторые геолого-геофизические результаты, полученные в Российской Арктике за последние годы, но этого достаточно, чтобы стала очевидной необходимость расширения комплексных работ, ориентированных на изучение строения дна Северного Ледовитого океана и его складчатого обрамления. Развитие указанного направления, безусловно, требует усиления кадрового состава исполнителей геолого-геофизических работ в Арктике. В силу того, что число арктических геологов и геофизиков с каждым годом неуклонно сокращается, для решения крупных задач и выполнения экспедиционных работ в Арктике необходимо создавать межведомственные коллективы из сотрудников Роснедр, Российской академии наук, вузов и компаний. В связи с множеством особенностей, присущих таким работам, нужны специальные университетские программы подготовки арктических геологов и геофизиков. Кроме того, эффективные геолого-геофизические работы в Арктике неосуществимы без специального арктического научно-исследовательского флота, снабжённого вертолётами и оборудованием для подводного бурения. Обеспечение перечисленных условий, по всей видимости, станет возможным только при организации Государственной межведомственной программы геолого-геофизических исследований Арктики и Северного Ледовитого океана.

ЛИТЕРАТУРА

1. Jakobsson M., Mayer L.A., Coakley B. et al. The International Bathymetric Chart of the Arctic Ocean (IBCAO). Version 3.0 // *Geophysical Research Letters*. 2012. V. 39. L12609.
2. Лавёров Н.П., Лобковский Л.И., Кононов М.В. и др. Геодинамическая модель тектонического развития Арктики в мезозое и кайнозое и проблема внешней границы континентального шельфа России // *Геотектоника*. 2013. № 1.
3. Gaina C., Saltus R., Aaro S. et al. Circum-Arctic mapping project: new magnetic anomaly map linked to the geology of the Arctic. Scale 1 : 5000000. 2010. Stereographic North Pole projection. Standart paralel 70° coordinate system WGS 1984.
4. Кулаков И.Ю., Гайна К., Добрецов Н.Л. и др. Реконструкция перемещения плит в Арктическом регионе на основе комплексного анализа гравитационных, магнитных и сейсмических аномалий // *Геофизика*. 2013. Т. 54. С. 1108–1125.
5. Зоненшайн Л.П., Натанов Л.М. Тектоническая история Арктики // Актуальные проблемы тектоники океанов и континентов. М.: Наука, 1987.
6. Верниковский В.А., Метелкин Д.В., Толмачева Т.Ю. и др. К проблеме палеотектонических реконструкций в Арктике и тектоническом единстве террейна Новосибирских островов: новые палеомагнитные и палеонтологические данные // *Доклады Академии наук*. 2013. Т. 451. С. 423–429.
7. Metelkin D.V., Vernikovskiy V.A., Matushkin N.Yu. Arc-tida between Rodinia and Pangea // *Precambrian Research*. 2015. V. 259. P. 114–129.
8. Rowley B.R., Lottes A.L. Plate-kinematic reconstructions of the North Atlantic and Arctic: Late Jurassic to present // *Tectonophysics*. 1988. V. 155. P. 73–120.
9. Grantz A., Clark D.L., Phillips R.L. et al. Phanerozoic stratigraphy of Northwind Ridge, magnetic anomalies in the Canada basin, and the geometry and timing of rifting in the Amerasia basin, Arctic Ocean // *Geol. Soc. Amer. Bull.* 1998. V. 110. P. 801–820.
10. Шупилов Э.В. Генерации спрединговых впадин и стадии распада Вегенеровской Пангеи в геодинамической эволюции Арктического океана // *Геотектоника*. 2008. № 2.
11. Верниковский В.А., Добрецов Н.Л., Каминский В.Д. и др. Геодинамика Центральной и Восточной Арктики // Материалы совещания по координации РАН по изучению Арктики и Антарктики. Архангельск, Екатеринбург: УрО РАН, 2010.
12. Шупилов Э.В., Верниковский В.А. Строение области сочленения Свальбардской и Карской плит и геодинамические обстановки её формирования // *Геология и геофизика*. 2010. Т. 51. С. 75–92.
13. Zonenshain L.P., Kuzmin M.I., Natapov L.M. *Geology of the USSR: A plate tectonic synthesis*. Washington: American geophysical Union, 1990.
14. Соколов С.Д., Бондаренко Г.Е., Морозов О.Л. и др. Покровная тектоника Южно-Анхойской сутуры (Западная Чукотка) // *Доклады РАН*. 2001. Т. 376. С. 80–84.
15. Kuzmichev A.B. Where does the South Anyui suture go in the New Siberian Islands and Laptev Sea? Implications for the Amerasia basin origin // *Tectonophysics*. 2009. V. 463. P. 86–108.
16. Drachev S.S., Malyshev N.A., Nikishin A.M. Tectonic history and petroleum geology of the Russian Arctic Shelves: an overview. *Petroleum Geology Conference series* // *Geol. Soc.* 2010. V. 7. P. 591–619.
17. Buchan K.L., Ernst R.E. The High Arctic Large Igneous Province (HALIP) evidence for an associated giant radiating dyke swarm / *Dyke swarms time markets of*

- crustal evolution // Ed. by Hanski E., Mertanen S., Ramo T., Vuollo J. Rotterdam: Balkema Publishers, 2006.
18. *Karyakin Yu.V., Shipilov E.V., Simonov V.A. et al.* Phases and stages of the plume magmatism in the Franz-Josef Land Archipelago // Large Igneous Provinces of Asia: mantle plumes and metallogeny (Abstract volume). Irkutsk: Petrographica, 2011.
19. *Добрецов Н.Л., Верниковский В.А., Карякин Ю.В. и др.* Мезозойско-кайнозойский вулканизм и этапы геодинамической эволюции Центральной и Восточной Арктики // Геология и геофизика. 2013. Т. 54. С. 1126–1144.
20. *Piepjohn K., Tessensohn F., Harrison C., Mayr U.* Involvement of a Tertiary Foreland Basin in the Eurecan Foldbelt Deformation, NW Coast of Kane Basin, Ellesmery Island, Canada / Ed. by Roland N.W., Tessensohn F. // Polarforschung. 2000. V. 68. P. 101–110.
21. *Grantz A., Pease V.L., Willard D.A. et al.* Neogene paleoceanography of Lomonosov Ridge and a tie to the Barents shelf Bedrock // Geol. Soc. of Amer. Bull. 2001. V. 113. P. 1272–1281.
22. *Поселов В.А., Аветисов Г.П., Буценко В.В. и др.* Хребет Ломоносова как естественное продолжение материковой окраины Евразии в Арктический бассейн // Геология и геофизика. 2012. Т. 53. С. 1662–1680.
23. *Морозов А.Ф., Петров О.В., Шокальский С.П. и др.* Новые геологические данные, обосновывающие континентальную природу области Центрально-Арктических поднятий // Региональная геология и металлогения. 2013. № 53.
24. *Глебовский В.Ю., Каминский В.Д., Минаков А.Н. и др.* История формирования Евразийского бассейна Северного Ледовитого океана по результатам геоисторического анализа аномального магнитного поля // Геотектоника. 2006. № 4.
25. *Кораго Е.А., Верниковский В.А., Соболев Н.Н. и др.* Возраст фундамента островов Де-Лонга (архипелаг Новосибирские острова): новые геохронологические данные // Доклады АН. 2014. Т. 457. С. 315–322.
26. *Метелкин Д.В., Верниковский В.А., Толмачева Т.Ю. и др.* Первые палеомагнитные данные для раннепалеозойских отложений Новосибирских островов (Восточно-Сибирское море): к вопросу формирования Южно-Анжуйской сутуры и тектонической реконструкции Арктиды // Литосфера. 2014. № 3.
27. *Верниковский В.А., Морозов А.Ф., Петров О.В. и др.* Новые данные о возрасте долеритов и базальтов поднятия Менделеева (Северный Ледовитый океан) // Доклады Академии наук. 2014. Т. 454. С. 431–435.

НАУЧНАЯ СЕССИЯ ОБЩЕГО СОБРАНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

DOI: 10.7868/S0869587315060171

ПУТИ ОСВОЕНИЯ РЕСУРСОВ НЕФТИ И ГАЗА
РОССИЙСКОГО СЕКТОРА АРКТИКИ

ДОКЛАД АКАДЕМИКА А.Э. КОНТОРОВИЧА

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН
KontorovichAE@ipgg.sbras.ru

История освоения ресурсов нефти и газа российского сектора Арктики и её главные уроки. Под российским сектором Арктики в докладе понимаются территория арктических регионов России и акватории морей Северного Ледовитого океана, находящиеся под юрисдикцией нашей страны. Поиски месторождений нефти и газа в континентальном секторе российской Арктики были начаты в 30-е годы XX в. Другие арктические страны в те годы подобных работ не вели. В прогноз и освоение ресурсов нефти и газа арктических территорий Советского Союза в годы перед Великой Отечественной войной и в послевоенные годы внесли большой вклад выдающиеся советские геологи Н.А. Гедройц, Т.К. Емельянцева, А.Я. Кремс, Н.Н. Ростовцев, Г.Е. Рябухин, В.Н. Сакс, И.Н. Стрижов, Н.Н. Тихонович и другие [1–5].

В 1930 г. в Республике Коми обнаружили первое в мире нефтяное месторождение в Арктике — Чибьюское [1], в том же году приступили к его разработке. Двумя годами позже было открыто крупное Ярегское месторождение, в 1935 г. оно было введено в разработку. Таким образом, Советский Союз стал первым государством в мире, приступившим к поискам, разведке и разработке месторождений в условиях Арктики.

Ярегское месторождение — одно из первых не только в области добычи нефти в Арктике, но и по ряду других показателей. Нефть Ярегского месторождения тяжёлая, с плотностью 945 кг/м³, вязкая, пластовая температура составляет 6–8°C, то есть это одно из первых разрабатываемых месторождений трудноизвлекаемой нефти. На нём, кроме того, были впервые опробованы шахтный (1939), а затем и термощахтный (1972) методы добычи нефти.

22 июня 1936 г., ровно за пять лет до начала Великой Отечественной войны, Совет народных комиссаров (СНК) СССР принял постановление о создании Главного управления северного морского пути (Главсевморпуть). На Главсевморпуть были возложены следующие задачи: окончательное освоение Северного морского пути от Баренцева моря до Берингова пролива; организация мор-

ских, речных и воздушных сообщений, радиосвязи и научно-исследовательской работы в советской Арктике; развитие производительных сил и освоение естественных богатств Крайнего Севера, содействие хозяйственному и культурному подъёму коренного населения Крайнего Севера и привлечение этого населения к активному участию в социалистическом строительстве.

В сферу ответственности Главсевморпути вошли в Европейской части СССР — острова и моря Северного Ледовитого океана, в азиатской — территория севернее 62-й параллели. Первым руководителем Главсевморпути стал академик О.Ю. Шмидт. В число задач новой государственной структуры была включена организация геологических работ, поисков и разведки полезных ископаемых, а также организация предприятий по добыче ископаемых. Для этой цели в составе Главсевморпути было создано Горно-геологическое управление.

В середине 1930-х годов поиски нефти стали организовывать в восточных районах советской Арктики, на севере Сибири [2, 3]. В 1935 г. Нордвикская экспедиция (Т.К. Емельянцева) описала поверхностные выходы нефти в Нордвикском районе, на берегу моря Лаптевых. В 1936 г. в низовьях Енисея Усть-Енисейская экспедиция Горно-геологического управления (Н.А. Гедройц) обнаружила выходы метанового газа. Работы в этих районах продолжались и в годы Великой Отечественной войны. В 1942 г. в низовьях р. Енисей на Малохетской структуре (скв. № 13-Р) были получены первые притоки газа, а в 1944 г. — приток нефти (скв. № 102-Р). В годы войны геологические изыскания в самом центре арктических районов Западной Сибири проводил В.Н. Сакс [3]. В 1945 г. он рекомендовал низовья р. Надым в качестве одного из самых перспективных районов поисков месторождений углеводородов.

Сразу после окончания Великой Отечественной войны работы по обоснованию перспектив нефтегазоносности советской Арктики были продолжены. В 1948 г. в Ленинграде был создан

Научно-исследовательский институт геологии Арктики (НИИГА), который сыграл выдающуюся роль в изучении геологии и перспектив нефтегазоносности и рудоносности арктических регионов СССР. В 1950 г. новосибирским и томским геологам (В.А. Николаев — Горно-геологический институт Западно-Сибирского филиала АН СССР, В.С. Шацкий — Западно-Сибирское геологическое управление, и другие) поручили провести на севере Западной Сибири геологическую съёмку [3]. Этим было положено начало подготовки крупномасштабных поисков нефти на территории Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО). В середине 1950-х годов Н.Н. Ростовцев теоретически предсказал, что на севере Западной Сибири будут открыты гигантские месторождения газа [4].

Штурм нефтегазовых богатств Арктики начался в 1960-е годы и продолжался в последующие два десятилетия, когда геолого-разведочными работами в арктических регионах руководили блестящие учёные и крупные организаторы науки и геолого-разведочного производства А.В. Сидоренко, Е.А. Козловский, Л.И. Ровнин, Н.Н. Ростовцев, Ф.К. Салманов, Ю.Г. Эрвье, И.С. Грамберг, А.Я. Кремс, И.И. Нестеров, В.В. Семенович, А.А. Трофимук, В.В. Федынский, А.М. Брехунцов, Б.Я. Вассерман, Г.П. Быстров, В.Л. Иванов, М.К. Калинин, Н.Х. Кулахметов, В.Д. Накоряков, В.Т. Подшебякин, Ю.А. Россихин, Д.Б. Тальвирский, Л.К. Теплов, Е.А. Тепляков, А.Ф. Титов, Р.В. Требс, Д.С. Сороков, Ф.З. Хафизов, В.И. Шпильман, Л.Г. Цибулин, А.Г. Юдин и многие другие [1, 3, 5, 6]. Горжусь, что мне на всех этапах посчастливилось участвовать в этой работе.

В 1960–1970-е годы главные объёмы геолого-разведочных работ были сосредоточены в только что открытой гигантской Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции [5]. В 1962 г. было обнаружено первое газовое месторождение в ЯНАО, в арктической части Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции — Тазовское. Затем были открыты новые месторождения: в 1964 г. — крупное Новопортовское нефтегазоконденсатное, в 1965 г. — крупное Губкинское нефтегазоконденсатное и уникальное Заполярное газовое, в 1966 г. — уникальное Уренгойское нефтегазоконденсатное, в 1967 г. — уникальное Медвежье газовое, в 1968 г. — Арктическое газовое и Русское нефтяное, в 1969 г. — уникальное Ямбургское. До Западной Сибири мир не знал подобных газовых гигантов.

В 1970-е годы пришла очередь открытий на полуострове Ямал. В 1971 г. здесь обнаружили уникальное газовое месторождение — Бованенковское, в 1974 г. — Харасавейское и Южно-Тамбейское, в 1986 г. — газонефтяное месторождение Ростовцевское. В 1980–1990-е годы были открыты месторождения нефти и газа на северо-восто-

ке Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции, в низовьях Енисея в Красноярском крае — уникальное Ванкорское и крупные Тагульское, Лодочное и Сузунское.

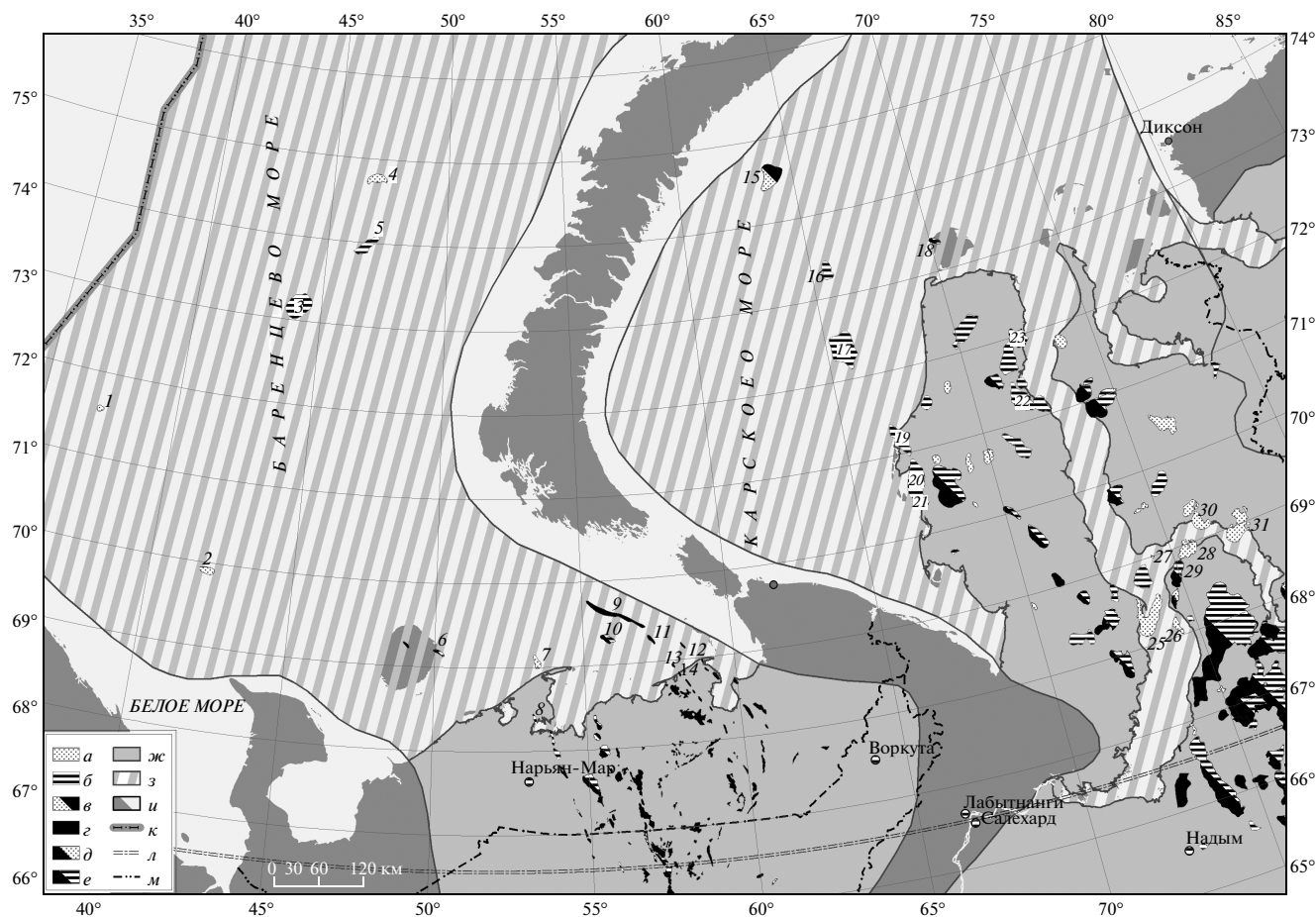
Открытием крупных Вуктыльского газоконденсатного (1964) и нефтяных Усинского (1963) и Вазейского (1972) месторождений увенчались поисковые работы в Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции в Республике Коми [1]. Большая группа крупных месторождений была открыта в 1970–1980-е годы ещё севернее, в Ненецком автономном округе Архангельской области. Среди них: Харьгаинское (1970), Наульское (1979), Южно-Хыльчуйское (1981), Тобойско-Мядсейское (1984), им. Р. Требса (1987), им. Титова (1989) и др. Всего в Ненецком автономном округе открыто 20 крупных и средних месторождений. Наиболее крупными из них являются Харьгаинское, им. Р. Требса и Тобойско-Мядсейское месторождения.

В начале 1980-х годов наша страна приступила к глубокому поисковому бурению в западном секторе советской Арктики (Баренцево и Карское моря) [6–8]. Первые скважины были пробурены на арктических островах, и одна из них сразу дала результат: в 1982 г. на о. Колгуев было открыто Песчаноозёрное месторождение с залежами нефти и конденсатного газа. Спустя два года началась его опытная эксплуатация.

Поисковые работы были продолжены в Баренцевом и Карском морях, где уже к середине 1980-х годов было открыто три месторождения — Мурманское, Северо-Кильдинское и Поморское, а во второй половине 1980-х годов — ещё четыре: два уникальных газовых (Штокмановское и Русановское) и два нефтяных (Северо-Гуляевское и Приразломное). Восемь месторождений, в том числе одно уникальное (Ленинградское) и шесть крупных, были обнаружены в этом районе в 1990-е годы. Суммарные запасы всех перечисленных месторождений превышают 10 трлн. м³ газа и 0.5 млрд. т нефти. Совсем недавно компания “Роснефть” сообщила об открытии ещё одного гиганта в Карском море — месторождения, названного святым для каждого гражданина России словом “Победа”.

Сегодня свыше 90% всех запасов газа и свыше 45% запасов нефти на шельфах циркумполярного пояса Земли сосредоточено на российском Западно-Арктическом шельфе морей Северного Ледовитого океана (рис.), а север Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции (ЯНАО) является крупнейшим газодобывающим регионом в мире и крупным центром добычи нефти.

Громадные, уже более 40 лет добываемые в Арктике объёмы нефти и, особенно, газа создают иллюзию, что так было всегда. Моё поколение, поколение создателей этого феномена, знает:



Месторождения нефти и газа на шельфе Баренцева и Карского морей

a – газовые (г), *б* – газоконденсатные (гк), *в* – газонефтяные (гн), *г* – нефтяные (н), *д* – нефтегазовые, *е* – нефтегазоконденсатные (нгк), *жс* – перспективные территории, *з* – перспективные акватории, *и* – бесперспективные территории и акватории, *к* – государственные границы, *л* – границы Северного полярного круга, *м* – границы субъектов РФ. 1 – Северо-Кильдинское(г), 2 – Мурманское (г), 3 – Штокмановское(гк), 4 – Лудловское(г), 5 – Ледовое (гк), 6 – Песчаноозёрское (нгк), 7 – Поморское (г), 8 – Коровинское (гк), 9 – Долгинское (н), 10 – Северо-Гуляевское (нгк), 11 – Приразломное(н), 12 – Медыньское море (н), 13 – Варандей-море-1 (н), 14 – Варандейское (н), 15 – Победы (Университетское)(гн), 16 – Русановское(гк), 17 – Ленинградское (гк), 18 – Белоостровское (нгк), 19 – Харасавейское(гк), 20 – Крузенштернское (гк), 21 – Южно-Крузенштернское(г), 22 – Южно-Тамбейское (гк), 23 – Тасийское (гк), 24 – Северо-Каменномыское (гк), 25 – Каменномыское(г), 26 – Обское (г), 27 – Чуторьяхинское (г), 28 – Семаковское (г), 29 – Северо-Парусовое (нгк), 30 – Тота-Яхинское(г), 31 – Антипаютинское (г)

за освоением каждого месторождения стояла гигантская, беспрецедентная по масштабам, научным и творческим достижениям и, не будет преувеличением сказать, героическая работа нескольких поколений учёных Академии наук СССР, вузов страны, отраслевых институтов Министерства геологии, Министерства нефтяной и Министерства газовой промышленности и многих других министерств и ведомств Советского Союза, инженеров и рабочих из разных отраслей народного хозяйства, врачей и учителей. Решение сверхзадач прогноза, научного обоснования направлений поисков, создания технологий разведки, разработки уникальных газовых месторождений, транспортной инфраструктуры, технологий строительства в сложнейших природно-климатических условиях Арктики было полностью обеспечено отечественной наукой, инженерным кор-

пусом и промышленностью с использованием отечественной техники и отечественного оборудования. Мировая практика в те годы не знала опыта подобной работы и результатов, сравнимых с полученными нашей страной.

Поиски нефти в арктических районах США, на Аляске были начаты только после окончания Второй мировой войны, в 1946 г. [9–12]. Первые небольшие месторождения были открыты на суше на рубеже 1940–1950-х годов: газа (Барроу) – в 1949 г., нефти (Умиат) – в 1950 г. В 1967 и 1969 гг. в регионе были обнаружены уникальное газонефтяное месторождение Прудхо-Бей и крупное Купарук-Ривер. В 1965 г. было открыто и без разведки законсервировано нефтегазовое месторождение Пойнт Томсон, к разведке приступили только в 1977 г. Его запасы оказались гигантски-

ми, составив по газу 3 трлн. м³, по нефти — 400 млн. т. Первое морское месторождение на северном шельфе Аляски Гвидир-Бей было открыто в 1969 г. Самые крупные морские месторождения на этом шельфе — Эндикотт (80 млн. т нефти) и Пойнт МакИнтир (83 млн. т нефти и 17 млрд. м³ газа).

Добыча газа в арктической части Аляски для местных нужд была начата в 1950 г. Уникальное месторождение газа Пойнт Томсон до сих пор не разрабатывается, вопрос о строительстве газопровода также пока не решён. Добыча нефти на месторождении Прудхо-Бей была начата в 1977 г., максимальный объём добычи был достигнут в 1987 г. — 83 млн. т. Нефть транспортируется по Транс-Аляскинскому нефтепроводу длиной 1290 км (сдан в эксплуатацию в 1977 г.) в порт Валдиз на юге Аляски. Добыча нефти на шельфе началась в 1987 г. на месторождении Эндикотт, в настоящее время разрабатывается девять месторождений. Накопленная добыча нефти на континентальной и морской частях бассейна на конец 2014 г. составляет около 2,5 млрд. т.

Приведённые данные показывают, что при несомненных достижениях американских геологов, геофизиков и разработчиков по уровню освоения углеводородных ресурсов Арктики США значительно уступают нашей стране. Более того, не только США, но и другие арктические страны не имеют опыта освоения газовых месторождений, подобных уникальным месторождениям арктических районов Западной Сибири (Медвежье, Уренгойское, Ямбургское, Заполярное, Бованенковское).

При поисках, разведке и вводе в разработку нефтяных и газовых месторождений в Арктике Советский Союз, а затем Россия всегда были первыми благодаря тому, что опирались на собственные науку, технологии, промышленность, а значит, и на отечественные кадры. Сейчас, в условиях очередного витка антироссийских санкций и опасений, которые они вызывают у некоторых экономистов и представителей бизнеса, мы должны особенно гордиться опытом и подвигами наших предшественников, учёных, педагогов высшей школы, инженеров, рабочих всех профессий и тех ветеранов нефтегазового комплекса, которые продолжают трудиться. Убеждён, именно этими соображениями продиктовано решение руководства компании “Роснефть” в канун 70-летия окончания Великой Отечественной войны назвать новое месторождение в Карском море “Победа”.

Ресурсы нефти, природного газа и конденсата, нетрадиционных и трудноизвлекаемых источников углеводородного сырья российского сектора Арктики. Сегодня в мире всеми признано, что нефтегазовые запасы российского сектора Арктики, как

материковой его части, так и акваторий морей Северного Ледовитого океана, уникальны по объёмам и разнообразию. Установление этого факта — результат творчества наших выдающихся учёных-геологов. Крупные исследования по геологии и нефтегазоносности циркумполярного пояса Земли без малого 70 лет проводит Всероссийский научно-исследовательский институт геологии и минеральных ресурсов Мирового океана им. академика И.С. Грамберга (ВНИИОкеангеология, бывший НИИГА). Первые прогнозы огромных ресурсов углеводородов шельфов морей российской Арктики были выполнены академиками А.А. Трофимук и И.С. Грамбергом, а также представителями созданных ими научных коллективов и школ. И.С. Грамберг, в частности, создал стройную концепцию эволюции океанов и нефтегазоносных осадочных бассейнов на их окраинах, которая и сегодня остаётся теоретической базой оценки перспектив нефтегазоносности акватории Северного Ледовитого океана [13]. Под его руководством и при его непосредственном участии были выполнены первые оценки ресурсов углеводородов российского сектора Арктики на суше и на шельфах морей Северного Ледовитого океана [14, 15].

В последние 25 лет Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука (ИНГГ) СО РАН на постоянной основе проводит исследования, выполняя обобщения геолого-геофизических данных по геологии нефти и газа, запасы которых залегают на территории и в акваториях российского сектора Арктики. Исследования выполнялись с привлечением всего арсенала геологических методов — биостратиграфических, литологических, петрофизических, геохимических, нефтегазогеологических, и с использованием новейшей аппаратуры. В ИНГГ СО РАН собран уникальный банк геологической и геофизической информации по арктическим территориям и акваториям, накоплен огромный объём аналитических работ, созданы хранилища керна и уникальной коллекции нефтей.

Реализованные исследования позволили учёным из академических учреждений РАН (ИНГГ СО РАН, Институт проблем нефти и газа (ИПНГ) РАН, Институт проблем нефти и газа СО РАН), МГУ, отраслевых институтов и геолого-разведочных организаций, подведомственных Министерству природных ресурсов РФ (ВНИИОкеангеология, Всероссийский нефтяной научно-исследовательский геологоразведочный институт (ВНИГРИ) и др.), специалистам ОАО “Газпром”, ОАО “Газпромнефть”, ОАО “Роснефть”, ОАО “Новатэк” разработать современные модели геологического строения осадочных бассейнов на всей территории и в акваториях российской Арктики, выполнить и по мере поступления новой информации неоднократно уточнять количе-

Ресурсы углеводородов территорий и акваторий российского сектора Арктики

Локализация	Начальные извлекаемые ресурсы нефти, конденсата, газа попутного и геологические газы свободного				
	Нефть, млрд. т	Газ попутный, млрд. м ³	Газ свободный, трлн. м ³	Конденсат, млн. т	Всего углеводородов, млрд. т
Территории	51.2*	2876.0	94.6	1378.0	150.1
Акватории	19.4	2553.8	107.6	6325.2	135.7
Всего	70.6*	5429.8	202.2	7703.2	286.0

* Без ресурсов баженовской свиты.

ственную оценку перспектив нефтегазоносности [16–21].

Важно отметить циклы работ академиков И.С. Грамберга, Н.Л. Добрецова, Н.П. Лавёрова, В.Е. Хаина, членов-корреспондентов РАН Е.В. Артюшкова, Н.А. Богданова, В.А. Верниковского, Л.И. Лобковского, докторов геолого-минералогических наук Э.В. Шипилова, Н.Ю. Матушкина, Д.В. Метелкина и других [13, 22–28] по реконструкции геологической истории Арктического сектора Земли за последний миллиард лет. Эти работы создают геодинамическую основу для оценки перспектив нефтегазоносности Арктики, включая акваторию Северного Ледовитого океана. Кроме того, они будут играть важную роль при обосновании в рамках международного права внешней границы континентального шельфа России в Северном Ледовитом океане.

Сводная оценка перспектив нефтегазоносности территорий и акваторий российской Арктики, выполненная специалистами ИНГГ СО РАН, ВНИИОкеангеологии, Всероссийского научно-исследовательского геологического нефтяного института (ВНИГНИ), ВНИГРИ, МГУ, ИПНГ СО РАН [25–27], приведена в таблице. Из неё видно, что, согласно прогнозу, начальные ресурсы нефти арктических территорий выше, чем акваторий, а ресурсы газа территорий и акваторий различаются незначительно. Учитывая малую геолого-геофизическую изученность акваторий восточных регионов России, можно ожидать уточнение оценки ресурсов по мере поступления новой информации. В частности, нельзя исключать, что нефтяные ресурсы российского сектора акваторий Северного Ледовитого океана могут значительно превысить установленные на сегодня величины. По имеющимся оценкам, существенно более половины ресурсов углеводородов акваторий сосредоточено в западной части российской Арктики, в Баренцевом и Карском морях. В любом случае, очевидно, что по ресурсам нефти и газа Циркумполярный арктический бассейн и, в первую очередь, его российский сектор сопоставимы с такими уникальными нефтегазонасными бассейнами, как бассейн Ближнего Востока и Западно-Сибирский.

Приоритетные направления работ в Арктике по поиску, разведке и добыче углеводородов. В ближайшие годы российский сектор Арктики продолжит играть ведущую роль в добыче газа, а в добыче нефти его роль будет возрастать [29, 30]. Главной газовой базой страны, несомненно, останется Ямало-Ненецкий автономный округ, при этом добыча уже начала смещаться на полуостров Ямал (Бованенковское, в перспективе – Харасовейское, группа Тамбейских и другие месторождения). В Надым-Пурском регионе ЯНАО будет расти добыча жирного газа. Однако в условиях обострения конкуренции между поставщиками газа на мировые рынки нужно осторожно и с обязательным учётом всех рисков приступать к освоению и вводу в разработку новых газовых регионов.

Добыча нефти в Архангельской области, на севере Западной Сибири, в ЯНАО и Красноярском крае в условиях истощения зрелых месторождений региона должна возрасти, сырьевая база для этого создана. В Архангельской области при наличии спроса на нефть и инвестиций она в 2020-е годы может достигнуть 22–25 млн. т в год. В Республике Коми нефтяная компания “Лукойл” планируют увеличить добычу на старейшем в регионе Ярегском месторождении. Добыча нефти на этом месторождении ведётся уже 80 лет и суммарно превысила 20 млн. т. В разные годы специалисты компании оценивали перспективный уровень добычи нефти на месторождении от 2–3 до 5–6 млн. т в год. Проходит апробацию новая технология разработки, которая позволит довести коэффициент извлечения нефти до 0.85. Объём строительства горных выработок в ближайшие 2–3 года планируется увеличить в 1.3 раза, бурения – в 1.2 раза. Для транспорта тяжёлой вязкой ярегской нефти компании “Транснефть” и “Лукойл” построили первую очередь нефтепровода “Ярега–Ухта” длиной 38 км. Её пропускная способность 1 млн. т нефти в год. Таким образом, благодаря внедряемым инновационным технологическим решениям открываются новые возможности эксплуатации старейшего в истории арктической нефтяной промышленности Ярегского месторождения.

Сегодня можно выделить три новых растущих центра добычи нефти на севере Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. Первый должен быть сформирован вдоль трассы нефтепровода “Заполярье–Пурпе” в ЯНАО, что делает крайне важным скорейшее завершение его строительства, которое эффективно ведётся ОАО “Транснефть”. Ввод в разработку открытых месторождений, располагающихся вблизи трассы нефтепровода, позволит увеличить добычу нефти в ЯНАО на 40–50 млн. т. Необходимо синхронизировать по времени строительство нефтепровода и подготовку к разработке месторождений вдоль его трассы. Особого внимания требует вопрос о добыче, транспорте и переработке тяжёлых вязких нефтей из залежей в сеномане (Русское и др. месторождения). Эти нефти могут оказаться прекрасным сырьём для производства арктических масел, дорожных битумов, для бальнеологических целей и пр.

Второй перспективный центр нефтедобычи формируется в ЯНАО, на базе Новопортовского месторождения. В будущем к этому узлу может быть подключено Ростовцевское месторождение.

База третьего центра уже создана — это введённое в разработку нефтяной компанией “Роснефть” гигантское Ванкорское месторождение на северо-западе Красноярского края. Нужно ускорить завершение разведки и ввод в разработку Тагульского, Сузунского и Лодочного месторождений, расположенных в непосредственной близости от Ванкорского. Тогда этот район на протяжении длительного периода будет устойчиво обеспечивать добычу объёмом около 30 млн. т нефти в год.

Первоочередной задачей геолого-разведочных работ в акватории морей Северного Ледовитого океана должны стать проведение региональных и организация систематических поисковых работ. В западных регионах арктического шельфа, где объём региональных геофизических работ достаточен, необходимо создать и выполнять программу параметрического бурения. То же касается шельфов арктических морей Восточной Сибири и Дальнего Востока, и компания “Роснефть” уже сегодня целенаправленно и последовательно переходит к параметрическому бурению. В Чукотском море в 2013–2014 гг. проведены гравиметрическая и магниторазведка на площади 440 тыс. км². Разработана программа проведения сейсморазведочных работ МОГТ 2D в Восточно-Сибирском море, предусматривающая выполнение сейсморазведочных профилей общей длиной 10 тыс. км. В 2014 г., несмотря на сложную ледовую обстановку, было выполнено 2 тыс. км сейсморазведочных работ МОГТ 2D. Одновременно вдоль профилей проводятся гравиметрические, магни-

тометрические и геохимические исследования. Начаты региональные сейсморазведочные работы в море Лаптевых.

В ряде случаев следует проводить разведочные работы и приступать к разработке месторождений. В США и Норвегии деятельность в этом направлении уже ведётся. Начата она и в России. Так, компания “Новатек” с 2003 г. разрабатывает крупное Юрхаровское месторождение на Тазовском полуострове. Западная часть месторождения находится на суше, а суммарно большие по размерам центральная и восточная части — в Тазовской губе. С суши месторождение разрабатывается горизонтальными скважинами. На месторождении открыты и разведаны 1 газовая, 19 газоконденсатных и 3 нефтегазоконденсатные залежи. В настоящее время годовая добыча на месторождении превышает 1 млрд. м³, а к 2016 г. добыча газа, по прогнозам, должна составить 6 млрд. м³ в год.

Компания “Газпромнефть” в 2014 г. приступила к разработке в Печорском море месторождения Приразломное и проводит разведку крупного Долгинского нефтяного месторождения, расположенного в 110 км от материкового берега. На этом месторождении, открытом в 1999 г., выполнен большой объём сейсморазведочных работ — 11 тыс. км сейсморазведки 2D и 1,6 тыс. км² сейсморазведки 3D, пробурено три разведочных скважины.

Значительные запасы нефти и газа акваторий российского сектора шельфов морей Северного Ледовитого океана понадобятся России как для обеспечения внутреннего потребления, так и для выполнения международных обязательств по глобальному энергетическому обеспечению не ранее второй половины XXI в. Но готовить ресурсную и технологическую базу для этого нужно начинать уже сегодня. Можно с удовлетворением констатировать, что компании “Роснефть”, “Газпром”, “Газпромнефть”, “Новатэк” эффективно работают по всем определённым выше направлениям, а ОАО “Лукойл” инновационными технологическими решениями даёт новую жизнь старейшине нефтяной промышленности в Арктике — Ярегскому месторождению.

Роль Арктики в развитии российской нефтегазохимии. Крайне важным является вопрос, связанный с необходимостью развития в Арктике переработки углеводородного сырья: должна ли Арктика оставаться только сырьевой базой российской и глобальной энергетики? Располагая в арктических районах Западной Сибири уникальной сырьевой базой для развития нефтегазохимии, Россия не имеет крупных систем сбора и транспорта углеводородных газов C₂–C₄, обладает неоптимальными по используемому сырью (нафта вместо углеводородных газов C₂–C₄) нефтегазохи-

мическими производствами, малыми мощностями и ограниченным по конечному сырью набором таких производств. По этой причине значительная часть сырья сжигается, что наносит вред окружающей среде и приводит к огромным экономическим потерям, а продукция нефтехимии импортируется из-за рубежа. Как тут не вспомнить мудрые слова Д.И. Менделеева: «Нефть — не топливо. Топить можно и ассигнациями».

В ЯНАО, где добывается огромное количество жирного газа, мощности для его переработки и системы транспортировки не созданы, потери ценнейшего сырья (этан, пропан, бутаны) только в последние годы достигают 10–11 млн. т в год, что в денежном эквиваленте приближается к десяткам и даже сотням миллиардов долларов. Это не популистское утверждение, а констатация национальной трагедии, особенно чудовищной в условиях, когда правительственные структуры и бизнес постоянно говорят о замедлении экономического роста из-за отсутствия инвестиций.

В этой связи мне кажется вполне уместным напомнить слова Президента РФ, прозвучавшие в его Обращении к Федеральному собранию РФ 4 декабря 2014 г.: «Мы должны понять, что наше развитие зависит прежде всего от нас самих. Мы добьёмся успеха, если сами заработаем своё благополучие и процветание, а не будем уповать на удачное стечение обстоятельств или внешнюю конъюнктуру, если справимся с неорганизованностью и безответственностью, с привычкой “закапывать в бумагах” исполнение принятых решений. Хочу, чтобы все понимали: в нынешних условиях это не просто тормоз на пути развития России, это прямая угроза её безопасности» [31].

В течение последних 15–20 лет ИНГГ им. А.А. Трофимука СО РАН неоднократно поднимал проблему сжигания ценнейших попутных продуктов газодобычи на месторождениях в ЯНАО, но мы не были услышаны ни государственными структурами, ни бизнесом. Перечень задач, которые необходимо решить в кратчайшие сроки, выглядит следующим образом:

- законодательно запретить добычу жирного газа в ЯНАО при отсутствии мощностей для его переработки и транспорта продуктов переработки;
- создать в ЯНАО производственные мощности для переработки 150–180 млрд. м³ жирного газа в год;
- запретить, подобно тому, как это делается по многим видам сырья в США, экспорт углеводородных газов C₂–C₄;
- создать систему транспорта продуктов переработки жирного газа (широкая фракция лёгких углеводородов — ШФЛУ, этан, пропан-бутановая фракция) в районы с развитой нефтегазохимией —

в Башкортостан, Татарстан и, возможно, на северо-запад России;

- резко увеличить мощности пиролизных производств в районах развития нефтегазохимии;
- завершить строительство Новоуренгойского газохимического комплекса, приступить к проектированию и реализации второй очереди комплекса;
- коренным образом переработать и актуализировать программу развития нефтегазохимии.

Опыт крупнейших газодобывающих регионов (США, Канада, Катар, Иран, Саудовская Аравия и др.) показывает целесообразность размещения предприятий по переработке газа и нефтегазохимических производств в максимальной близости к местам добычи сырья. Необходимо предусмотреть и последовательно реализовать диверсификацию экономики ЯНАО в этом направлении. Также целесообразно на месте организовать переработку тяжёлых вязких нефтей.

Создаётся впечатление, что в государственных и бизнес-структурах, ответственных за принятие решений, по-прежнему преобладает точка зрения, пропагандировавшаяся в 1990-е годы некоторыми плохо знающими жизнь экономистами. Согласно ей, в Арктике нельзя ни жить, ни работать, а значит, не имеет смысла развивать там производство. Однако жизнь выбирает другие сценарии. Это становится очевидным из простого сравнения демографических показателей ЯНАО и регионов средней полосы России.

Наша страна имеет все возможности, опираясь на имеющееся в ЯНАО сырьё, стать крупнейшим производителем нефтегазохимической продукции, превратившись в стабильного поставщика как на внутреннем, так и в перспективе на внешнем рынке. Это и есть прямой путь к росту ВВП, одно из главных направлений преодоления стагнации нашей экономики и перехода от сырьевой к инновационной экономике. Государство должно направлять инвестиции не в банковский, а в реальный сектор, в частности на развитие нефтегазохимии. Ещё раз повторю слова В.В. Путина: «Мы должны понять, что наше развитие зависит прежде всего от нас самих. Мы добьёмся успеха, если сами заработаем своё благополучие и процветание!»

Следует отметить, что Китай, импортируя сырьё, одновременно развивает нефтегазохимическую промышленность, он вышел сегодня на второе место в мире по производству продукции нефтегазохимии. Коммунисты в Китае и шейхи на Ближнем Востоке понимают, как, опираясь на уникальное сырьё, диверсифицировать экономику, превратить её из сырьевой в инновационную, и не жалеют инвестиций. Почему же российские власти и предпринимательское сообщество этого не понимают?! Не просто огорчает, но и возмущает

ет, что Россия, в избытке располагая ценнейшим сырьём, сжигает его, а в перспективе предполагает не перерабатывать, а экспортировать (проект “Хорда”).

Так продолжаться не может, и Академия наук должна подключиться к решению проблемы развития нефтегазохимической промышленности, поставив перед собой в качестве первоочередной задачу создания технологий, оборудования, катализаторов для нефтегазохимии нового поколения.

Развитие систем транспорта. Северный морской путь как основа транспортировки углеводородного сырья в российском секторе Арктики. Развитие экономики арктических регионов России должно обеспечиваться совершенствованием систем транспорта. В этой связи важное значение приобретает восстановление утраченных в 1990-е и 2000-е годы средств коммуникации. В районах с развитой экономикой, какими становятся Архангельская область, Республика Коми, ЯНАО, северо-запад Красноярского края, следует разработать государственную программу и последовательно развивать автодорожное и железнодорожное строительство, создавать портовую инфраструктуру и ледокольный флот нового поколения. Главным направлением развития транспортной системы Арктики должно стать крупномасштабное освоение Северного морского пути, строительство по всей его трассе портов и причалов.

В наибольшей степени ориентированные на инновационное развитие нефтегазовые компании уже движутся в этом направлении. Так, ОАО “Лукойл” транспортирует нефть, добываемую в Архангельской области, через терминалы Варандей и Восточно-Колгуевский. Компания “Газпромнефть” планирует транспортировать нефть, добываемую на Новопортовском месторождении, в Европу морским путём через терминал, который будет построен к концу 2015 г. в Обской губе на мысе Каменный. От месторождения до терминала будет проложен нефтепровод длиной 100 км. Мощность транспортного комплекса составит 8,5 млн. т нефти в год. Морем будет транспортироваться также нефть с месторождения Приразломное в Печорском море.

Самый крупный проект реализует нефтяная компания “Новатэк”. Для транспорта газа и конденсата с Южно-Тамбейского месторождения она строит на берегу Обской губы завод по сжижению газа “Ямал СПГ” и порт Сабетта. Через этот порт планируется организовать транспортировку газа, нефти и газового конденсата по Северному морскому пути в страны Западной Европы, Северной и Южной Америки и в Азиатско-Тихоокеанский регион. Строительство, согласно проекту, должно вестись с 2012 по 2017 г. Кроме этого, в районе завода и морского порта возводится арктический аэропорт международного

класса. Он будет принимать самолёты всех типов, включая тяжёлые транспортные самолёты. В планы включено также строительство ведущей в Сабетту железнодорожной линии. В дальнейшем по Северному морскому пути можно будет осуществлять транспорт углеводородов из низовьев Енисея через порт Дудинка, а также из районов в низовьях р. Лена через Тикси.

Технологические возможности и этапы освоения уникальных ресурсов углеводородного сырья акваторий Северного Ледовитого океана. В российских и зарубежных средствах массовой информации раздаются призывы заморозить работы на российских шельфах морей Северного Ледовитого океана. При этом называется ряд причин.

Во-первых, указывается на то, что Россия в достаточной мере обеспечена ресурсами углеводородов, находящимися за пределами российского сектора Арктики, из чего следует нецелесообразность финансирования арктических нефтегазовых разработок.

Во-вторых, утверждается, что оценки арктических ресурсов газа и особенно нефти, сильно преувеличены, их называют эйфорией, призывают не верить в возможность в долгосрочной перспективе покрыть потребности России в углеводородах за счёт разработки арктического шельфа. Примечательно, что точно так же, с использованием очень похожих аргументов в 1950-е и даже ещё в 1970-е годы пытались дискредитировать западно-сибирский проект.

В-третьих, широко обсуждается тема санкций, введение которых ограничивает источники финансирования, обращается внимание на обусловленный теми же геополитическими факторами уход из арктических проектов западно-европейских и американских компаний и на отсутствие у России технологий для выполнения буровых работ и транспорта углеводородов на арктических шельфах Арктики.

Все перечисленные аргументы, по моему мнению, приводят люди, плохо знающие историю и практику освоения новых нефтегазоносных провинций. Напомню хорошо известные истины. Подготовка освоения новых нефтегазоносных провинций длится многие годы и даже десятилетия. Поиски нефти в Западной Сибири начались в 1930-е годы, были возобновлены после Великой Отечественной войны. Добычу нефти смогли организовать только в середине 1960-х годов, арктического газа — в начале 1970-х. Вместе с тем наладить добычу углеводородов в Северном Ледовитом океане будет сложнее, чем в Западной Сибири, а значит, и времени потребует больше. Если мы не приступим к освоению своевременно, не подготовим инфраструктуру, не создадим необходимые технологии и оборудование, то окажемся не готовы к масштабным работам, когда для них придёт время. Практика показывает, что

фактор времени в постсоветской России учитывается плохо.

После Великой Отечественной войны наша страна нашла средства для восстановления народного хозяйства и одновременно для поисков и разведки месторождений нефти и газа во многих регионах, для поисков алмазов, для реализации атомного и космического проектов, для строительства гидроэлектростанций и пр. Неужели сейчас обстановка сложнее, а экономика слабее, чем в 1945–1948 гг.? Что касается санкций, то они реализовывались против нашей страны и в те годы.

Оборудования и технологий для поисков, разведки и добычи нефти и газа в условиях развития многолетних льдов нет сегодня ни у одного государства, такие технологии нужно создавать. И делать это должны мы – учёные и инженеры. Такая работа не исключает возможности взаимодействия с другими странами, но именно взаимодействия, а не зависимости.

Выше было показано, что с 30-х годов XX в. Советский Союз, а затем Россия были пионерами в освоении Арктики и её минерального сырья. Приведу несколько ярких примеров, показывающих нынешний потенциал российской науки, позволяющий нашей стране создавать новые прорывные технологии для освоения Арктики.

Первый пример – российский Атомный ледокольный флот, не имеющий аналогов в мире. Напомню историю этого блистательного проекта. Решение о строительстве первого в мире атомного ледокола “Ленин” было принято Советом министров СССР по предложению академиков И.В. Курчатова и А.П. Александрова 20 ноября 1953 г. Проект атомохода был разработан в ЦКБ-15 (ныне ЦКБ “Айсберг”) в 1953–1955 гг. Главным конструктором проекта был назначен В.И. Негазов, руководителем проекта атомной установки стал И.И. Африкантов, научным руководителем проекта – академик А.П. Александров. Для корпуса ледокола в институте “Прометей” были разработаны специальные марки стали. Строительство ледокола завершилось в 1959 г.

На основании опыта создания и эксплуатации ледокола “Ленин” в дальнейшем были созданы ледоколы “Арктика” (1975), “Сибирь” (1978), “Россия” (1985), “Севморпуть” (1988), “Советский Союз” (1989), “Таймыр” (1989), “Вайгач” (1990), “Ямал” (1993), “50 лет Победы” (2007). Большая часть кораблей атомного ледокольного флота была построена на Балтийском заводе в Ленинграде. Атомный ледокольный флот незаменим при освоении зон Арктики с круглогодичным ледовым покрытием и при круглогодичном использовании Северного морского пути.

Вторым, не менее убедительным, относящимся к достижениям последних лет доказательством технологических возможностей России является

создание морской ледостойкой стационарной нефтедобывающей платформы (МЛСП) “Приразломная”, построенной ОАО ПО “Севмаш” специально для разработки нефтяных месторождений. На ней можно осуществлять все необходимые технологические операции:

- бурение добывающих и нагнетательных скважин;
- добычу нефти, попутного газа, закачку воды в пласт;
- подготовку добытой нефти и газа;
- временное хранение товарной нефти;
- отгрузку товарной нефти на челночные танкеры.

В соответствии с условиями работы на шельфах арктических морей платформа “Приразломная” позволяет вести добычу углеводородов на арктическом шельфе со стационарной платформой в сложных условиях дрейфующих ледовых полей, в экстремальных природно-климатических условиях, отвечает самым жёстким требованиям безопасности и способна выдержать максимальные ледовые нагрузки. В элементах конструкции платформы, защищающих её от воздействия волн и движущихся льдов, низких температур, высокой влажности, были использованы специальные стали, сплавы, лакокрасочные покрытия, системы катодной и анодной защиты.

Платформа оснащена системами, которые гарантируют безопасные условия выполнения производственных процессов, труда и отдыха обслуживающих её инженеров и рабочих, средствами спасения находящихся на платформе людей при возникновении чрезвычайных ситуаций. Кроме того, полностью обеспечивается экологически надёжное ведение работ, все промышленные и бытовые отходы складываются в специальных ёмкостях и перевозятся на берег для утилизации в соответствии с действующими экологическими требованиями. Работа на платформе может продолжительное время вестись в автономном режиме, здесь созданы все условия для круглогодичной эксплуатации. Это первая подобная МЛСП в мире, её создание – огромная заслуга ОАО “Газпром”, ОАО ПО “Севмаш” и лично академика Е.П. Велихова как инициатора проекта.

Третий пример технологических возможностей нашей страны и их успешной реализации – пионерский проект встречного термогравитационного дренирования пласта, реализованный ОАО “Лукойл” на Ярегском месторождении. Благодаря этому стало возможным увеличить нефтеотдачу тяжёлых нефтей на Ярегском месторождении до 70–85%. К числу свидетельств научно-технического потенциала нашей страны относятся разработка и практика внедрения новых технологий, осуществляемые ОАО “Новатэк” и “Газпром-нефть” на Ямале.

Принимая во внимание, что спрос на углеводородные ресурсы Арктики со стороны России и всего мира, как уже было отмечено выше, обострится во второй половине XXI в., последовательность работ по их освоению, по моему мнению, должна выглядеть следующим образом:

- 2015–2030 гг.: продолжение работ на суше, региональные работы на шельфах морей Северного Ледовитого океана, выбор первоочередных объектов, поисковые работы в районах, где имеются необходимые технологии и оборудование. Требуется выполнить крупномасштабные научные исследования, направленные на создание оборудования и технологий поиска, разведки и разработки месторождений углеводородов на шельфах арктических морей, в зонах круглогодичных льдов и пр. Понятно, что соответствующее оборудование и технологии должны удовлетворять самым высоким экологическим требованиям. Необходимо подготовить и реализовать развёрнутую программу таких работ, и это, как я полагаю, является задачей Академии наук;

- 2030–2040 гг.: апробация и доведение до необходимого уровня оборудования и технологий поиска, разведки и разработки месторождений углеводородов в условиях Арктики, организация поисковых работ в первоочередных зонах;

- 2040–2050 гг.: создание сырьевых баз новых центров добычи, подготовки и транспорта нефти и газа, развитие необходимой инфраструктуры.

Если реализация хотя бы одного из перечисленных этапов затянется дольше указанных сроков, Россия обречена на неудачу в конкурентной борьбе за освоение природных богатств Арктики, что может поставить под угрозу национальную безопасность нашей страны.

* * *

В заключение хочу ещё раз процитировать слова В.В. Путина: “Впереди время сложное, напряжённое, и многое зависит от каждого из нас на своём рабочем месте. Так называемые санкции и внешние ограничения — это стимул для более эффективного, ускоренного достижения поставленных целей. Нам многое нужно сделать. Создать новые технологии и конкурентную продукцию. Сформировать дополнительный запас прочности в промышленности, в финансовой системе, в подготовке современных кадров. Для этого у нас есть ёмкий внутренний рынок и природные ресурсы, капиталы и научные заделы. Есть талантливые, умные, трудолюбивые люди, способные быстро учиться новому” [31].

Со времени первопроходцев Арктики хорошо известно, что она покоряется только сильным людям, имеющим цель и идущим к ней, несмотря ни на что и вопреки всему. В течение большей части XX в. наша страна была пионером и бесспор-

ным лидером освоения Арктики. Так должно оставаться и впредь. Я не верю, что 25 лет, пока российская экономика развивалась по схеме “правoliberalных” реформаторов, в соответствии с которой всё, включая мозги, можно купить на нефтедоллары, окончательно разрушили лучшие качества российской нации, её креативность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Большая нефть Тимано-Печоры: [нефтяная промышленность Республики Коми, 1929–2009] / Ред.-сост. Мельникова Н.В. Сыктывкар: Коми республиканская типография, 2009.
2. Грамберг И.С. Геохимические исследования как один из методов поисков генетических признаков нефтематеринских толщ (на примере Арктических районов СССР) // Нефтегазоносность Севера Сибири. Труды института геологии Арктики. Вып. 92. Л., 1958.
3. Нефть и газ Тюмени в документах. Вып. 1–3. Свердловск: Свердловское Средне-Уральское кн. изд-во, 1971–1979.
4. Гурари Ф.К., Конторович А.Э. Н.Н. Ростовцев — штурман Западно-Сибирского нефтегазового океана // Из истории отечественной геологии нефти и газа. Новосибирск: Изд-во СО РАН, НИЦ ОИГГМ, 1998.
5. Конторович А.Э., Нестеров И.И., Салманов Ф.К. и др. Геология нефти и газа Западной Сибири. М.: Недра, 1975.
6. Борисов А.В., Винниковский В.С., Таныгин И.А., Федоровский Ю.Ф. Шельф Баренцева и Карского морей — новая крупная сырьевая база России (особенности строения, основные направления дальнейших работ) // Геология нефти и газа. 1995. № 1.
7. Грамберг И.С., Супруненко О.И., Шипелькевич Ю.В. Штокмановско-Лунинская мегаседловина — высокоперспективный тип структур Баренцево-Карской плиты // Геология нефти и газа. 2001. № 1.
8. Шипилов Э.В., Мурзин Р.Р. Месторождения углеводородного сырья западной части российского шельфа Арктики: геология и закономерности размещения // Геология нефти и газа. 2001. № 4.
9. Alaska Oil and Gas Report, May 2006. Anchorage: Alaska Department of Natural Resources Division of Oil & Gas, 2006.
10. Grantz A., Hart P.E. Petroleum prospectivity of Canada Basin, Arctic ocean // Marine and Petroleum Geology. 2012. V. 30. P. 126–143.
11. Arctic petroleum geology / Ed. by Spencer A.M., Embury A.F., Gautier D.L., Stoupakova A.V. and Sorensen K. Geological Society Memoir № 35. London: Geological Society, 2011.
12. Богоявленский В.И., Богоявленский И.В. Поиски, разведка и освоение месторождений нефти и газа на шельфе Арктики // Бурение и нефть. 2011. № 7–8.
13. Грамберг И.С. Осадочные бассейны континентальных окраин Мирового океана (время становления,

- стадии развития, масштаб нефтегазоносности) // Доклады АН. 1998. Т. 362. С. 525–529.
14. Грамберг И.С., Супруненко О.И. Перспективы поисков месторождений-гигантов нефти и газа на арктических шельфах России // Междунар. симпоз. “Топливо-энергетические ресурсы России и других стран СНГ”. 24–26 апреля, 1995 г. СПб.: Издание Санкт-Петербургского горного института (технического университета), 1995.
 15. Григоренко Ю.Н., Мирчинк И.М., Савченко В.И. и др. Углеводородный потенциал континентального шельфа России: состояние и проблемы освоения // Минеральные ресурсы российского шельфа (спецвыпуск журнала “Минеральные ресурсы России. Экономика и управление”). М., 2006.
 16. Конторович А.Э., Энов М.И., Бурштейн Л.М. и др. Геология, ресурсы углеводородов шельфов арктических морей России и перспективы их освоения // Геология и геофизика. 2010. № 1.
 17. Kontorovich A.E., Burshtein L.M., Kaminsky V.D. et al. The potential for hydrocarbon resource development on the Russian Arctic Ocean Shelf // Arctic petroleum geology / Ed. by Spencer A.M., Embry A.F., Gautier D.L., Stoupakova A.V. and Sorensen K. Geological Society Memoir № 35. London: Geological Society, 2011.
 18. Stoupakova A.V. Russian Western Arctic Basins and their Hydrocarbon Prospectivity. AAPG Datapages / Search and Discovery. Online Journal for E&P Geoscientists. 2013. <http://www.searchanddiscovery.com/>
 19. Конторович А.Э., Конторович В.А., Губин И.А. и др. Структурно-тектоническая характеристика и модель геологического строения неопротерозойско-фанерозойских отложений Анабаро-Ленской зоны // Геология и геофизика. 2013. № 8.
 20. Ступакова А.В., Бордунов С.И., Сауткин Р.С. и др. Нефтегазоносные бассейны российской Арктики // Геология нефти и газа. 2013. № 3.
 21. Грамберг И.С., Кулаков Ю.Н., Погребницкий Ю.Е., Сороков Д.С. Арктический нефтегазоносный супербассейн // Нефтегазоносность Мирового океана: сб. науч. трудов. Л.: Издание ПГО “Севморгеология”, 1984.
 22. Богданов Н.А., Хаин В.Е., Шипилов Э.В. Раннемезозойская геодинамика Баренцево-Карского региона // Доклады АН. 1997. № 4.
 23. Артюшков Е.В., Беляев И.В., Казанин Г.С. и др. Механизмы образования сверхглубоких прогибов: Северо-Баренцевская впадина. Перспективы нефтегазоносности // Геология и геофизика. 2013. Т. 54. С. 821–846.
 24. Верниковский В.А., Добрецов Н.Л., Метелкин Д.В. и др. Проблемы тектоники и тектонической эволюции Арктики // Геология и геофизика. 2013. № 8.
 25. Добрецов Н.Л., Верниковский В.А., Карякин Ю.В. и др. Мезозойско-кайнозойский вулканизм и этапы геодинамической эволюции Центральной и Восточной Арктики // Геология и геофизика. 2013. № 8.
 26. Лавёров Н.П., Лобковский Л.И., Кононов М.В. и др. Геодинамическая модель тектонического развития Арктики в мезозое и кайнозое и проблема внешней границы континентального шельфа России // Геотектоника. 2013. № 1.
 27. Metelkin D.V., Vernikovskiy V.A., Matushkin N.Yu. Arc-tida between Rodinia and Pangea // Precambrian Research. 2015. V. 259. P. 114–129.
 28. Шипилов Э.В. Позднемезозойский магматизм и кайнозойские тектонические деформации баренцевоморской континентальной окраины: влияние на распределение углеводородного потенциала // Геотектоника. 2015. № 1.
 29. Конторович А.Э., Сулов В.И., Брехунцов А.М. и др. Стратегия социально-экономического развития Ямало-Ненецкого автономного округа // Регион: экономика и социология. 2003. № 3.
 30. Лавёров Н.П., Дмитриевский А.Н., Богоявленский В.И. Фундаментальные аспекты освоения нефтегазовых ресурсов арктического шельфа России // Арктика: экология и экономика. 2011. № 1.
 31. Послание Президента Федеральному собранию 4 декабря 2014 года. <http://www.kremlin.ru/transcripts/47173#>

НАУЧНАЯ СЕССИЯ ОБЩЕГО СОБРАНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

DOI: 10.7868/S0869587315060031

СТРАТЕГИЧЕСКИЕ МИНЕРАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ
РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ

ДОКЛАД АКАДЕМИКА Н.С. БОРТНИКОВА

Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН
bns@igem.ru

Минерально-сырьевые ресурсы необходимы каждой стране для обеспечения её жизнедеятельности. В экономике России минерально-сырьевая база играет особую роль, поскольку поступления от недропользования, в основном от добычи и экспорта углеводородов, составляют не менее 42% доходов федерального бюджета. От себестоимости, количества и качества извлекаемого из недр минерального сырья во многом зависит роль нашей страны в глобальной экономике и геополитике. Значение металлов, залежи которых расположены на территории России, определяется, скорее, не вкладом в бюджет от их продажи, а ролью в обеспечении оборонной промышленности, поддержании и дальнейшем повышении уровня жизни. Всё это требует совершенствования современных высоких технологий.

Начиная с Железного века развитие нашей цивилизации во многом обуславливалось использованием металлов, в том числе в процессе создания новых материалов. Несмотря на то, что сегодня серьёзную конкуренцию металлам составляют органические и органо-металлические синтетические материалы (например, пластмассы, графит, силиконовые и композитные материалы), ситуация, по крайней мере, в обозримом будущем кардинально не изменится. Более того, благодаря повышению спроса на металлы их производство каждые 20–25 лет увеличивается вдвое. Так, совокупная добыча меди за всю историю вплоть до 2012 г. составляет, по оценкам экспертов, 611 млн. т, а спрос в период с 2013 по 2037 г. прогнозируется на уровне 620–680 млн. т [1], то есть за предстоящие 25 лет предполагается произвести такое же количество меди, которое было произведено за всю предыдущую историю.

Научно-технический прогресс и развитие высоких технологий приводят к быстрому росту числа металлов, используемых в различных секторах промышленности. Если в 1980–1990-е годы для изготовления компьютерного микрочипа было достаточно 20 металлов, то для изготовления современного изделия требуется уже 60. Сравни-

мое количество необходимо для производства новейшего медицинского оборудования. При этом важно, что среди металлов, используемых в производстве высокотехнологичной продукции, значительную роль играют рассеянные металлы (индий, германий, теллур, галлий и др.). Они, как правило, не образуют собственных рудных месторождений — скоплений металлов, добыча и извлечение которых из недр Земли при существующих технологиях рентабельна и даёт прибыль, а извлекаются как попутные при переработке руд основного сырья. Например, германий и индий извлекаются преимущественно при переработке цинковых (сфалеритовых) руд. Даже такой металл, как серебро, добывается главным образом в качестве попутного продукта горнодобывающих работ. Поэтому производство рассеянных металлов зависит от рентабельности добычи основных компонентов. Как только производство последних становится нерентабельным, выработка прекращается, а значит, останавливается и добыча попутных рудных компонентов.

Помимо набирающего обороты роста потребления и вовлечения в индустрию редких или труднодобываемых металлов, современное состояние мировой минерально-сырьевой отрасли характеризуется монополизацией рынка высокотехнологичного сырья. Приведу несколько примеров. Бразилия поставяет 92% ниобия, США — 90% бериллия, Китай — 98% тяжёлых редкоземельных металлов (РЗМ), 87% лёгких РЗМ и сурьмы, 85% вольфрама, Конго — 56% кобальта. ЮАР и Россия в совокупности обеспечивают 88% рынка металлов платиновой группы (МПГ) — 61% и 27% соответственно, ещё две страны — Чили и Австралия — покрывают 70% рынка лития (48% и 22% соответственно) [2]. Все перечисленные металлы играют ключевую роль в производстве высокотехнологичных товаров.

Возникает вопрос: возможно ли в сложившихся условиях обеспечить потребности общества за счёт продолжения разработки разведанных месторождений полезных ископаемых и прогнози-

руемого обнаружения новых? Недавно был выполнен анализ открытий месторождений во второй половине XX и первом десятилетии XXI в. [1]. Оказалось, что с 1950 по 2000 г. число открываемых месторождений росло, хотя в течение всего этого времени наблюдались спады и подъёмы. Каждый год открывалось 20–30 экономически рентабельных месторождений, то есть месторождений с запасами, оцениваемыми для меди в более чем 1 млн. т, для золота — более чем в 1 млн. унц., для никеля — более 100 тыс. т, для оксида урана (VI) — диурана (V) U_3O_8 — более 25 тыс. т. (в 1980-е годы основная доля (60–80%) приходилась на месторождения золота). В 2000-е годы, несмотря на увеличение инвестиций в геолого-разведочные работы, число открытий уменьшилось до 10–20 месторождений в год. Отсюда следует, что перспективы, по крайней мере сравнительно лёгкого обнаружения новых месторождений, значительно сократились.

Осознание значимости природных минеральных ресурсов для обеспечения национальной безопасности побудило правительства ряда стран приступить к разработке концепции стратегических и/или критических минералов. К стратегическому минеральному сырью относят виды, составляющие основу ведущих высокотехнологичных отраслей производства, обеспечивающих оборонную и экономическую безопасность любого государства, которые отсутствуют или не перерабатываются в стране в необходимых количествах и резервы которых недостаточны для удовлетворения производства в военное время или существенно зависят от закупок сырья за рубежом. В 1996 г. постановлением Правительства РФ к стратегическим металлам были отнесены уран, марганец, хром, медь, никель, свинец, молибден, вольфрам, олово, циркон, тантал, ниобий, кобальт, скандий, бериллий, сурьма, литий, германий, рений, тяжёлые РЗМ, золото, серебро, МПГ, титан, алмазы, бокситы и пьезокварц. В США концепция “критических минералов” активно разрабатывается с 2006 г. [3].

Критические и стратегические минеральные ресурсы различаются, хотя чёткой границы между этими двумя группами нет. К стратегическим ресурсам относят те, которые используются при производстве вооружения, а к критическим — необходимые для получения экологически чистой энергии [4, 5]. В ЕС, Великобритании и Австралии обычно используют концепцию критических минералов, а отнесение тех или иных минералов к критическим определяется состоянием национальных резервов, экономической значимостью и рисками, связанными с добычей и поставками [6, 7].

Таким образом, в развитых странах проявляют озабоченность по поводу зависимости обеспечения уровня жизни и национальной безопасности

от состояния национальной минерально-сырьевой отрасли и осуществляют её постоянный мониторинг. Посмотрим с этой точки зрения на российскую Арктику.

В недрах арктических территорий нашей страны сосредоточено значительное разнообразие генетических типов месторождений, образовавшихся в разное время, начиная приблизительно с 2.5 млрд. лет назад, в разных геодинамических и геологических обстановках. К ним относятся:

- магматические медно-никелевые месторождения с МПГ в расслоенных интрузивах основных-ультраосновных пород;
- магматические месторождения редкоземельных элементов в щелочных массивах и карбонатах;
- месторождения алмазов в кимберлитовых трубках;
- месторождения редкометалльных пегматитов;
- связанные с гранитоидным магматизмом гидротермальные месторождения золота, серебра, меди, молибдена, олова и вольфрама, включая порфировые;
- эпитермальные месторождения золота, серебра и сурьмы;
- эксгаляционно-осадочные месторождения свинца и цинка;
- россыпные месторождения (включая древние, погребённые).

В Госбалансе РФ месторождения классифицируются по 23 видам металлов: чёрных (железа, марганца, хрома, титана), цветных (алюминия, олова, вольфрама, меди, никеля, молибдена, свинца, цинка, ртути), редких (тантала, ниобия, циркония, РЗЭ) и благородных (золота, серебра, платиноидов).

Месторождения стратегических металлов в Арктической зоне успешно эксплуатируются или разведываются и в других странах. В США (на Аляске) находятся 19 таких месторождений, в Канаде — 22, Дании (в Гренландии) и Норвегии — по 6, Швеции — 9, Финляндии — 3. На 24 месторождениях действуют рудники, 41 относится к потенциально промышленным объектам: некоторые из них уже подготавливаются к освоению, на других завершается детальная разведка.

Большинство арктических месторождений являются комплексными, то есть содержат значительное количество сопутствующих, потенциально извлекаемых металлов. При этом надо отметить, что в расположенных в Арктической зоне месторождениях чёрных, цветных, благородных и редких металлов сосредоточены самые значительные по объёмам запасы стратегических металлов (никеля, кобальта, РЗМ, МПГ, тантала, ниобия, лития, в меньшей мере золота и олова) в нашей стране. На эти месторождения также при-

ходится львиная доля российской добычи стратегических металлов. Рассмотрим ситуацию с производством каждого из них подробнее.

По добыче и запасам *никеля* Россия занимает первое место в мире. Основным источником металла являются магматические сульфидные медно-никелевые руды Норильского (85%) и Печенгского (10%) рудных районов. Они обеспечивают около 97% добычи никеля, в том числе Норильский рудный район — около 80%, Печенгский — 17%. Несмотря на значительные запасы, в структуре этих месторождений велика доля низкосортных руд, поэтому необходимо восполнение запасов высокосортных сплошных и брекчированных руд, на долю которых сегодня приходится более 85% добычи.

В Арктической зоне располагается и добывается подавляющее количество отечественного *кобальта* — 75% и 85% соответственно. В основном кобальт получают путём попутного извлечения из медно-никелевых руд месторождений Норильского района — 5.8% мирового производства (активные запасы — 3.3% мировых), в меньшей мере — из медно-никелевых руд Ждановского месторождения в Мурманской области. Однако богатые кобальтом медно-никелевые месторождения в Норильске будут отрабатываться только в течение следующих 12–15 лет [8].

В Арктической зоне РФ сосредоточена крупнейшая в мире минерально-сырьевая база *олова*. Здесь находятся два уникальных оловоруднороссыпных района: Северо-Янский (Якутия) и Пыр-какайский (Чукотка). Несмотря на это, производство данного металла в нашей стране неуклонно падает, что вызывает снижение экспорта и невозможность удовлетворить внутренний спрос, который покрывается за счёт импорта из Китая. В 1990-е годы добыча олова из рудных месторождений и россыпей в этих районах превышала 10 тыс. т в год, но в настоящее время она, как и добыча вольфрама, прекращена. В целом российские запасы олова оцениваются в более чем 2.2 млн. т, в 1.5 раза превышая объёмы запасов, которыми располагает Китай — крупнейший производитель этого металла в мире [9]. Между тем добыча олова в России в 2013 г. составила всего 300 т, тогда как в Китае — 100 000 т [10].

Доля запасов олова в Арктической зоне РФ составляет около 50% от всех запасов в стране. На севере Республики Саха (Якутия) сосредоточено более трети этих запасов, ещё 11.5% — в касситерит-турмалиновых рудах Депутатского месторождения. Самое крупное олово-вольфрамовое месторождение в стране — Пыр-какайское. Запасы олова здесь оцениваются в 347 тыс. т (16% всех российских запасов). Тем не менее считается, что без изменения конъюнктуры мирового рынка оловорудного сырья и повышения спроса со стороны отечественной промышленности

трудно ожидать вовлечения в эксплуатацию арктических месторождений этого металла.

Следует добавить, что месторождения оловянных руд важны также в плане добычи рассеянных металлов. В СССР из оловянных руд извлекались значительные количества *индия*, хотя обычно этот металл получают при переработке цинковых (сфалеритовых) руд. Индий широко используется при производстве сенсорных панелей и экранов, медицинского оборудования, в других областях электрических и электронных технологий. По мнению ряда экспертов, спрос на индий может к 2030 г. возрасти в 2–3 раза [11]. Уже в 2009 г. из 470 т индия — общего объёма, добываемого в мире, Япония использовала в производстве 240, США — 110, Китай — 50 т [12]. Россия в 2013 г. произвела только 13 т. Очевидно, что для страны, стремящейся стать развитой высокотехнологичной державой, этот уровень добычи недостаточен для удовлетворения перспективного внутреннего спроса, а надеяться на импорт дефицитного металла вряд ли стоит.

В российском производстве других стратегических цветных металлов — меди, вольфрама, молибдена, цинка, свинца — арктические территории играют меньшую роль. Вместе с тем следует отметить существенный вклад магматических медно-никелевых месторождений Норильска и Печенги в добычу *меди* — 54.4% от общего объёма производства. Доля запасов *вольфрама* в Арктической зоне РФ невелика — 5.1%. Этот металл концентрируется в олово-вольфрамовых рудах Пыр-какайского и Одинокое месторождений, в россыпях Одинокое месторождения, где в качестве попутных металлов содержится 123 т *висмута* и 5 т *индия*. 21.2 тыс. т запасов вольфрама расположено на Чукотке, где находятся штокверки кварц-касситеритовых руд, залегающих в кровле нескрытого гранитоидного массива. Доля арктических запасов *молибдена* возросла до 4.7% после открытия медно-порфирового месторождения Песчанка на Чукотке. Запасы *цинка* в Арктике составляют 13% от общероссийских, а добыча ограничивается 3.25%, *свинца* добывается ещё меньше — 4.3%. Вклад Арктики в производство свинца и цинка может измениться благодаря открытию на Новой Земле Павловского стратиформного свинцово-цинкового месторождения с разведанными запасами в 1.9 млн. т цинка и 0.5 млн. т свинца (что составляет более четверти ресурсов цинка и пятую часть ресурсов свинца в нашей стране [9]), а также 672 т серебра.

Разведанные запасы *металлов платиновой группы* на территории России оцениваются в 15.4 тыс. т, что составляет 1/6 мировых объёмов этих металлов. По данному показателю наша страна занимает второе место в мире после ЮАР, в недрах которой сосредоточено не менее 62 тыс. т МПГ [9]. Россия — основной производитель *пал-*

ладия, удерживает 40% мирового рынка. В мировом производстве *платины* доля России, напротив, составляет всего 14%. Подавляющую часть запасов и объёмов добычи обеспечивают расположенные в Арктической зоне месторождения Норильского рудного района: более 98% от всех разведанных запасов и 95.4% добычи. Хотя обеспеченность запасами МПГ в Норильске оценивается более чем на 40 лет, нельзя не отметить существующие проблемы в эксплуатации этих руд [9]. Здесь производится выборочная отработка руд, богатых медью (4.8%), никелем (1.9%), платиной (11.8 г/т). Среднее содержание при этом: меди — 1.7%, никеля — 0.84%, платины — 4.7 г/т. Быстрое сокращение запасов богатых руд и их полная отработка может сделать эксплуатацию нерентабельной. Одним из возможных решений представляется переход к раздельной переработке массивных и вкрапленных руд, что увеличит извлечение МПГ. Ориентация нашей платинодобывающей промышленности только на Норильские месторождения считается специалистами неперспективной [13]. Наращивание запасов МПГ в России связывается с открытием в Арктической зоне руд малосульфидного платиноидного типа, а именно в Мурманской области. Руды МПГ разведаны также в Восточно-Панском, Волчетундровском, Мончетундровском, Фудоровотундровском массивах и других районах, их запасы в целом достигают 1000 т [14]. Д.А. Додин и его коллеги оценивают запасы платины в Арктической зоне РФ в объёмах до 12 тыс. т. Таким образом, имеющиеся разведанные и предполагаемые запасы МПГ в Арктике смогут обеспечить нашей стране передовые позиции в мировом производстве и полностью обеспечить внутренние потребности.

Запасы и добыча *золота* в Арктической зоне составляет 11.2% и 9.75% общероссийских объёмов. Эти значения существенно превышают долю Арктики в современной мировой добыче и мировых запасах золота — 2.87% и 3.25% соответственно. В России золото сосредоточено как в собственно золоторудных месторождениях, так и в медно-никелевых в качестве попутного металла (Норильск). Октябрьское и Талнахское месторождения входят в десятку крупнейших российских месторождений золота с запасами 273.4 и 196.7 т соответственно. В 2013 г. добыча из этих руд составила 4.5 т, то есть 2.3% от общего объёма добытых в России металлов (237.8 т согласно [15]).

Основная добыча золота в Арктической зоне РФ из собственно золоторудных месторождений производится в Чукотском АО. Одним из важных производителей этого металла является эпitherмальное золото-серебряное месторождение Купол [16]. В 2013 г. из его руд было извлечено 15 т золота, всего же за 7 лет эксплуатации было добыто более 100 т. Запасами это месторождение, расположенное в кальдере шириной 10 км, находя-

щемся в краевой части вулcano-тектонической депрессии, заполненной бимодальным вулcano-генным комплексом, обеспечено на 10 лет. Кварцадуляровые жилы, минерализованные брекчии, штокверки образовались в гидротермально-магматической системе в результате вскипания и смешения магматогенного и метеорных флюидов [17]. Вовлечение месторождения Купол в разработку подтверждает значительные перспективы Охотско-Чукотского вулcano-плутонического пояса как важнейшей золоторудной металлогенической структуры. Это золото-сереброносный пояс мирового значения, ничем не уступающий Андийскому и Балкано-Карпатскому металлогеническим поясам, где сосредоточены многие крупные месторождения благородных металлов. Есть все основания надеяться, что при дальнейшем изучении известных рудопроявлений на его территории будут сделаны открытия эпitherмальных месторождений, подобно тому как это произошло в последние годы в Тихоокеанском рудном поясе — в Индонезии, Перу, Японии, Чили, Аргентине, Папуа Новой Гвинее.

Рост производства драгоценного металла в Чукотском АО связан с запуском в 2013 г. обогатительной фабрики на орогенном золоторудном месторождении Майское. Руды этого месторождения залегают в черносланцевых толщах, их образование связывается с гранитоидным магматизмом и контактово-метаморфическими процессами, генерирующими большие объёмы водно-углекислотных флюидов, мигрировавших вдоль трансформных разломов и отлагавших крупные залежи золото-сульфидных руд [18]. Майское — месторождение мирового класса с запасами золота объёмом около 230 т — относится к числу крупнейших в России. Особенностью является то, что его руды представляют собой “упорные”, трудноизвлекаемые, поэтому введение его в эксплуатацию свидетельствует об успехах в разработке технологии переработки руд этого типа, а значит, есть основания рассчитывать на разработку в ближайшем будущем целого ряда подобных месторождений в нашей стране, в том числе в сопредельных районах, например, Нежданинском в Якутии и Наталкинском в Магаданской области [19–22].

Значительные перспективы в развитии золотодобывающей промышленности в Арктической зоне РФ связываются экспертами с вовлечением в эксплуатацию медно-порфирового месторождения Песчанка. Оно располагается в краевой зоне крупного многофазного плутона в линейной (мощностью до 25 км и протяжённостью до 200 км) зоне наложения Охотско-Чукотского вулcano-плутонического пояса на Омолонский микроконтинент. Штокверк приурочен к штоку кварц-монцитовых порфиров и серии даек. Образование руд связано с активностью гидротермально-магматической системы и отделением

флюидов при кристаллизации магмы. Месторождение комплексное, помимо золота и серебра, запасы которых оцениваются в 450 и 6000 т соответственно, в нём содержатся 7.9 млн. т меди, 138 тыс. т молибдена, рений, платиноиды. Обнаружение столь уникального золото-медно-порфирового месторождения кардинальным образом меняет представления о металлогеническом потенциале региона, так как позволяет прогнозировать открытие месторождений данного типа, играющих главную роль в производстве золота, меди, молибдена и рения в мире.

Арктические территории представляют интерес и с точки зрения добычи *редких металлов*. Ловозёрское месторождение лопаритовых руд, связанное с плутоном нефелиновых сиенитов (Мурманская область), остаётся одним из важнейших источников *танталового* сырья в России. Балансовые запасы месторождения составляют 36.2%, прогнозные ресурсы — 57.5%, добыча — 65% общероссийских. Это месторождение также является единственным поставщиком *ниобия* в России.

Интерес к РЗМ возрос в связи с тем, что они стали незаменимыми компонентами многих высокотехнологичных изделий, включая магниты, батареи, автомобили, телевизоры, компьютеры, турбины, медицинскую технику, используются в коммуникационных системах, оборонной промышленности и в качестве катализаторов. Главным поставщиком РЗМ является Китай (около 95%), запасы которого составляют около 50% мировых [23]. Россия по запасам РЗМ находится на втором месте в мире (19–21%) [23], но производит всего 2% [10].

В месторождениях, расположенных в Арктической зоне РФ, сконцентрированы основные российские запасы редкоземельных металлов. Они являются попутными компонентами и извлекаются из лопаритовых руд Ловозёрского месторождения, среднее содержание суммы оксидов редких земель в которых — 1.12% (лопарит — титанат редких земель, обогащённый ниобием $(\text{Ce, Na, Sr, Ca})(\text{Ti, Nb, Ta, Fe}^{+3})\text{O}_3$). Разведанные запасы РЗМ Ловозёрского месторождения, представленные в основном металлами цериевой группы, составляют более 25% общероссийских, а добыча — 2.5 тыс. т оксидов РЗМ.

Более 40% российских запасов РЗМ сосредоточено в апатит-нефелиновых рудах месторождений Хибинской группы, разрабатываемых на фосфор, но РЗМ здесь не извлекаются, а складываются в хвостах обогатительных фабрик. В 2011 г. было добыто 80.1 тыс. т триоксидов редкоземельных металлов. Продолжается освоение двух месторождений Партомчорр и Олений Ручей апатит-нефелиновых руд Хибинской группы. На месторождении Олений Ручей планируется запуск

пилотного проекта по извлечению РЗМ из апатитового концентрата [9].

Ещё одно месторождение РЗМ находится в карбонатитах Томторского месторождения (Якутия). В настоящее время Томторское месторождение не разрабатывается, поскольку расположено в труднодоступном малоосвоенном районе, на нём разведан только участок Буранный, запасы которого в общем балансе России не столь велики, как месторождений Мурманской области (0.7%). Однако этот участок уникален ввиду исключительно высокого содержания триоксида РЗМ — 9.53% (12.8% в корах выветривания и до 7.98% в коренных рудах). Основные компоненты руд — ниобий, РЗМ и скандий. Для сравнения: в месторождении Баюнь Обо (Китай), редкоземельная продукция которого обеспечивает 97% мирового рынка, содержатся руды с концентрациями триоксидов редкоземельных металлов около 10%. В томторских рудах присутствуют и другие стратегические металлы: *ниобий* (6.71% Nb_2O_5), *иттрий* (0.595% Y_2O_3) и *скандий* (0.048% Sc_2O_3). В месторождении Араша в Бразилии (порядка 80% мировой добычи ниобия) руды содержат 2.5% оксида ниобия (V), а значит, по качеству руды Томторское месторождение не уступает основным мировым производителям.

Ещё один металл, значение которого в последние годы значительно возросло за счёт использования в высокотехнологичных отраслях при производстве источников альтернативной энергии, аккумуляторных батарей для автомобильной промышленности, аккумуляторов для портативных электронных устройств, — это *литий*. По оценке экспертов из США и ЕС, литий не является критическим металлом, так как его поставки из Чили и Австралии не связаны с рисками. В России основные запасы лития сосредоточены в Колмозёрском, Полмостундровском и Вороньтундровском месторождениях сподуменовых пегматитов (Мурманская область). Руды этих месторождений относятся к комплексным — в них содержатся и могут извлекаться в качестве попутных компонентов тантал, ниобий и бериллий. Считается, что на Колмозёрском месторождении возможна добыча карьером 750 тыс. т руды в год, в том числе 2 тыс. т карбоната лития, 30 т пентафторида тантала и 38 т пентафторида ниобия в течение более 65 лет.

Цирконий также относится к металлам, спрос на которые в нашей стране устойчиво растёт: потребность в оксиде циркония к 2015 г. может достичь 60–75 тыс. т [14]. Добыча циркониевого сырья в России ведётся только попутно на Ковдорском месторождении Мурманской области из комплексных бадделеит-apatит-магнетитовых руд, в которых сосредоточено 5.4% балансовых запасов циркония в нашей стране [9]. Отметим, что по запасам диоксида циркония Россия занимает тре-

тве место в мире после Австралии и ЮАР, но по уровню добычи значительно уступает — менее 1% от мирового объёма. Уникальность ковдорских руд заключается в том, что они сложены бадделитом (природным диоксидом циркония) и рентабельны из-за низкой себестоимости получения соединений этого металла. Из них в качестве попутного компонента извлекается гафний. Значение ковдорских руд велико ещё и потому, что комплексные цирконий-тантал-ниобиевые руды Катугинского в Забайкальском крае и Улуг-Танзекского в Республике Тыва месторождений (32% и 30% российских запасов) труднообогатимы и их добыча нерентабельна.

В Арктической зоне РФ и прилегающим к ней районам располагаются две крупные алмазоносные кимберлитовые провинции — Якутская и Архангельская [8, 14]. Основной производитель алмазов — Республика Саха (Якутия): на её долю приходится 84% запасов и 99% добычи в стране, здесь расположены 47 месторождений, 17 из которых — коренные и 30 — россыпные с запасами более 1.1 млрд. карат. Большая часть россыпных месторождений и промышленно-алмазоносных трубок сосредоточены в Арктической зоне. На территории Архангельской области известны два месторождения алмазов — им. М.В. Ломоносова и В. Гриба. Суммарные запасы алмазов оцениваются примерно в 310 млн. карат. Однако в алмазодобывающей промышленности назревают проблемы, обусловленные возможным переходом на подземную добычу сырья, что приведёт к её удорожанию и снижению рентабельности [24].

* * *

Ресурсы стратегических металлов в циркум-арктической зоне играют важную роль в структуре минерально-сырьевой базы России, обеспечивая крупнейшие поставки на внутренний и внешний рынок. Арктическая зона нашей страны обладает уникальными по запасам и разнообразию стратегических металлов месторождениями, которые могут на протяжении многих десятилетий удовлетворять запросы высокотехнологичного производства, инновационной экономики и системы обеспечения национальной безопасности. Аналитики считают, что крупные месторождения — это большие деньги: значительные объёмы руд предполагают долгую эксплуатацию месторождений и, следовательно, устойчивое развитие региона и увеличение или, по крайней мере, сохранение рабочих мест.

В последние годы интерес горнодобывающей промышленности к арктическим ресурсам заметно растёт как в нашей стране, так и за рубежом, что выражается в оживлении горноразведывательных работ в новых районах (Чукотка, Таймыр, Аляска, Нанавут, Гренландия) и сопровож-

дается ростом объёмов добычи, прежде всего золота, меди, никеля, цинка, на действующих рудниках, а также возобновлением добычи свинцово-цинковых и вольфрамовых руд на законсервированных месторождениях.

В неосвоенных районах циркумарктической зоны наибольший интерес представляют, во-первых, месторождения цветных металлов Норильского типа (никеля, кобальта, меди, МПГ), во-вторых, крупные месторождения свинца, цинка и серебра типа “SEDEX” (Ред Дог на Аляске, Павловское на Новой Земле). Третьими по значимости выступают месторождения благородных металлов: бонанцевые эпитеpmальные золото-сереброносные месторождения (Купол, Двойной и др. на Чукотке), золото-сульфидные вкрапленные месторождения (Майское на Чукотке), месторождения золота, связанные с интрузивами гранитоидов (Форт Нокс, Пого, Кенсингтон на Аляске), золото-кварцевые месторождения в турбидитах (Каральвеем на Чукотке), месторождения золота в зеленокаменных поясах (Медувбанк, Нанавут, Северные территории в Канаде), а также крупные россыпи золота и МПГ (алювиальные и прибрежно-морские, как на Юконе, Чукотке и Номе). Наконец, четвёртая группа месторождений — богатые медно-молибденовыми, медными золотоносными, молибдено-вольфрамовыми, оловянными, пригодными для получения индия рудами, ураном и редкоземельными металлами.

Перспективы освоения арктических месторождений стратегических металлов, кроме объёмов и разнообразия их руд, во многом определяются близостью к Северному морскому пути и к судоходным рекам, что значительно повышает рентабельность работы рудников. Экологический риск — главный фактор, тормозящий строительство новых рудников в Арктике (рудные гиганты Пибл и Донлин на Аляске).

Сегодня дверь в кладовую природных ресурсов Арктики только приоткрыта, используется лишь небольшая часть залегающих здесь полезных ископаемых, главным образом потому, что на многие из стратегических металлов нет запроса от отечественной промышленности. Поэтому при оценке геолого-экономических перспектив того или иного региона требуется ответить на следующие вопросы:

- располагает ли он достаточными объёмами минеральных ресурсов?
- возможна ли на современном этапе развития горно-технических и технологических средств добыча в этом регионе руды и извлечение из неё полезных компонентов?
- можно ли осуществлять добычу и переработку руды без ущерба или с минимальным риском для окружающей среды и населения?
- будет ли рентабельной добыча сырья в регионе?

Работа выполнена при финансовой поддержке программы Президиума РАН “Поисковые фундаментальные научные исследования в интересах развития Арктической зоны Российской Федерации”.

ЛИТЕРАТУРА

1. Schoodde R.C. Recent trends in mineral explorations – are we finding enough // Presentation to the RMG 8th Annual Exploration & Mining Investment Conference. Stockholm, 2011. <http://www.minexconsulting.com/publications/nov2011.html>
2. Study on Critical Raw Materials at EU Level. Final Report. 2013.
3. Graedel T.E., Barr R., Chandler T.E. et al. Methodology of metal criticality // Environmental Science and Technology. 2012. V. 46. P. 1063–1070.
4. Minerals, Critical Minerals, and the U.S. Economy. Washington: The National Academy Press, 2008.
5. US Industrial College of Armed Forces. Spring Report. 2012.
6. Brehmer M., Smulders F., Peck D.P. Critical metals: a research agenda for production development // Proceeding of International Association of Societies of Design Research, the 4th World Conference on Design Research. Delft: Delft University of Technology, 2011.
7. Graedel T.E., Gunn G., Espinoza L.T. Metal resources, use and criticality // Critical Metals Handbook. Oxford: John Wiley & Sons, Ltd., 2014. P. 1–19.
8. Додин Д.А., Иванов В.Л., Каминский В.Д. Российская Арктика – крупная минерально-сырьевая база страны // Литосфера. 2008. № 4.
9. Государственный доклад о состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2011 году. М.: Центр “Минерал” ФГУНПП “Аэрогеология”, 2012.
10. U.S. Geological Survey. Mineral Commodity Summaries 2014. Reston: U.S. Geological Survey, 2014.
11. Wäger P.A. Scarce metals – Applications, supply risks and need for action // Notizie di Politeia. 2011. V. XXVII. P. 57–66.
12. Schwarz-Schampera U. Indium // Critical Metals Handbook. Oxford: John Wiley & Sons, Ltd., 2014. P. 204–229.
13. Додин Д.А., Каминский В.Д., Золотов К.К., Коротев В.А. Стратегия освоения и изучения минерально-сырьевых ресурсов Российской Арктики и Субарктики в условиях перехода к устойчивому развитию // Литосфера. 2010. № 6.
14. Карпузов А.Ф., Лебедев А.В., Житников В.А., Коровкин В.А. Минерально-сырьевая база твёрдых полезных ископаемых // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2008. Вып. 4.
15. U.S. Geological Survey, Mineral commodity summaries 2015. Reston: U.S. Geological Survey, 2015.
16. Волков А.В., Прокофьев В.Ю., Савва Н.Е. и др. Особенности рудообразования на золото-серебряном месторождении Купол, Северо-Восток России (по данным исследования флюидных включений) // Геология рудных месторождений. 2012. Т. 54. С. 350–359.
17. Прокофьев В.Ю., Волков А.В., Сидоров А.А. и др. Геохимические особенности рудообразующего флюида Au-Ag-эпитермального месторождения Купол (Северо-Восток России) // Доклады Российской Академии наук. 2012. № 4.
18. Бортников Н.С., Брызгалов И.А., Кривицкая Н.Н. и др. Майское многоэтапное прожилково-вкрапленное золото-сульфидное месторождение (Чукотка, Россия): минералогия, флюидные включения, стабильные изотопы (О и S), история и условия образования // Геология рудных месторождений. 2004. № 6.
19. Бортников Н.С., Гамянин Г.Н., Викентьева О.В. и др. Состав и происхождение флюидов в гидротермальной системе Неждановского золоторудного месторождения, Саха – Якутия, Россия // Геология рудных месторождений. 2007. № 2.
20. Горячев Н.А., Бортников Н.С., Викентьева О.В. и др. Наталкинское золоторудное месторождение мирового класса: распределение РЗЭ, флюидные включения, стабильные изотопы кислорода и условия формирования руд (Северо-Восток России) // Геология рудных месторождений. 2008. № 5.
21. Константинов М.М., Некрасов Е.М., Сидоров А.А., Стружков С.Ф. Золоторудные гиганты России. М.: Научный мир, 2000.
22. Genkin A.D., Bortnikov N.S., Cabri L.J. et al. A multidisciplinary study of invisible gold in arsenopyrite from four mesothermal gold deposits in Siberia, Russian Federation // Economic Geology. 1998. V. 93. P. 463–487.
23. Norman A., Zou X., Barnett J. Critical Minerals: Rare Earths and the U.S. Economy // National Center for Policy Analysis. 2014. Backgrounder № 175. September.
24. Дюкарев В.П. Структура и перспективы развития АК “Алроса”. Основные проблемы алмазодобывающего комплекса // Смирновский сборник 2002. М.: МГУ, 2002.

НАУЧНАЯ СЕССИЯ ОБЩЕГО СОБРАНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

DOI: 10.7868/S0869587315060092

БИОРЕСУРСЫ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ РОССИИ

ДОКЛАД ДОКТОРА БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК М.В. ФЛИНТА

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН

m_flint@orc.ru

Морские биологические ресурсы Арктики использовались человеком начиная со времени температурного максимума в голоцене. Об этом говорят многочисленные останки морских животных в стойбищах и наскальные изображения, обнаруженные на пространстве от Белого моря до побережья Чукотки. Морские промыслы на российском Севере, связанные с увеличением объемов добываемых ресурсов и вывозом их в удаленные от промыслов районы, начали интенсивно развиваться в XV–XVI вв. в Белом и Баренцевом морях. Основными объектами морского промысла были морские и проходные виды рыб и морские звери. Именно морской промысел наряду с добычей соли был экономической основой освоения и колонизации северных регионов, залогом существования местного населения.

Белое море было рыбной житницей Европейской России на протяжении последних полутора веков. В начале XX столетия в его бассейне вылавливали до 2 тыс. т сельди, а сейчас — максимум несколько десятков тонн в год. Добыча атлантического лосося в Белом море практически прекратилась. В 1910-х годах улов достигал 300–350 т, в настоящее время промысел почти деградировал, осталось лишь квотируемое любительское рыболовство (табл. 1). С другой стороны, промысел трески в Баренцевом море в начале прошлого века составлял 80 тыс. т, а сейчас в продуктивные годы достигает 600–700 тыс. т. К концу XIX в. промысел моржа превышал 2 тыс. особей, в настоящее время этот вид находится под охраной. Очевидно, что благодаря целому ряду процессов (техническому прогрессу в области промышленного рыболовства, изменениям районов промысла, деградации одних промысловых популяций в результате антропогенного давления и вовлечения других в сферу рыболовства, климатическим и антропогенным перестройкам в морских экосистемах, международным проблемам) роль тех или иных биоресурсов в арктическом морском промысле коренным образом изменилась. Неизменной осталась их огромная значимость для нашей страны, существенным образом возросла необхо-

димость понимания их изменений и доступности в связи с текущими изменениями климата и климатическими прогнозами для Арктики.

Говоря о биологических проблемах и ресурсах, в том числе морских, Арктику следует рассматривать не в формальном географическом смысле как область, лежащую севернее Полярного круга (66°33' 4 с.ш.), а значительно более широко — как регион образования зимнего морского льда или регион, границей которого является июльская изотерма 10°C. Это особенно важно, когда речь заходит о возможных изменениях биологических ресурсов Арктики и проникновении на север новых видов в связи с потеплением регионального климата (рис. 1).

Биологические ресурсы огромной арктической акватории России (только арктического шельфа нам принадлежит более 70%) коренным образом различаются по регионам в зависимости от их значения для экономики страны, чувствительности к антропогенным воздействиям, текущей и возможной реакции на климатические процессы.

Особняком по биологическому разнообразию, обилию и доступности биологических ресурсов стоит **Баренцевоморский регион** (см. рис. 1, I). Для России это, безусловно, ключевой по значимости промысловый район в Арктике: Баренцево море занимает 7% общей площади арктических морей, но содержит важнейшую часть биоресурсов как с точки зрения биоразнообразия, так и запасов. Сейчас рыбный промысел в Баренцевом море составляет около 2.8 млн. т. Основные промысловые виды — мойва, треска, пикша, сайда, сайка, сельдь, морские окуни, палтус. Помимо рыбы добываются моллюски, креветки и крабы (более 4–5 тыс. т). Характерным свойством рыбных ресурсов этого региона является резко выраженная многолетняя изменчивость, связанная с тремя главными факторами: неадекватным регулированием промысловой нагрузки; неустойчивыми климатическими условиями, влияющими на биологическую продуктивность и распределение ресурсов; специфической структурой промыслово-

го ихтиоцена. Последнее является уникальной чертой промысла в Баренцевоморском регионе, во многом определяющей его неустойчивость во времени. Мойва одновременно является и ключевым объектом промысла, и важнейшим пищевым ресурсом для других видов ихтиофауны, формирующих основу промысла в регионе, прежде всего трески и сайды. Именно переломом мойвы (её вылов в 1977–1983 гг. достиг 3.5 млн. т, см. табл. 1) объясняется резкое снижение общего вылова в регионе до менее чем 0.5 млн. т по сравнению с 4.5 млн. т в период расцвета в конце 1970-х годов. Объём российского промысла в Баренцевоморском регионе достигает 1.0–1.2 млн. т, что составляет около 25% общего объёма нашего морского промысла (4.3 млн. т).

Говоря о Баренцевоморском регионе, следует отметить, что, несмотря на очень хорошие исторические данные по изменениям среды, биологической продуктивности, объёмам и структуре промысла, приемлемой модели, прогнозирующей изменения биологических ресурсов, для региона нет.

Биологические ресурсы **сибирских арктических морей России**, включая **Чукотское море** (см. рис. 1, II), находящиеся под воздействием беринговоморских вод, несоизмеримо беднее, чем Баренцева моря и по видовому разнообразию, и по общему богатству. На западе переход от баренцевоморского богатства к карской “пустыне” очень резкий, его можно наблюдать на расстоянии нескольких десятков миль. Показателен следующий пример: с западной стороны от Карских ворот пять-шесть человек с морскими удочками могут за несколько часов наловить трески и сайды столько, что на судне небольшого размера камбуз будет неделю кормить экипаж из 50 человек, при этом 30–40 милями восточнее в Карском море, в непосредственной близости от Карских ворот картина совсем иная: можно потратить сутки на рыбную ловлю без всякого результата.



Рис. 1. Схема арктических регионов, прилежащих к российским берегам и отличающихся по составу, обилию и характеру изменчивости морских биологических ресурсов

Сплошной линией показано положение июльской изотермы 10°C; штриховкой: I – Баренцевоморский регион; II – Сибирский регион (Сибирские эпиконтинентальные арктические моря); III – Беринговоморский регион

Масштабный промысел на акваториях морей Карского, Лаптевых, Восточно-Сибирского и Чукотского отсутствует, небольшие промысловые ресурсы сосредоточены в устьях рек и прибрежной зоне моря. Основные промысловые объекты – сиг, муксун, нельма, омуль, голец, пелядь. Несмотря на небольшую региональную добычу – до 150–200 т, эти ресурсы имеют огромное значение.

Таблица 1. Изменение структуры морского промысла в Баренцевоморско-Беломорском регионе сегодня по сравнению с началом прошлого века

Объект	Начало XX в.	Сейчас
Белое море		
Треска, навага	2–4 тыс. т	Любительский вылов
Сельдь	25 тыс. т	200–400 т
Атлантический лосось	300–500 т	Квотируемый любительский вылов
Баренцево море		
Треска	80 тыс. т	800–900 тыс. т
Мойва	0	150–200 (3500*) тыс. т
Пикша	5–10 тыс. т	180 тыс. т

* Максимальный объём вылова в 1977 г.

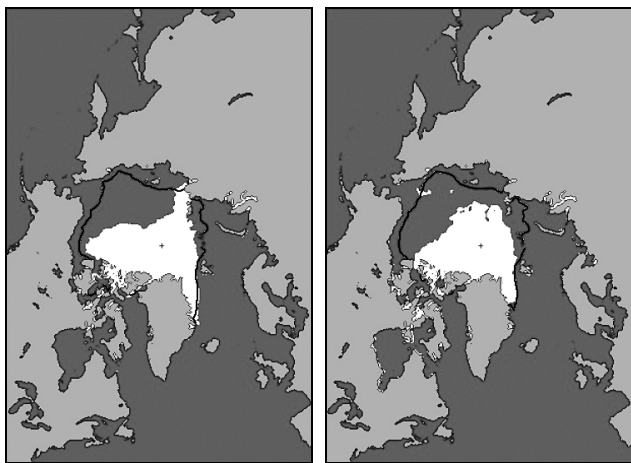


Рис. 2. Деграция ледового покрытия Арктики в самые тёплые годы XXI в. — 2007 (слева) и 2012 (справа) Чёрной линией показано среднее положение северной границы льда в сентябре для периода 1979–2000 гг. (данные National Snow and Ice Data Center, USA)

ние для местного населения, прежде всего для коренных народов.

Бедность ресурсов в краевых арктических морях коррелирует с чрезвычайно низким уровнем первичной продукции органического вещества. Существование локальных богатых участков моря у побережья Чукотки вблизи Берингова пролива, где летом наблюдаются очень высокие концентрации моржей и серых китов, целиком определяется адвекцией с юга через Берингов пролив вод, насыщенных аллохтонным планктоном. Отмирающий при неблагоприятных условиях планктон при небольших глубинах шельфа (20–40 м) быстро достигает дна и даёт богатую пищу дон-

ным обитателям. На этом аллохтонном ресурсе на ограниченных участках шельфа формируется высочайшая для Арктики биомасса донной фауны, прежде всего донных амфипод (до 10 кг/м²), на которой нагуливаются киты и моржи.

Берингово море по большинству современных биоокеанологических классификаций относится к Арктике (см. рис. 1, III). Этот бассейн, как и Баренцево море, принадлежит к числу богатейших в мире по обилию и разнообразию биологических ресурсов. Достаточно сказать, что добыча минтая (до 4 млн. т в период максимума в 1970-е годы) формирует один из крупнейших моновидовых промыслов в Мировом океане. Вслед за минтаем идут сельдь, лососёвые, камбалы, палтус, крабы, моллюски и креветки. Общее изъятие биоресурсов в регионе колоссальное — до 4.5 млн. т. Как и в Баренцевом море, промысел любого из объектов может существенно меняться в зависимости от климатической ситуации, популяционных циклов промысловых видов и промысловой нагрузки предшествующих лет. Климатическая ситуация (сдвиг на юг зимней границы ледового покрова, скорость его отступления весной, количество мощных циклонов, проходящих по региону в продукционный период и обеспечивающих перемешивание водной толщи и поступление биогенных элементов в эвфотический слой) существенно влияет на годовые объёмы первичной продукции фитопланктона и продукцию растительного зоопланктона — главной пищи молоди основных промысловых видов рыб. Так же как Карские ворота в Восточной Арктике, в Западной Арктике Берингов пролив (если не считать локального эффекта адвекции с юга) является резкой границей между районами с богатейшими биологическими ресурсами Берингова моря и бедными районами Чукотского моря.

Арктика переживает (во всяком случае, переживала) в последние три десятилетия тёплый период. Это прежде всего сказывается на площади ледового покрова и открытой воды в летнее время. Рисунок 2 иллюстрирует изменения, наблюдавшиеся в самые тёплые годы начавшегося века — 2007 и 2012. Суммируя, можно сказать, что последние годы мы наблюдаем примерно 35–40%-ное сокращение площади ледового покрытия в летнее время, соответствующее увеличению площади открытой воды и существенное удлинение периода, когда вода свободна ото льда, то есть удлинение продукционного периода в Арктике. Есть и другие цифры, характеризующие процесс потепления в Арктике: за последние 40–45 лет мы потеряли примерно 2.5 млн. км² льда в летнее время (рис. 3).

Два года назад в нашей стране были приняты важнейшие для исследования Арктики решения,

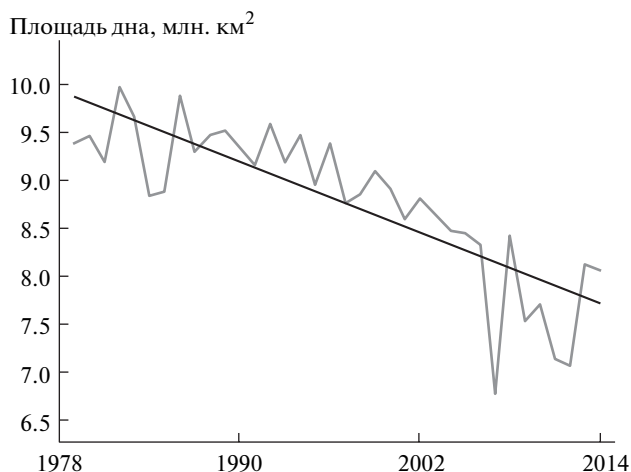


Рис. 3. Динамика средней площади ледового покрова в сентябре (данные National Snow and Ice Data Center, USA)

которые закреплены в “Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года”, подписанной Президентом РФ 23 февраля 2013 г. Стратегия разработана во исполнение Основ государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 г. и дальнейшую перспективу. Этот документ ставит перед фундаментальной наукой ряд важнейших задач, и среди них — оценка последствий глобальных климатических изменений, происходящих в Арктической зоне Российской Федерации.

В настоящее время один из важнейших вопросов, связанных с экосистемами и биологическими ресурсами морской Арктики, — возрастут ли биологическая продукция и объём доступных биоресурсов вследствие потепления арктического климата, повышения температуры поверхностного слоя Берингова моря, удлинения безлёдного периода и увеличения площади открытой воды в летний сезон. Климатический отклик в разных арктических экосистемах будет различным. Долговременные наблюдения в Баренцевом море позволяют говорить о возрастании биологической продукции, увеличении промысловых запасов и области распространения ключевых биоресурсов экосистемы, прежде всего мойвы и трески, при потеплении регионального климата. Происходит повышение температуры воды, смещение на северо-восток и увеличение протяжённости летней границы льда, увеличение протяжённости океанических фронтов, которые играют важнейшую роль в формировании общей биологической продуктивности. Долговременная тенденция потепления климата приведёт к росту численности мойвы, что положительно скажется на запасах трофически зависимых биологических ресурсов — трески и других хищных видов рыб. Экспертные оценки говорят о возможном увеличении российского промысла при потеплении регионального климата на треть — до 1.4–1.6 млн. т.

Экосистема Берингова моря на рубеже 60–70-х годов прошлого века претерпела существенные перестройки, приведшие к изменениям структуры и доступности основных биологических ресурсов. Изменения климатического режима в северной Пацифике привело к возрастанию температуры верхних слоёв моря в летнее время более чем на 1.5°C, к более южному положению зимней ледовой кромки и более раннему и быстрому её отступлению на север весной в восточной части бассейна. Следствием этих изменений было массовое распространение тихоокеанского минтая на север — в Берингово море. В течение короткого времени море из “селёдного” превратилось в “минтайное”. Бурное развитие берингово-морской популяции минтая в первой половине 1970-х годов обеспечило возрастание промысла этого вида почти до 4 млн. т.

В настоящее время в экосистеме Берингова моря в тёплые периоды удлиняется вегетационный сезон, создаются более благоприятные условия для первичной продукции фитопланктона и возрастает её общий объём. Повышается уровень утилизации первичной продукции в пелагических трофических цепях — основной вид кормового зоопланктона формирует две генерации в год вместо одной. В конечном счёте создаются благоприятные условия для организмов того трофического уровня, которые изымает человек в этой экосистеме. Имеющиеся данные показывают, что именно тёплые годы с большой долей вероятности приводят к формированию “сильных” (обильных) возрастных классов основной промысловой рыбы — минтая — и таким образом отражаются через несколько лет на увеличении вылова на 0.5 млн. т. Это огромная цифра. Для наглядности можно сравнить её с общим объёмом российского морского промысла — 4.3 млн. т.

Какое же будущее у теплеющей Арктики? Можно ли распространить этот недавний исторический пример перестройки экосистемы, который мы наблюдали в Беринговом море, на прилегающие с севера районы Арктики — Чукотское море и море Бофорта, где в последние полтора десятилетия наблюдается самое значительное региональное потепление, сокращение летнего ледового покрытия более чем на 37% и отступление к северу летней границы льда на 500–700 км (см. рис. 2). Многие представители американской рыбопромышленной администрации считают, что подобный сценарий в Чукотском море возможен. Наши данные говорят об обратном. Утверждая это, мы опираемся на следующие особенности региональных экосистем эпиконтинентальной Арктики. В Беринговом море для минтая в момент его массовой инвазии существовала прекрасная кормовая база в виде зоопланктона и мелких мезопелагических рыб — миктофид. Истребление китов и резкое снижение их численности, а также уменьшение численности сельди вследствие перепромысла к 1970-м годам кардинально сократило трофический пресс на кормовой зоопланктон. Биомасса зоопланктона в некоторых районах моря достигала 200–300 г/м², что сравнимо с самыми продуктивными районами Мирового океана. Миктофиды, которые были в Беринговом море своего рода “трофическим тупиком”, формировали идеальную кормовую базу для крупного минтая в центральных глубоководных районах бассейна, где его средний размер в промысловых выловах достигал 57 см. Циркуляция вод в Беринговом море изобилует мезомасштабными вихрями, что является необходимым условием для успешного размножения и первоначального роста молоди минтая. Область между континентальным склоном восточного беринговоморского шельфа и восточной частью Алеут-

ской гряды, где формируются квазистационарные мезомасштабные вихри и минтай концентрируется для откорма и нереста, промысловики называют “золотым треугольником”. Все эти благоприятные и необходимые для инвазии минтая факторы в Чукотском море отсутствуют. Прежде всего отсутствует необходимая для минтая пища.

Принципиально важный вопрос для Чукотского моря и всех сибирских арктических морей: можно ли предположить, что климатическое уменьшение летней ледовитости и увеличение безлёдного периода приведут к существенному возрастанию первичной продукции органического вещества (фитопланктона) и последующему возрастанию биомассы зоопланктона — основной пищи для большинства видов потенциальных колонизаторов Арктики? Такой прогноз очень маловероятен. В Арктике существуют условия, которые коренным образом препятствуют формированию высокой первичной продукции. В большинстве районов эпиконтинентальных арктических морей развитие фитопланктона ограничено сезонно доступным пулом минерального питания, которое поступает в верхние слои моря в процессе вертикальной сезонной конвекции. В Арктический регион от Карского до Чукотского морей поступает огромный объём речного стока — более 2100 км³ ежегодно. Этот пресноводный сток формирует сильное расслоение поверхностного 5–12-метрового слоя моря, достигающее 9–20 psu в Карском море (солёность измеряется в единицах psu), 10–22 psu в море Лаптевых, 18–24 psu в Восточно-Сибирском море и 10–24 psu в Чукотском море при солёности подстилающих вод 31–34 psu и соответствующем пикноклине (от 4–5 до 15 psu/м). Солёностное, а по сути плотностное расслоение водной толщи существенно ограничивает сезонное вертикальное перемешивание в арктических морях, а в некоторых районах делает его невозможным, несмотря на выхолаживание поверхностного слоя моря до нулевых температур. Это объясняется относительным вкладом солёности и температуры в плотность морской воды, который примерно оценивается соотношением 8:1. Пресноводный сток в Арктику формирует такую разницу в солёности/плотности между поверхностным слоем и глубинными водами, что зимняя конвекция, основанная на выхолаживании, эту разницу преодолеть не может. Перечисленные обстоятельства препятствуют вертикальной сезонной конвекции, “зарядке” минеральным питанием эвфотического слоя и формированию условий, необходимых для весеннего цветения фитопланктона — главного источника автохтонной органики в высокоширотных экосистемах. Ни небольшой прогрев поверхностного слоя воды, ни увеличение продолжительности безлёдного периода, сопутствующие прогнозируемому на ближайшее время

потеплению климата в высоких широтах, не смогут ослабить физические барьеры, препятствующие вертикальному осенне-зимнему перемешиванию, и способствовать формированию более благоприятного биогенного режима в слое фотосинтеза.

Если рассматривать сибирские эпиконтинентальные моря, то препятствующий формированию благоприятных условий для цветения фитопланктона “фактор вертикальной стратификации” (назовём его так) в наибольшей степени выражен в Карском море и в наименьшей — в Восточно-Сибирском и Чукотском, где континентальный сток и связанное с ним поверхностное расслоение минимальны и неравномерно проявляются в бассейне. Поступление минерального питания в поверхностный слой, кроме вертикальной конвекции, в небольшой степени обеспечивается речным стоком, поскольку значительная часть аллохтонных биогенных элементов не проходит через эстуарные фронты. Бактериальный вклад в регенерацию биогенных элементов также мал из-за невысокой активности микрофлоры при низких температурах. Ещё раз подчеркну, что в Чукотском море, несмотря на самые выраженные в Арктическом регионе климатические изменения ледовитости и колоссальное увеличение площади открытой воды летом, высокие локальные биомассы организмов промежуточных и высших трофических уровней как формировались несколько столетий назад, так и формируются в настоящее время локально за счёт аллохтонной органики, поступающей из Берингова моря через Берингов пролив и отмирающей из-за смены условий среды в непосредственной близости от него.

Говоря о низкой продуктивности Арктических морей, можно предположить, что она во многом определяется низким уровнем освещённости в высоких широтах. Наблюдения последнего времени показывают, что это не так. В каньоне Барроу (Чукотское море) на 72° с.ш., где существует локальный динамический апвеллинг и в верхний слой моря постоянно поступают биогенные элементы, первичная продукция в летний сезон достигает 8 гС/м². Это колоссальная величина, характеризующая самые богатые районы Мирового океана. В области фронта над континентальным склоном Карского моря, где в силу гидродинамических причин поверхностный слой обогащён биогенными элементами, даже в конце вегетационного сезона первичная продукция была в 5 раз выше, а биомасса фитопланктона в 4 раза выше, чем в сопредельных районах. Это подтверждает, что именно нехватка минерального питания в эвфотическом слое является главным фактором, резко лимитирующим первичную продукцию и продукцию последующих трофических звеньев экосистем арктических морей.

Необходимость разработки регионально адаптированных подходов к рациональному природопользованию и охране биологических ресурсов Арктики также входит в приоритетные задачи “Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации”. Являясь крупнейшей арктической державой и крупнейшим владельцем месторождений углеводородного сырья на арктическом шельфе, Россия должна играть в этих исследованиях лидирующую роль. Оценки воздействия на окружающую среду и мониторинги, которые сейчас проводятся в обязательном порядке перед началом и в ходе добычи углеводородного сырья на шельфе, — важнейшие формы экологического контроля, но в них нет (и не должно быть по принятым стандартным схемам) новых фундаментальных составляющих. Эти работы в большинстве своём дают для некоторого числа компонентов среды и биоты формальные данные и цифры, на основании которых невозможно сделать главное — отличить естественную изменчивость экосистем от последствий антропогенного влияния и выделить компоненты, наиболее чувствительные к антропогенному воздействию. Исключение представляют ситуации, когда последствия антропогенного стресса носят очевидно разрушительный характер. По сути, сформулированные в стратегии положения являются госзаказом для РАН на разработку новых фундаментальных основ рационального природопользования в арктических регионах и должны быть основаны на экосистемном понимании происходящих там процессов.

Исследования сибирских арктических морей России, выполненные в последние годы, позволили впервые показать сильнейшую пространственную дискретность морских арктических экосистем. На огромных акваториях практически все экологические процессы протекают равномерно и вяло, и только в ограниченных локальных областях структурные и продукционные показатели экосистем дают всплески, отличающиеся от фона на порядки величин. Именно от процессов в этих локальных областях зависит общая продуктивность экосистем, их устойчивость в целом. Здесь в наиболее яркой и значимой форме проявляется их реакция на климатические изменения среды, экосистемы этих локальных областей наиболее чувствительны к антропогенному воздействию. Внешние части эстуарных областей Оби и Енисея (бассейн Карского моря) — эстуарные фронтальные зоны — характеризуются интенсивными гидрохимическими, геохимическими и биологическими процессами, формированием высочайших концентраций разных компонентов экосистемы и уникальных “биологических фильтров”, которые перерабатывают выносимое реками аллохтонное органическое вещество. Формирование эстуарной фронталь-

Таблица 2. Первичная и вторичная продукция в разных биотопах экосистемы восточной части Берингова моря

Глубокий бассейн	Склоновый фронт	Шельф	Приливный фронт
Площадь, %			
48	3	46.5	2.5
Годовая первичная продукция, %			
24	12	53	11
Годовая вторичная продукция, %			
23	18	45	14

ной зоны во многом определяется рельефом дна, а широтная протяжённость наиболее значимой её части составляет от 10 до 40 км. Нарушение таких фронтальных систем (скажем, неверно спланированными дноуглубительными работами, что может случиться при развитии порта Сабетта на западном берегу Обского эстуария) кардинально сказывается на биологической продуктивности и открывает дорогу аллохтонному веществу (включая загрязнения) на Карский шельф.

Другая ключевая область экосистемы, ассоциированная с областью континентального склона и склоновой фронтальной зоной, играет важнейшую роль в формировании биологической продукции и взаимодействиях между арктическим шельфом и глубоководными районами в течение всего сезона открытой воды. Широтная протяжённость склоновой фронтальной зоны не превышает 5—15 км. В Чукотском море наблюдается аналогичная картина. На фоне огромной акватории с низкой интенсивностью биологических процессов отчётливо выделяются две ключевые более высокопродуктивные области: на севере в каньоне Барроу — связанная с перманентным апвеллингом, обогащением эвфотического слоя биогенными элементами и высокой первичной продукцией, как уже упоминалось, до 8 гС/м² (!), и на юге — связанная с адвекцией аллохтонной продукции из Берингова моря. Аналогичная картина высочайшей пространственной неравномерности в структуре и продуктивности морской экосистемы наблюдается и в более высокопродуктивном Арктическом районе — восточной части Берингова моря. Наши оригинальные данные позволили установить, что в узких фронтальных зонах двух типов, склоновой и приливной, площадь которых составляет 5.5% площади региона, формируется 23% общей годовой первичной продукции и 32% (!) годовой вторичной продукции, по сути, продукции кормового зоопланктона. Это “горячие точки”, на которых во многом держится высокая продукция региональной экосистемы (табл. 2).

Таким образом, биологическая продукция и биомасса некоторых компонентов экосистемы в

этих ключевых областях морских экосистем арктических морей на порядок и более выше, чем в фоновых районах, и эти области, очевидно, требуют исключения из природопользования, а в случае невозможности — особого режима природопользования. В противоположность им фоновые участки арктических экосистем с вялым протеканием экологических процессов могут безболезненно для экосистемы подвергаться обоснованно дозированной антропогенной нагрузке. Они относительно мало чувствительны к антропогенным воздействиям на среду и биоту, если эти воздействия не связаны с загрязнением среды. Загрязнения, в первую очередь нефтяные, — наиболее болезненная форма антропогенного воздействия на арктические экосистемы. Примером может служить авария танкера “Эксон Валдиз”, которая произошла у побережья Аляски в марте 1989 г., а последствия её ощущаются до сих пор.

Ключевые области в морских арктических экосистемах известны в настоящее время далеко не полностью. Лишь недавно они были частично открыты в Беринговом и Карском морях, и стало очевидно их огромное значение для структуры и продуктивности морских экосистем. Выявление и исследование ключевых областей в Арктических морях абсолютно необходимо для разработки обоснованной стратегии охраны экосистем и эффективного регионального природопользования.

Исследованиями последних лет на примере Карского бассейна было установлено уникальное для высокоширотных экосистем свойство — отсутствие весеннего цветения фитопланктона на

большой части акватории, связанное с отсутствием сезонной вертикальной конвекции. Эта особенность функционирования арктических экосистем позволяет по-новому взглянуть на планирование антропогенной нагрузки в акваториях арктических морей и исключить весенний сезон из важных этапов годового цикла как наиболее чувствительный к антропогенным и климатическим воздействиям.

Приведённые примеры позволяют констатировать, что декларированная Стратегией развития Арктической зоны национальная политика требует проведения комплексных экосистемных исследований арктических морей для понимания пространственно-временной организации каждой из экосистем, выделения ключевых компонентов, регионов и связей между ними и разработки соответствующих структурно-функциональных экосистемных кадастров. Без этих фундаментальных основ невозможна организация рационального природопользования и охраны арктической природы. Оценки воздействия на окружающую среду и рутинный мониторинг не решат этой задачи.

Многие из использованных в настоящем докладе материалов получены в крупных комплексных экспедициях в Арктику, проведённых при целевой финансовой поддержке РФФИ (Проекты № 14-05-10084_к, 14-05-10055_к, 14-05-05001 Кар_а, 14-05-05003 Кар_а, 14-05-05004 Кар_а, 14-05-05005 Кар_а) и Программы Президиума РАН “Поисковые фундаментальные научные исследования в интересах развития Арктической зоны Российской Федерации”.

НАУЧНАЯ СЕССИЯ ОБЩЕГО СОБРАНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

DOI: 10.7868/S0869587315060298

**О ВКЛАДЕ УЧЁНЫХ-АГРАРИЕВ В РАЗВИТИЕ АРКТИКИ
И ПРИАРКТИЧЕСКИХ ТЕРРИТОРИЙ**

ДОКЛАД ВИЦЕ-ПРЕЗИДЕНТА РАН АКАДЕМИКА Г.А. РОМАНЕНКО

Краснодарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. П.П. Лукьяненко
kniish@kniish.ru

Ядром новой политики России в Арктике становится реализация интеллектуального потенциала в рамках инновационной модернизации экономики при сохранении уникальных экологических систем и жизнеспособности местных сообществ. В Арктической зоне Российской Федерации (АЗРФ) формируется 12–15% ВВП и обеспечивается около четверти экспорта страны, добывается значительная часть алмазов, свыше 95% металлов платиновой группы, более 90% никеля и кобальта, 60% меди. Общая стоимость минерального сырья арктических недр превышает 30 трлн. долл.

Площадь АЗРФ составляет около 9 млн. км², в неё полностью или частично входят восемь субъектов Российской Федерации: Мурманская область, Архангельская область (в составе Онежского, Приморского и Мезенского муниципальных образований, городских округов Архангельск, Новодвинск, Северодвинск и арктических островов), Ненецкий автономный округ, Республика Коми (в составе городского округа Воркута), Ямало-Ненецкий автономный округ, Красноярский край (в составе Таймырского Долгано-Ненецкого муниципального района, Туруханского района и городского округа Норильск), Республика Саха (Якутия) (в составе Аллаиховского, Анабарского, Булунского, Нижнеколымского, Усть-Янского районов), Чукотский автономный округ.

Арктическая зона Российской Федерации — это не только богатейшая кладовая полезных ископаемых, но и место обитания коренных малочисленных народов Севера, нескольких миллионов переселенцев и приезжающих вахтовым методом для работы на промышленных предприятиях, что резко обострило проблему продовольственного обеспечения населения региона.

В “Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года”, утверждённой Президентом РФ В.В. Путиным 20 февраля 2013 г., наряду с разработкой и реализацией

широкомасштабных проектов по освоению месторождений углеводородов и других полезных ископаемых, определены меры по созданию благоприятных условий модернизации и развития рыбной отрасли и агропромышленного производства. Важная роль в решении этих задач отведена аграрной науке.

История российского приполярного земледелия начинается с XVI в., когда были предприняты первые попытки сельскохозяйственного освоения территорий древней Мангазеи (низовья реки Оби). Здесь ограниченные тепловые ресурсы в определённой степени компенсируются большей продолжительностью светового дня и хорошими оптическими свойствами атмосферы (прозрачностью), обеспечивающими лучшие условия для фотосинтеза. Кроме того, в среднем и нижнем течении великих сибирских рек интегральный радиационный баланс существенно пополняется за счёт тепла вод, поступающих в реки из южных регионов.

К решению проблемы продвижения земледелия на север вплотную приступили в начале XX в. Одна из первых сельскохозяйственных опытных станций была основана в Печорском крае русским исследователем А.В. Журавским в 1911 г. Она стала форпостом аграрной науки на Севере. С развитием Северного морского пути была основана целая сеть опытных станций, результаты работы которых позволили сделать вывод о целесообразности развития в районах Крайнего Севера очагового сельского хозяйства и производства картофеля, овощных, мясных и молочных продуктов питания.

Пятнадцать лет назад на научной сессии Россельхозакадемии в Архангельске рассматривался широкий круг вопросов, связанных с совершенствованием и улучшением научного обеспечения агропромышленного производства северных территорий нашей страны. Был создан Координационный совет по вопросам северного агропромышленного производства, принята “Концепция



Рис. 1. Крупногабаритный автоматизированный вегетационно-облучательный модуль для выращивания растений

восстановления и развития АПК Севера России”, а научным учреждениям Севера, Сибири и Дальнего Востока удвоили финансирование на научно-исследовательские работы.

Конкретные проблемы АПК северных регионов ежегодно рассматривались на выездных заседаниях президиума Россельхозакадемии и научно-практических конференциях в Тюмени, Омске, Норильске, Магадане, Якутске, Улан-Удэ, Новосибирске, Уссурийске, Томске, на Камчатке и Соловецких островах. В ходе этой работы, особенно на её первом этапе, учёные потратили много сил для опровержения навязываемого реформаторами мнения о том, что выгоднее завозить готовые продовольственные товары из центральных районов страны, чем производить их на месте. Эта ошибочная и вредная теория явилась серьёзным препятствием на пути развития АПК северных территорий, поскольку она не учитывала традиций и условий жизнедеятельности коренного населения. Да, в отдельных случаях производство собственных продуктов питания не выдерживает конкуренции с завозными продуктами, однако не следует забывать, что сворачивание местного производства ведёт к потере рабочих мест, росту безработицы аборигенного населения, наносит серьёзный урон социальной инфраструктуре Севера, его человеческому капиталу, который невозможно заменить деньгами.

Учёные терпеливо убеждали федеральные и региональные органы исполнительной власти в необходимости вложения финансовых ресурсов в развитие как традиционных северных отраслей сельского хозяйства (оленьеводство, морской зверобойный промысел, рыболовство, охота, сбор дикоросов, народные ремёсла), так и в организацию новых агропромышленных предприятий. Необходимо было доказать, что развитие промышленности в сфере переработки и хранения

сельскохозяйственной продукции на Севере крайне важно. Эта проблема актуальна и сейчас.

Спецификой северного агропромышленного производства является то, что здесь заметное место среди сельхозтоваропроизводителей занимают родовые общины, которые в сложившихся рыночных условиях нуждаются в особой государственной поддержке для развития традиционных технологий в оленеводстве, охотничьем и рыбном промысле. Нужна организационная работа по объединению родовых общин в кооперативы, союзы и ассоциации.

Более 90 лет назад по инициативе Н.И. Вавилова научные сотрудники Полярной опытной станции ВИРа приступили к изучению возможности создания местной продовольственной базы для обеспечения населения Заполярья свежими молочными и овощными продуктами питания. За это время проведена широкомасштабная работа по выделению доноров и источников хозяйственно ценных признаков сельскохозяйственных растений в условиях Крайнего Севера, по мобилизации уникального северного генофонда картофеля, зерновых, овощных, кормовых и ягодных культур, созданы серии сортов, максимально адаптированных для возделывания в Арктической зоне. Сегодня только в Полярном филиале ВИРа сохраняется и изучается 3946 образцов бесценного генетического материала.

В последнее время складывается непростая ситуация с генресурсами. В 2008 г. на средства, выделенные правительством Норвегии, на острове Свальбард (Шпицберген) был построен и введён в эксплуатацию Мировой депозитарий семенных коллекций. В трёх горизонтальных камерах в условиях вечной мерзлоты можно хранить до 5 млн. образцов. К 20 октября 2014 г. там уже заложено 833 926 образцов из 61 генбанка мира. ВИР из 324 тыс. образцов заложил на безопасное хранение 6405 образцов зерновых, крупяных, зернобобовых культур. В настоящее время Норвегия передала хранилище под управление ФАО ООН, и нет никаких гарантий, что в сложных политических условиях нас допустят к генматериалу.

Что касается генофонда, хранящегося в Якутске, в шахте, в условиях вечной мерзлоты, куда в 1973–1976 гг. ВИР передал на хранение 10979 образцов из коллекции зерновых и бобовых культур, то, к сожалению, как считают “виновцы”, шахта не решает проблему. На протяжении уже более 20 лет на самом высоком уровне ведутся переговоры о строительстве современного генбанка в Санкт-Петербурге, принимаются решения, раздаются поручения, а стройки как не было, так и нет, а “Северное поле”, предназначенное под новый комплекс ВИРа, постепенно тает.

Учёными Агрофизического научно-исследовательского института разработана концепция создания мобильных и стационарных комплек-

сов (фитотехкомплексов) по круглогодичному производству высококачественной растительной продукции при искусственном освещении (рис. 1). Эти комплексы предназначены для ежедневного обеспечения свежей продукцией высокого качества персонала арктических станций, жителей вахтовых посёлков, экипажей надводных кораблей и нефтедобывающих платформ. Основным звеном фитотехкомплексов являются оригинальные энергоэкономичные светоустановки, размещённые в производственных помещениях с микроклиматическим оборудованием, обеспечивающим требуемые режимы температуры, влажности, газового состава, циркуляции, вентиляции воздуха. Новизна технических решений подтверждена наличием у института соответствующих патентоохранных документов. Было бы целесообразно включить исследования по разработке фитотехкомплексов в Государственную программу по развитию Арктической зоны.

Вклад российских учёных в исследование проблем природопользования в Арктике нашёл широкое международное признание. Картографической основой Почвенного атласа Северного Циркумполярного региона, изданного Европейской комиссией ЕС, послужила Почвенная карта РСФСР, подготовленная Почвенным институтом им. В.В. Докучаева и являющаяся в настоящее время базой Государственного реестра почвенных ресурсов страны.

Большую долю арктических земель сельскохозяйственного назначения занимают олени пастбища. Поскольку ежегодно значительная их часть отводится под строительство трубопроводов, автодорог и вахтовых посёлков, то в результате техногенного воздействия интенсивно разрушается почвенно-растительный покров тундровых земель, нарушается природное равновесие естественных экосистем, развиваются эрозийные процессы.

Учитывая низкую способность почвенно-растительного покрова тундры к самовосстановлению, учёными НИИСХ Крайнего Севера и Нарьян-Марской сельскохозяйственной опытной станции разработаны надёжные технологии биологической рекультивации нарушенных земель (рис. 2). Одновременное использование кустарниковой растительности местного происхождения (ольховник, ива), многолетних низовых злаковых трав и минеральных удобрений позволяет в 2–3 раза ускорить процесс восстановления растительного покрова и в 7 раз повысить продуктивность сформированных сообществ.

В целях обеспечения продовольственной безопасности Кольского полуострова, связанного с материком только узким перешейком, с 1930-х годов в регионе уделяется повышенное внимание развитию молочного животноводства. В Мурманской области проведена крупномасштабная гол-



Рис. 2. Буровая площадка до (вверху) и после (внизу) рекультивации почв

штинизация крупного рогатого скота (быки-производители голштинской породы используются для скрещивания с коровами других пород, что приводит к улучшению породы). Область уверенно занимает первое место в стране по продуктивности коров. В настоящее время завершается селекционная работа по созданию нового мурманского типа холмогорской породы скота с генетическим потенциалом продуктивности 11 тыс. кг молока от животного в год.

Разработаны оригинальные методики селекционно-племенной работы по созданию высокопродуктивного стада северных оленей путём выявления внутривидовой генетической изменчивости и идентификации популяций. В целях сохранения генетического потенциала пород северных оленей ведутся работы по созданию банка семени.

Экстремальные климатические условия заполярных районов и национальные предпочтения местного населения диктуют необходимость развития мясного табунного коневодства, что также поможет решить вопросы полноценного питания населения и обеспечения трудовой занятости.

Учёными ВНИИ коневодства совместно с якутскими коллегами созданы новые специализированные мясные породы и внутрипородные типы лошадей для районов Заполярья. Уникальным на сегодняшний день является опыт выведения янского и колымского внутрипородных типов якутской породы лошадей, которые являются самыми северными популяциями в мире.

Большое место в хозяйственной структуре Арктической зоны занимает рыбный комплекс. Мы прослушали великолепный доклад по этой теме. Морская рыба хороша, но не стоит забывать и о внутренних водоёмах (озёра, реки), которые могут дать десятки тысяч тонн великолепной рыбы.

Советский Союз занимал одно из ведущих мест по производству, добыче и поставке на международный рынок пушнины, и от её реализации страна ежегодно получала сотни миллионов долларов. Однако совместными усилиями реформаторов была разрушена стройная сеть клеточного пушного звероводства, охотничий промысел пустили на самотёк, а конкуренты на рынке пушнины обвинили Россию в негуманных методах охоты и забоя зверей (не те клетки, не те капканы). Как показали научные исследования институтов охотоведения и пушного звероводства, несмотря на весь негатив, тундра и прилегающие территории всё ещё богаты соболем, песцом, норкой, куницей (не говоря уже об оленях, овцебыках, снежных баранах, миллионах пернатых), и пока не поздно им надо уделить особое внимание, в том числе и в научном плане.

Наши учёные совместно со специалистами Федерального агентства по государственным резервам провели уникальные исследования по длительному хранению пищевых продуктов в условиях вечной мерзлоты. Летом 1973 г. участники экспедиции во главе с Д.И. Шпаро обнаружили на западном побережье полуострова Таймыр продовольственный склад, заложенный в 1900 г. в вечную мерзлоту Русской полярной экспедицией, снаряжённой Императорской Санкт-Петербургской академией наук, под руководством путешественника Э.В. Толля. После изучения образцов пищевых продуктов по показателям качества был сделан вывод, что условия вечной мерзлоты дают возможность их длительного хранения (природный холод). Исследования в этом направлении решено было продолжить. С этой целью в 1974, 1980, 2004, 2010 гг. в вечную мерзлоту были заложены различные пищевые продукты, одновременно проводилась выемка ранее оставленных. Всего было изучено более 100 наименований продуктов.

В настоящее время в связи с реорганизационными изменениями, произошедшими в науке, дальнейшая судьба и возможность продолжения исследований по проблемам АПК остаются неясными. Сотрудники научных организаций ждут принятия положительных решений о продолжении северных программ, имеющих огромное научное значение не только для России, но и для всех стран, чьи территории расположены в арктической зоне. Я надеюсь, что их ожидания не будут напрасными.

DOI: 10.7868/S0869587315060195

АКУСТИКА ГЛУБОКОВОДНОЙ ЧАСТИ СЕВЕРНОГО ЛЕДОВИТОГО ОКЕАНА И АРКТИЧЕСКОГО ШЕЛЬФА РОССИИ

ДОКЛАД АКАДЕМИКА А.Г. ЛИТВАКА

Институт прикладной физики РАН
litvak@appl.sci-nnov.ru

Хорошо известно, что низкочастотные акустические сигналы в диапазоне десятков и первых сотен герц являются эффективным средством диагностики толщи океана на больших расстояниях — до сотен и даже тысяч километров. Более того, никакие другие волновые “инструменты” не обладают подобными возможностями, низкочастотная акустика зачастую не имеет реальной альтернативы как средство решения широкого круга самых разных задач при исследовании океана. Этот важнейший факт был осознан уже более полувека назад после открытия явления дальнего распространения звука в океане и его теоретического обоснования. В этой связи нельзя не отметить выдающийся вклад академика Л.М. Бреховских — основоположника акустики океана как отдельной отрасли науки в нашей стране и в мире.

Что касается локальных задач, например, в масштабах первых десятков километров, то они также относятся к традиционному “полю зрения” гидроакустики (в диапазонах более высоких частот). В таких пространственных масштабах роль акустических методов и средств в комплексных исследованиях Арктики представляется не менее важной. Отметим, что дальность действия оптических систем в морской воде не превышает нескольких десятков метров, а более проникающие в толщу океана низкочастотные электромагнитные сигналы не в состоянии обеспечить высокую разрешающую способность.

Очевидно, что подводная акустика обладает исключительно высоким потенциалом “двойного назначения”, поскольку даёт возможность и средства диагностики не только океана и протекающих в нём процессов, но и подводных объектов, подводной связи с такими объектами, а также подводной навигации.

С учётом такой высокой значимости акустики океана во всей совокупности её фундаментальных и прикладных аспектов неудивительно, что она занимает заметное место в спектре работ ряда ведущих институтов Академии наук, в том числе

Института прикладной физики РАН (ИПФ РАН), Института общей физики им. А.М. Прохорова РАН (ИОФ РАН), Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН (ИО РАН). Коллективы институтов внесли существенный вклад в развитие этой области науки, причём многие из полученных результатов представляют сегодня особый интерес именно под “арктическим углом зрения”, не говоря уже о том, что некоторые из них были получены непосредственно в Арктике — как в глубоководной её части, так и на шельфе.

Несколько лет назад на заседании Президиума РАН обсуждался вопрос о состоянии исследований институтов в области низкочастотной акустики океана [1]. Уже тогда обращалось внимание на то, что в приложении к изучению Арктического бассейна акустика в состоянии дать исключительно эффективные методы и технологии. За прошедшие годы актуальность этого тезиса только возросла, как и необходимость принятия соответствующих решений по развитию данного направления.

Специфика Северного Ледовитого океана как акустической среды. Как известно, Северный Ледовитый океан относительно небольшой, поэтому оценки масштабов возможных акустических трасс в Арктике не превышают ~2–3 тыс. км, что, действительно, не столь много в сравнении с теми экспериментами, которые были реализованы в других океанах на масштабах трасс до 10 тыс. км и более, когда звуковые сигналы регистрировались после прохождения через всю толщу Мирового океана. Однако, и это крайне важный момент, Северный Ледовитый океан имеет свою специфику как акустическая среда, причём как явно усложняющую, так и облегчающую решение задач по его диагностике.

К усложняющим факторам следует отнести: наличие ледового покрова, который приводит к значительному ослаблению звука при его подводном распространении; сильную неравномерность профиля дна и необычно большую долю области

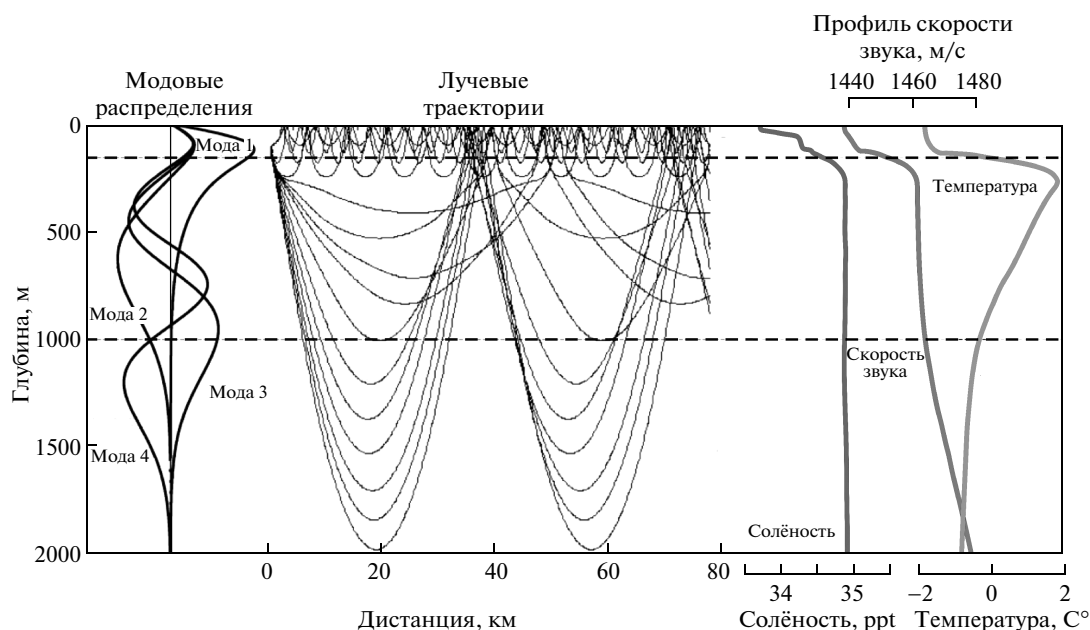


Рис. 1. Вертикальный разрез арктического ПЗК

Приведены (слева направо): профили первых 4-х мод и траектории лучей (для частоты звука 20 Гц); глубинные профили солёности, скорости звука, температуры. Горизонтальными пунктирными линиями отмечены примерные границы слоя полярных вод (в верхней части канала) и промежуточного слоя атлантических вод

шельфа, которая занимает около трети всей площади океана, что тоже является фактором повышенного затухания из-за граничных эффектов утечки звука в донные породы; циркуляцию существенно различных (по таким важным гидроакустическим параметрам, как температура и солёность) водных масс благодаря проникновению в океан вод Северо-Восточной Атлантики и северной части Тихого океана; весьма сильную и разномасштабную гидрологическую изменчивость в отдельных районах. К перечисленному можно добавить и суровые климатические условия для выполнения натурных исследований, хотя этот фактор и не имеет явной акустической специфики.

Положительная для подводной акустики специфика Северного Ледовитого океана заключается в высокой устойчивости гидрологии глубинных арктических вод, относительно малой их подверженности сезонной изменчивости. Это своего рода “оборотная сторона” суровых полярных условий и значительного оледенения, но именно с этим связаны уникальные возможности крупномасштабной акустической диагностики и мониторинга Арктического бассейна.

Остановимся на этом важном вопросе подробнее. На рисунке 1 (заимствованном из доклада [2]) показан вертикальный разрез глубоководной части Северного Ледовитого океана, с помощью которого несложно понять, каким образом низкочастотные акустические сигналы могут успешно “работать” в качестве средства крупномасштаб-

ной диагностики Арктического бассейна. Видно, во-первых, что океан существенно неоднороден по вертикали и состоит из трёх слоёв водных масс: верхнего слоя всегда холодных и относительно пресных полярных вод (характерная толщина этого слоя невелика — 150–200 м), промежуточного слоя более тёплых и солёных атлантических вод, проникающих в Арктику в основном через пролив Фрама и циркулирующих на горизонтах до ~1 км, и глубинных арктических вод, уже более холодных и также солёных. В действительности различия в абсолютных значениях температуры и солёности относительно невелики (единицы процентов), но именно благодаря глубинной зависимости этих параметров, а также монотонно растущему с глубиной гидростатическому давлению формируется арктический подводный звуковой канал (ПЗК). Этот канал и обеспечивает трансарктическое распространение низкочастотного звука.

Подчеркнём, что с общефизической точки зрения арктический ПЗК, как и аналогичные каналы в других акваториях Мирового океана с весьма разнообразными профилями скорости звука по глубине, представляет собой рефракционный волновод. Как во всяком подобном волноводе, звуковое поле в ПЗК формируется совокупностью отдельных пространственных гармоник — нормальных волн (мод) или лучей [3]. Важно, и это также хорошо видно на рисунке, что разные моды, как и разные лучи, распространяются преимущественно в “своих” водных слоях. Следова-

тельно, можно попытаться построить такую схему акустического просвечивания Северного Ледовитого океана, способную обеспечить диагностику водных слоёв, которые оказываются столь различными с океанологической точки зрения.

Отметим другой принципиальный момент, а именно — температурный фактор. Известно, что скорость звука в воде растёт с повышением температуры. Эта зависимость относительно слабая, на уровне ~ 5 м/с на 1° (или ~ 0.003 относительной величины), но если речь идёт о распространении звука на дистанции до нескольких тысяч километров, то абсолютные изменения времени распространения сигнального импульса могут составлять уже заметную величину — порядка нескольких секунд.

Таким образом, основные физические свойства глубоководной части Северного Ледовитого океана буквально подсказывают нам возможность построения акустической системы, регистрирующей если не сами абсолютные значения температуры водной толщи, то их изменения, причём усреднённые сразу по всей протяжённой трассе распространения зондирующего сигнала. С точки зрения контроля климатической динамики в полярных широтах такая подсказка представляется крайне важной и даже революционной, поскольку речь идёт о мониторинге климатических трендов в толще гораздо более теплоёмкой и консервативной (в сравнении с атмосферой) природной среды — океана. Более того, при этом не требуется большого количества трудоёмких (особенно в полярных условиях) контактных измерений с последующим сведением и усреднением данных.

Что касается области российского арктического шельфа, относительно мелководной и обширной (характерные глубины окраинных морей Северного Ледовитого океана не превышают, как правило, десятков и первых сотен метров), то существенная акустическая специфика этих акваторий проявляет себя в других физических аспектах. Здесь также присутствует зависимость скорости звука от глубины и формируется подводный звуковой канал, но гораздо более значительными становятся, во-первых, фактор сезонной изменчивости, а во-вторых, фактор влияния морского дна, взаимодействие звукового сигнала с которым приводит к его повышенному затуханию. Следовательно, в таких каналах речь уже не может идти о трассах протяжённостью ~ 1000 км, масштабы “слышимости” и соответствующей диагностики здесь оказываются более скромными — от нескольких десятков до ~ 100 км, но при этом они более чем достаточны для решения многих важных практических задач.

Акустические методы мониторинга океанической динамики и климата. С точки зрения крупно-

масштабного мониторинга Северного Ледовитого океана его основная специфика заключается в принципиальной возможности селективной диагностики различных водных масс — верхнего слоя полярных и промежуточного слоя атлантических вод. Подчёркнём, что эти два слоя определяют фактически всю динамику термохалинной циркуляции в океане, климатическое значение которой выходит далеко за пределы самой Арктики и вообще северных широт. По сути, это один из климатообразующих факторов планетарного масштаба, и именно поэтому мониторинг температуры и солёности этих слоёв, как и состояния ледового покрова, признаётся исключительно актуальной задачей [4]. Например, уже проведена оценка ситуации, заключающейся в том, что если относительно тёплые атлантические воды выйдут под поверхность сквозь “крышку” полярных вод, то Северный Ледовитый океан весьма быстро и практически полностью освободится ото льда, что окажет колоссальное воздействие на климат Земли в целом.

Прежде чем перейти непосредственно к изложению полученных результатов, остаётся уточнить, какие именно характеристики зондирующего сигнала необходимо контролировать (измерять) для реализации схем акустического мониторинга. Это прежде всего время прохождения сигнала по протяжённой и стационарной акустической трассе, определяемое усреднённой скоростью распространения звука, и модовый состав принимаемого сигнала. Другими словами, необходимо временное разрешение тех сигнальных импульсов, которые придут на приёмную антенну по отдельным модам. На рисунке 1 хорошо видно, что первая мода низкочастотного звукового поля представляет собой потенциальный индикатор состояния верхнего слоя полярных вод, в то время как вторая мода диагностирует в основном промежуточный слой атлантических вод. Очень важным параметром является общая длина стационарной трассы: чем она больше, тем сильнее расходятся по времени прихода разные моды сигнала, распространяющиеся в разных слоях арктической толщи. В этом проявляется ещё один универсальный волноводный эффект — так называемая модовая дисперсия.

Таким образом, принципиальный подход к акустическому мониторингу климатических вариаций в Северном Ледовитом океане заключается в том, чтобы контролировать времена запаздывания звуковых сигналов на длинной (не менее 1 тыс. км) стационарной трассе, причём контролировать по отдельным модам и следить за изменением этих времён. Наибольший интерес представляет именно долговременная реализация подобной идеи на протяжении ряда лет, поскольку в противном случае мы можем надеяться только на регистрацию отдельных температурных событий

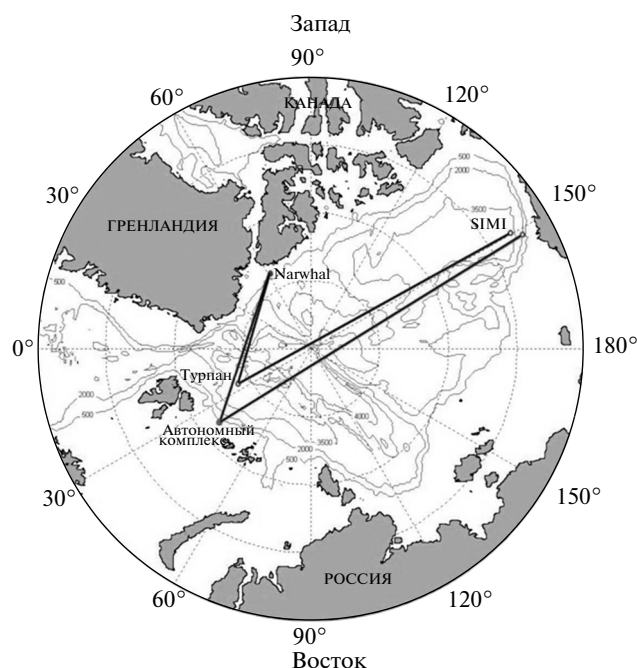


Рис. 2. Акустические трассы американско-российских экспериментов ТАР (1000 и 2600 км, излучатель был установлен в ледовом лагере “Турпан”) и АСОУС (1250 и 2800 км, автономный излучающий комплекс был установлен стационарно на якорь)

Приём сигналов осуществлялся вертикальными антеннами у берегов Канады и Аляски

сезонного характера, а не климатических трендов.

Сам подход и все наводящие соображения не кажутся сложными. Они опираются на общие для всех волноводов (в акустике, электродинамике, волоконной оптике и т.д.) особенности формирования волнового поля и учитывают специфику арктического канала как слоисто-неоднородной океанической среды, характеризующейся достаточно сильной дисперсией первых мод. Отметим также, что подобный “акустический термометр” Северного Ледовитого океана является одним из вариантов общей схемы акустической термометрии океана, основанной на использовании сверхдлинных (трансокеанских) акустических трасс в качестве регистраторов климатических трендов температуры океанических вод. Это предложение было сформулировано в конце 1980-х годов известным американским специалистом в области физической океанологии В. Манком [5] на основе того значительного опыта по сверхдальному распространению низкочастотного звука, который был уже к тому времени накоплен в США и СССР.

Также понятно, что практическая реализация подобного “термометра” оказывается крайне непростой с технической точки зрения. Необходимо излучать в канал не какие-то произвольные

зондирующие импульсы, но импульсы мощные и низкочастотные (чтобы обеспечить как можно более высокий уровень принимаемого сигнала на сверхдлинной трассе), точно синхронизированные и высокостабильные, при этом с определённым внутренним устройством (со специальной частотной или фазовой модуляцией, что необходимо для достижения высокого временного разрешения). Сами излучаемые импульсы могут быть достаточно редки, но общая продолжительность такого эксперимента (или серии экспериментов) должна быть значительной и исчисляться годами. Только одновременное выполнение всех этих условий даст возможность построения акустической системы мониторинга Северного Ледовитого океана, способной регистрировать климатическую изменчивость состояния арктических вод.

Остановимся теперь на результатах пилотных американско-российских экспериментов, которые убедительно показали практическую возможность создания системы акустического термометрии и климатического мониторинга океана. Эти эксперименты были выполнены ещё в 1990-х годах. Первый из них носил пробный характер, его основная задача заключалась в проверке принципиальной возможности реализации трансарктической акустической трассы с использованием низкочастотных сигналов. Он был выполнен в апреле 1994 г. и получил название Transarctic Acoustic Propagation (ТАР). Последующий эксперимент, опирающийся на успех первого, был спланирован как долговременный, его задача была ещё более амбициозной и нацеленной на демонстрацию возможности акустического мониторинга арктических вод на протяжении около двух лет (1998–1999). Эксперимент получил говорящее название “Наблюдения арктического климата с использованием подводного звука” (Arctic Climate Observations using Underwater Sound) и, соответственно, его аббревиатура (АСОУС) говорила также о многом: в почти буквальном смысле этот эксперимент ставил своей целью “услышать” потепление водной толщи Северного Ледовитого океана.

На рисунке 2 показаны акустические трассы, на которых были выполнены эти пионерские эксперименты. Масштаб трасс составлял от 1000 до 2800 км, то есть речь идёт об акустическом мониторинге всего Арктического бассейна, а не отдельных его акваторий. Последнее не исключает, конечно, важности постановки более локальных (мезомасштабных) задач арктического мониторинга, например, пролива Фрама, через который атлантические воды проникают в Арктику, или моря Бофорта, к необычному характеру циркуляции вод в котором (так называемой “линзе Бофорта”) сейчас приковано повышенное внимание океанологов.

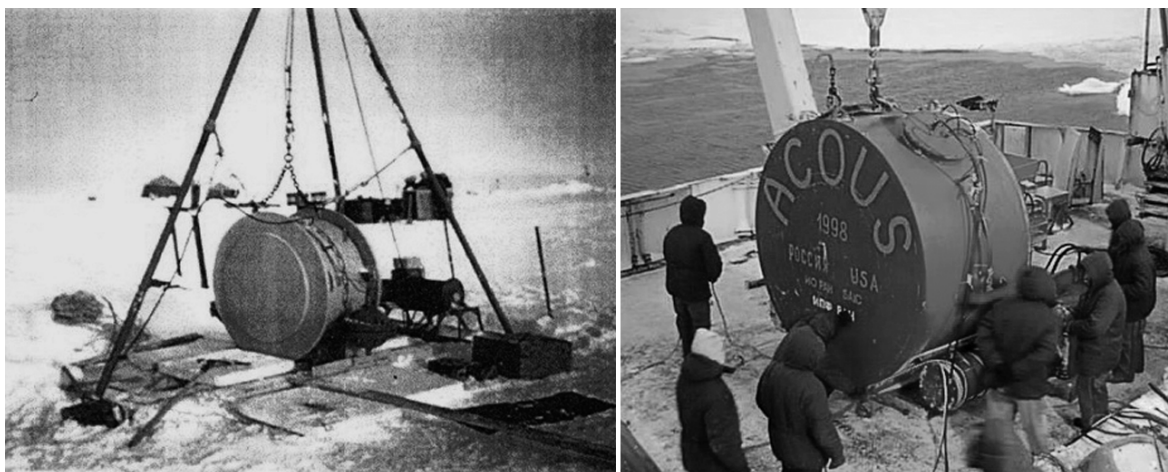


Рис. 3. Низкочастотные излучатели, разработанные ИПФ РАН для реализации экспериментов ТАР (слева) и ACOUS (справа)

В обоих экспериментах схема организация работ была одинаковой и паритетной. Российская сторона, а именно ИПФ РАН, обеспечивала излучение — те самые мощные низкочастотные и сложно-модулированные сигналы, принципиальные требования к которым мы уже обсудили. Американская сторона (корпорации SAIC, MIT и ряд других институтов) обеспечивала приём сигнала на протяжённые вертикальные антенные решётки, которые были установлены у берегов Канады и Аляски. Полученные данные обрабатывались совместно, и здесь ключевую роль сыграли специалисты ИО РАН. Важно, что оба акустических эксперимента имели поддержку со стороны прямых океанологических измерений, которые были выполнены с помощью американских подводных лодок. Таким образом, это пример успешного международного научного сотрудничества: с обеих сторон участвовали ведущие институты и специалисты, а сами проекты выполнялись в рамках межправительственного соглашения (по известной в своё время программе “Гор—Черномырдин”).

Нельзя не остановиться на тех уникальных излучателях, созданных в ИПФ РАН, которые собственно и обеспечили успех всего дела (рис. 3). Первый из них был установлен на глубине 60 м со льда в российском ледовом лагере “Турпан”, недалеко от островов Земли Франца-Иосифа, где начинались две трассы эксперимента ТАР. В организации этих трудных работ и их океанологическом обеспечении большую роль сыграли специалисты ИОФ РАН и ИО РАН. Рабочая частота излучателя составляла 19.6 Гц, режим излучения — синхронизированные посылки растянутых во времени фазоманипулированных сигналов, согласованная обработка и сжатие которых в приёмных системах позволили обеспечить высокую

разрешающую способность и выделение импульсов, отвечающих первым модам звукового поля. Излучающий комплекс ACOUS был уже полностью автономным и установлен примерно в том же районе и на той же глубине, но стационарно, на якорь (это было сделано в рейсе научно-исследовательского судна “Академик Фёдоров” в октябре 1998 г.). На фотографии излучающего комплекса, сделанной на палубе судна перед спуском его под воду, видны не только размеры, но и названия всех трёх основных участников этого беспрецедентного международного проекта: ИО РАН, SAIC, ИПФ РАН. Заслуживают упоминания и ключевые параметры комплекса: низкая несущая частота 20.5 Гц, высокая излучаемая мощность (195 дБ относительно 1 мкПа на расстоянии 1 м, или 250 Вт), сосредоточенная в очень узкой спектральной полосе, и стабильность (синхронизация) времени излучения импульсов, которая обеспечивалась рубидиевым стандартом частоты на уровне 10^{-11} . Вся “начинка” излучателя располагалась, естественно, внутри, как и аккумуляторные батареи, рассчитанные на общий срок автономной работы до 26 месяцев. Ни до, ни после в подводной акустике подобных разработок не было, и приобретённый опыт, как и сами излучатели, может оцениваться как пионерский.

Итак, что же удалось показать в результате выполнения этих экспериментов? Не останавливаясь подробно на деталях, коротко можно сказать, что удалось главное — зарегистрировать потепление вод Северного Ледовитого океана. Первый эксперимент ТАР показал заметное, примерно на 0.4° , потепление вод за период ~ 15 – 20 лет, предшествующий его проведению [6]. Этот вывод был сделан путём сравнения акустических данных (времени распространения сигнальных импульсов по первым модам канала) с численными рас-

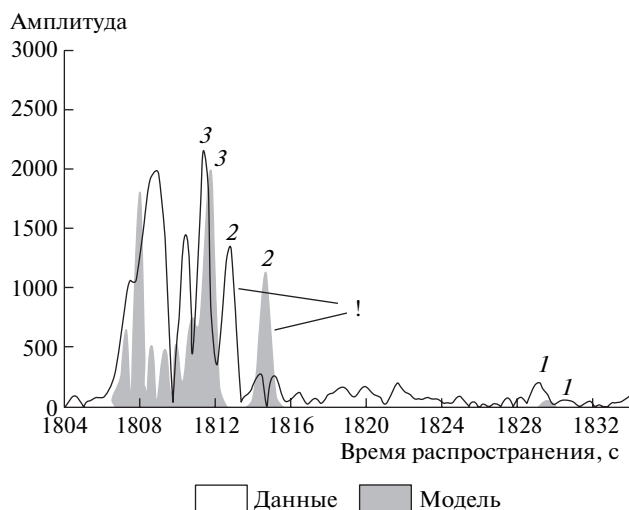


Рис. 4. Обработка данных эксперимента ТАР

Модовые импульсы, разрешение которых по временам прихода на трассе “Турпан” — SIMI (2600 км, см. рис. 2) позволили сделать вывод о потеплении промежуточного слоя атлантических вод; цифры (1, 2, 3) соответствуют номерам мод звукового сигнала; “данные” — результаты акустических измерений, “модель” — результаты модельных расчётов

чётами на основании базы данных по гидрологии океана 1970-х годов для этих же трасс. Примечательно, что одно из первых сообщений о результатах эксперимента было сделано на сессии Отделения общей физики и астрономии РАН в 1995 г. авторским коллективом, представляющим все три российских института — участника этой программы (ИО РАН, ИПФ РАН, ИОФ РАН) [7].

Ещё более впечатляющим представляется ответ на другой вопрос: какие же именно воды потеплели из тех трёх, что составляют “арктический пирог” (см. рис. 1)? Оказалось, что потеплели воды промежуточного слоя, которые несут в Арктику тепло более южных атлантических широт. Этот вывод следует из рисунка 4. Видно, что только вторая мода обнаружила заметное, около 2 с, ускорение своего распространения, соответствующее указанному росту средней по трассе температуры, а не первая или третья. Эти моды также разрешились по времени и тоже могли бы быть индикаторами климатических изменений, но воды на соответствующих им глубинах практически не изменились за те два десятилетия, не изменились и времена их приходов. Отметим также хорошо видную здесь особенность первой моды: она имеет наименьшую скорость и амплитуду сигнала, что обусловлено физическими особенностями верхнего слоя — низкими значениями солёности и температуры, а также повышенным затуханием звука из-за подлёдного распространения.

Результаты пилотного проекта ТАР представляются не просто важными, но и по-своему красивыми: зондирующие сигналы “бегали” по

трансарктическим трассам, под суровыми полярными льдами, но позволили в итоге “услышать” потепление атлантических вод. Низкочастотная акустика оказалась действительно весьма тонким инструментом селективной диагностики Северного Ледовитого океана.

Полученные результаты не означают, однако, что возможности этого инструмента ограничены только промежуточным слоем. Аналогичный подход может быть развит для контроля состояния верхнего слоя холодных полярных вод, экранирующего арктические льды от тепловой интрузии атлантических вод и предохраняющего их тем самым от исчезновения. Но применительно к этому слою особый интерес представляют дистанционные методы контроля его солёности, а не температуры [8]. Обратившись снова к рисунку 1, можно увидеть, что прижатый к поверхности волновод первой моды формируется в основном глубинным профилем солёности, и её изменчивость, следовательно, оказывает влияние на скорость распространения сигнала на первой моде аналогично тому, как вторая мода “чувствует” изменчивость температуры атлантических вод.

Последующий долговременный эксперимент ACOUS, как и ожидалось, показал ещё большее [2, 9]. Выяснилось, что тренд потепления не только продолжился к концу 1990-х годов, но и заметно усилился: следующие $\sim 0.5^\circ\text{C}$ промежуточные атлантические воды “накопили” не за два десятилетия, а за те несколько лет, которые прошли между двумя экспериментами. Это означает, что скорость потепления возросла в разы и составила уже $\sim 0.1^\circ\text{C}/\text{год}$. Более того, неожиданно обнаружилось, что промежуточные атлантические воды относительно резко потеплели сразу на 0.2°C во второй половине 1999 г., непосредственно в ходе эксперимента, и, следовательно, вбросили в арктическую толщу дополнительный запас тепла. Причём акустические данные (путём некоторой сложной обработки модовых сигналов) позволили даже показать эволюцию этой тепловой интрузии вдоль трассы, то есть дополнительно к интегральным оценкам потепления добиться горизонтального разрешения в обратной задаче реконструкции теплового распределения в толще океана [9].

Разумеется, акустика выступает здесь только в роли средства регистрации океанологической изменчивости и не в состоянии ответить на вопрос о её причинах. Почему атлантические воды, циркулирующие в Северном Ледовитом океане, проявляют подобную краткосрочную и весьма сильную изменчивость, каковы возможные механизмы этого процесса, прямые и обратные связи — все эти важные вопросы выходят за рамки акустики. Однако то, что за последние несколько десятилетий Арктика заметно сократила свой ледовый покров, а сам лёд приобрёл другие свойства,

хорошо известно по многим данным, прежде всего спутниковым. Возможно, одна из причин кроется именно в подобных тепловых интрузиях с водами северо-восточной Атлантики. Но каков их характер — спорадический или периодический, какова динамика, каковы возможности прогноза? Для выяснения этого и нужен долговременный акустический мониторинг, причём не только самих температурных вариаций, но и отклика на них ледового покрова и приповерхностного слоя полярных вод.

Несмотря на столь сильные и многообещающие результаты пилотной программы TAP-ACOUS и подготовку следующего крупного проекта, ничего подобного больше сделано не было. Однако в последние годы ведущие арктические державы сообща приступили к построению нового поколения систем акустической диагностики и мониторинга в океане, причём на разных масштабах. Некоторые из этих международных проектов уже выполнены, другие запланированы на ближайшие годы. Например, проект ACOBAR (ACoustic technology for OBserving the interior of the ARctic ocean) по акустической томографии пролива Фрама начался ещё в 2008 г. и уже реализован [10]. Характерные масштабы акустических трасс в нём составляли ~100–300 км — типичные для мезомасштабной томографии океана. Следующий крупномасштабный проект AURORA (Arctic Undersea Regional Observatory for Research and Analysis) ориентирован на мониторинг центральной глубоководной части Северного Ледовитого океана. Он объединяет целую сеть акустических трасс различной протяжённости, до 1000 км. На сегодняшний день это, по-видимому, самый передовой рубеж арктической акустики.

Важно, что наши западные коллеги не только продолжают развивать идеи и методы арктического мониторинга, но и создают необходимую инфраструктуру для выполнения подобных долгосрочных проектов, двигаются по пути комплексирования различных технических средств. Паритета или определённого нашего опережения в некоторых разработках, которые можно было констатировать двумя-тремя десятилетиями ранее, практически нет, сегодня мы отстаём и потому остаётся надеяться только на способность к ускорению в “игре в догонялки”. Нет сомнений, что необходимый потенциал у нас имеется, поскольку за прошедшие годы были предложены и успешно апробированы новые подходы к разработке мощных низкочастотных излучателей, созданы чувствительные многоканальные приёмные системы, выполнены крупные экспериментальные исследования. В настоящее время институты Российской академии наук готовы к работам по развитию ранее выполненных проектов на новом уровне технических решений и с

учётом приобретённого научного и технологического опыта.

При анализе сложившейся ситуации следует иметь в виду ещё одно важное обстоятельство. Проекты в области акустической диагностики и мониторинга акваторий Северного Ледовитого океана с успехом могут исполнять роль проектов двойного назначения. Если Россия позиционирует себя как ведущая арктическая держава и не планирует в дальнейшем исполнять незавидную роль “арктического статиста”, то этот вызов необходимо принимать, причём достаточно быстро.

Когерентные методы морской сейсмоакустики. Разработки и исследования в области морской сейсморазведки не являются направлением, специфическим именно для Арктики, но имеют здесь особые перспективы развития, тем более, что сегодня Россия практически не обладает передовыми технологиями и средствами на уровне других морских держав, ведущих разведку месторождений на шельфе Мирового океана. Российские компании закупают эти разработки “под ключ” вместе с арендой специальных судов и необходимых технических комплексов.

Следует в общих чертах напомнить, как выглядит сегодня морская сейсморазведка. Буксируется приёмно-излучающий комплекс, излучатели “бьют” мощными импульсами из воды в дно, которые затем, после отражений от внутренних границ раздела, возвращаются в водный слой и регистрируются многочисленными приёмниками антенны (объединённые в так называемые сейсмокоды, которые могут содержать сотни и тысячи приёмных элементов). Последующая обработка принятых сигналов по временам их задержек позволяет реконструировать более или менее точно и однозначно вертикальный разрез донных пород до тех глубин, на которых вернувшиеся оттуда импульсы ещё различимы на фоне шумов. На этом сейсмоакустическая задача заканчивается, начинается интерпретация полученного разреза и выработка рекомендаций геофизиками — по оценке состава донных пород, по тому, что добывать, где и как бурить. Если судно буксирует сразу набор таких антенн, то есть планарную систему излучателей и приёмников, то появляется возможность для построения трёхмерного разреза.

Основной подход к решению проблемы повышения эффективности сейсмопрофилирования морского дна (глубины разреза и разрешающей способности) состоит в усилении мощности и сокращении длительности зондирующих импульсов. В качестве источников используются, например, пневмопушки — это действительно “пушки”, сигналы которых способны если не убить морскую живность сразу, то оказать серьёзное подавляющее воздействие на морскую фауну в радиусе многих километров. Характерный для них

диапазон максимального излучения составляет $\sim 10\text{--}100$ Гц, а значит, они распространяются далеко под водой. Акустическая мощность пневмопушек может составлять ~ 1 кВт для одиночных излучателей, используют также и батареи таких пушек, “стреляющих” синхронно. Другие подобные источники, например электроискровые разрядники (спаркеры) или электромагнитные бумеры, формируют аналогичного вида сигналы. Главный недостаток таких излучателей с точки зрения зондирования донной среды — слабая воспроизводимость и вообще плохая управляемость, то есть практическое отсутствие каких-либо возможностей “приготовить” специальные сигналы для их последующего (в приёмной системе) накопления и обработки в целях повышения разрешающей способности. Напротив, рутинный подход к повышению эффективности ограничен единственным тезисом — закачать больше энергии в каждый импульс и при этом сделать его как можно короче. Поэтому такие сигналы — серьёзная проблема для разработчиков не только с технической, но и с экологической точки зрения, тем более в экологически хрупких арктических акваториях.

Это только одна, хотя едва ли не самая важная, проблема. Можно отметить и другие, решения которых в настоящее время ещё не найдены. Они касаются, в частности, разведки месторождений в сложных акваториях — в условиях ледового покрова и высокого уровня помех реверберации, им обусловленной. Решением здесь мог бы стать переход на подводные буксирующие суда, но для столь громоздких приёмно-излучающих комплексов это представляется практически невозможным. Для подавления помех реверберации было бы эффективно формирование диаграммы направленности излучающей системы для фазировки основного излучения в определённые диапазоны углов. И в том и в другом случае необходимы компактные и относительно маломощные излучающие комплексы с возможностью управления режимами излучения. Кроме того, актуальным является высокое пространственное разрешение сейсмоакустического разреза именно в верхних слоях донных пород, что важно при поиске месторождений мелкого залегания, контроле буровых работ и т.д. Здесь будут наиболее эффективны сложномодулированные сигналы, которые не могут быть обеспечены “ударными” излучателями.

Таким образом, современные технологии морской сейсморазведки сталкиваются с целым рядом нерешённых задач. Конечно, они относятся не только к Арктике, но именно для этого региона их преодоление кажется особенно актуальным и по существу необходимым.

Каков же предлагаемый выход или, по крайней мере, перспективная альтернатива? Она за-

ключается в том, что мы называем когерентной сейсмоакустикой, то есть такой, которая основана на использовании сложномодулированных и взаимнокогерентных сигналов. При таком подходе к формированию зондирующего сигнала величина разрешающей способности определяется уже не длительностью “ударного” импульса, а качеством согласованной с излучаемым сигналом обработки в приёмной системе, сам же импульс при этом “растягивается” во времени специальным образом (с частотной или фазовой модуляцией). Если после согласованной фильтрации подключить к этому ещё и накопление серии принимаемых импульсов, пользуясь их высокой повторяемостью и высокой синхронизацией, то можно заметно повысить и выходное отношение сигнал/шум, другими словами — пропорционально увеличить глубину разреза и/или понизить требования к выходной мощности излучателя. Следовательно, проблема повышения эффективности морской сейсморазведки переходит из плоскости усиления мощности источника с минимально коротким импульсом излучения в плоскость повышения когерентных свойств относительно маломощных источников (и более высокочастотных) и построения соответствующих алгоритмов обработки сигналов.

В ИПФ РАН методы когерентной сейсмоакустики развиваются с середины 1990-х годов, получены интересные результаты, демонстрирующие их эффективность и возможности приложений [11]. Но это всё касается “сухопутной” сейсмоакустики, использующей когерентные наземные или скважинные источники. Если же говорить о морской сейсмоакустике, то основной сдерживающий фактор здесь — практическое отсутствие источников с требуемыми параметрами и тем потенциалом когерентности, который был бы достаточен для демонстрации ожидаемых преимуществ. Как и в работах по крупномасштабной диагностике и мониторингу толщи океана, главное — обеспечить “правильный” сигнал на входе в среду, удовлетворяющий нужному набору характеристик, что позволит применить необходимый арсенал методов обработки совокупности принимаемых сигналов после прохождения их через исследуемый объект (в данном случае — донные породы).

На основе того опыта, который накоплен в ИПФ РАН по разработке и использованию когерентных гидроакустических источников звука в различных диапазонах частот — от десятков Гц до единиц кГц, мы готовы предложить когерентную альтернативу традиционным технологиям сейсморазведки на шельфе [12]. С этой целью коллективом сотрудников ИПФ РАН и ИО РАН недавно выполнен демонстрационный эксперимент, который, на наш взгляд, убедительно показал принципиальную возможность повыше-

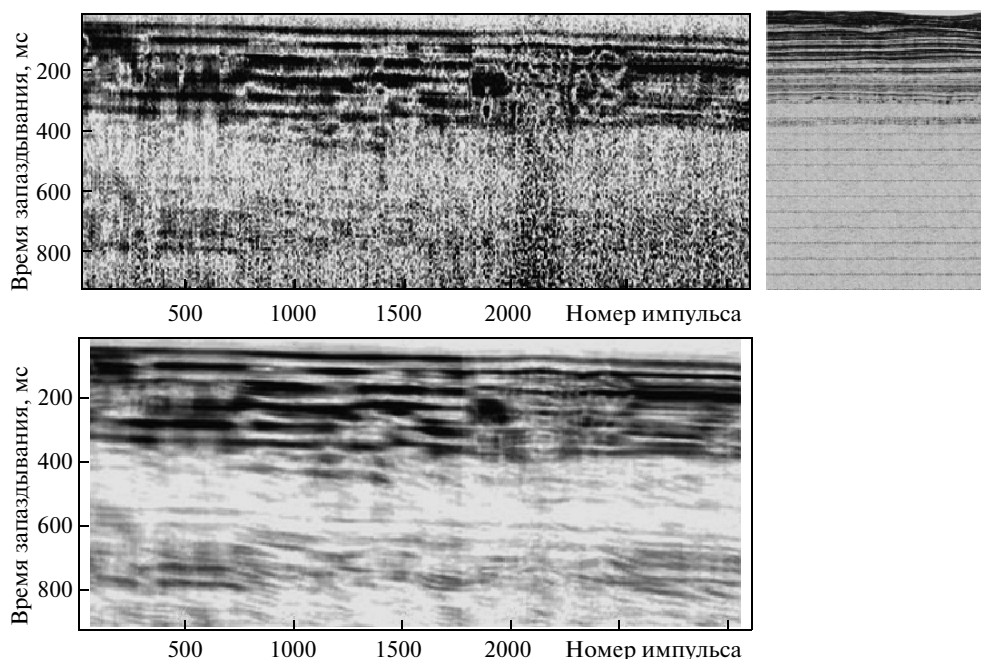


Рис. 5. Вертикальные разрезы структуры осадочных пород морского шельфа, полученные с применением метода когерентного сейсмоакустического зондирования: результат согласованной фильтрации отдельных ЛЧМ-импульсов (слева сверху), то же, с дополнительным траекторным накоплением серии 100 импульсов (слева внизу), справа — разрез, полученный стандартным методом с помощью некогерентного источника (спаркера)

ния эффективности сейсмоакустического зондирования дна при переходе на режим когерентного излучения [13]. Эксперимент был выполнен на акватории Каспийского моря, про которое, разумеется, можно сразу сказать: Каспий — это не Арктика! Но в данном случае важны не сама акватория и конкретный состав донных пород, речь идёт только о демонстрации принципиального подхода к построению системы диагностики, а не о разведке конкретных месторождений на арктическом шельфе. О таких работах мы пока сообщить не можем, но готовы подтвердить преимущества когерентного подхода в сравнении с традиционным, поскольку в этом эксперименте коллеги из ИО РАН также использовали стандартный искровой излучатель.

На рисунке 5 приведены некоторые результаты того эксперимента [13]. Видно, что разрешающая способность и качество сейсмоакустического разреза в целом не являются фиксированными, а зависят от параметра сложности (так называемой базы) излучаемых импульсов и от длительности когерентного накопления серии импульсов. Это означает, что качеством разреза можно эффективно управлять путём изменения параметров зондирующих сигналов (например, длительностью импульсов при заданной полосе частотной модуляции) и применения соответствующих процедур их когерентной обработки. В данном эксперименте число таких импульсов с линейной частотной модуляцией доходило до 100 (база их

была при этом относительно невелика — ~ 10), и эти числа — далеко не предел, они, скорее, отражают условия эксперимента. Именно применение процедуры импульсного траекторного (вдоль каждого слоя) накопления в сочетании с оригинальным методом адаптивной оценки наклонов отдельных слоёв позволило уверенно разрешить те слабоконтрастные (с низким уровнем отношения сигнал/шум) слои донной структуры, которые оказались практически не разрешимыми при использовании стандартного спаркера. В результате, если прямо сопоставить используемый нами когерентный излучатель с довольно скромной акустической мощностью около 100 Вт и реализованным суммарным выигрышем когерентной обработки 30 дБ, и некогерентный источник типа пневмопушки или спаркера, то эквивалентная мощность ему потребуются совсем другая — на уровне 100 кВт (!). Частотные диапазоны у когерентных сигналов были выше — около 200 и 800 Гц, что также важно как с точки зрения демонстрации эффективности методов (несмотря на большее затухание с повышением частоты, глубина разреза оказалась даже больше), так и из экологических соображений.

Результаты пробных экспериментов весьма обнадеживающие, но вместе с тем очевидно, что не стоит их переоценивать. Для корректной оценки реальных перспектив нужны дополнительные натурные исследования практических возможностей когерентной сейсмоакустики на шельфе.

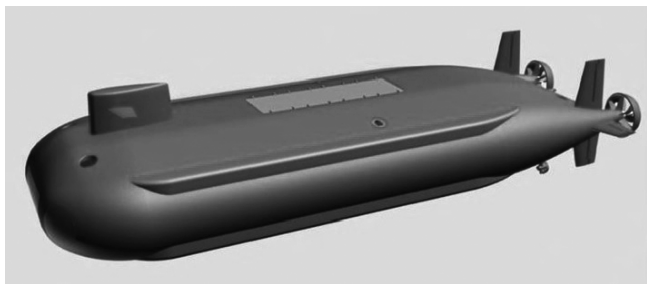


Рис. 6. Эскиз подводного судна-буксировщика, оснащённого когерентным приёмно-излучающим комплексом донной сейсморазведки (совместная разработка ИПФ РАН и ОАО «ЦКБ «Лазурит»»)

И такие перспективы есть, реализация их в акваториях арктических морей представляется необходимой.

Последовательно развивая когерентный подход к построению систем морской сейсмоакустики, ИПФ РАН в сотрудничестве с рядом нижегородских судостроительных конструкторских бюро выполнил и некоторые эскизные проектные разработки соответствующих судов-буксировщиков для когерентной сейсморазведки морского дна в условиях Арктики. На рисунке 6 показан один из таких проектов — подводное судно, оснащённое когерентным излучателем (зона освещённости которого формируется непосредственно под судном) и приёмной антенной [14]. Выше мы уже обращали внимание на то, что в условиях ледового покрова современные суда сейсморазведки работать не могут, возможна только подводная буксировка приёмно-излучающего комплекса. Но именно для этого гораздо лучше подходят компактные и относительно лёгкие маломощные излучатели, а чтобы их эффективно использовать, они должны быть когерентными, иначе они просто не смогут обеспечить требуемые характеристики разреза. Представленный здесь пример — пока только эскизный проект, хотя и продуманный до всех судостроительных деталей. Можно надеяться, что его воплощение — дело не такого далёкого будущего. Отечественная судостроительная промышленность готова обеспечить добывающие компании современными технологиями и средствами.

Прикладная акустика Арктического бассейна и технологии двойного назначения. Это направление представляется вполне самостоятельным и тоже очень важным, что не означает, однако, потребность в каких-то особых акустических методах — напротив, в идейной основе многие подходы, по сути, универсальны. В этом и заключается основной смысл самого термина “двойное назначение”.

Наиболее важно, что разработка прикладных практических систем требует хорошего знания гидроакустики в конкретных акваториях. Другими словами, необходимо достаточно точно знать, как будут распространяться сигналы на тех или иных частотах, каково будет их затухание, какими конкретно будут статистические искажения и флуктуации, каковы будут уровни реверберации сигнала из-за рассеяния на взволнованной поверхности или неровностях дна — масса конкретных вопросов, требующих количественных ответов. Если говорить о северных окраинных морях нашей страны, то есть об арктическом шельфе, то для гидроакустики здесь достаточно много белых пятен. Отстаём мы и с внедрением современных информационных технологий для построения комплексированных систем наблюдения и диагностики наподобие тех, что развёртывают сегодня в Арктике страны Северной Европы и США. Таким образом, и в этом направлении остаётся большое поле для передовых исследований и разработок в области акустики. Но многое уже сделано, и мы располагаем сегодня хорошим заделом для дальнейшего развития этого направления [1], прежде всего, опытом разработки и использования передовых технических средств, причём речь идёт об оригинальных разработках институтов РАН, которыми академия может по праву гордиться. Конечно, промышленные научно-исследовательские институты и конструкторские бюро тоже разрабатывают специализированные технические средства, решают свои задачи, но вместе с тем целый ряд наших разработок востребован в оборонной промышленности и ВМФ, уже есть успешный опыт их внедрения.

Примеры некоторых из таких систем приведены на следующих двух рисунках. На рисунке 7 показана излучающая антенная решётка, созданная в ИПФ РАН для выполнения экспедиционных исследований в Баренцевом море. По отдельности это довольно компактные излучатели, их рабочий диапазон — первые сотни Гц, но при объединении в решётку, причём с возможностями электронного управления режимами излучения и формирования диаграммы направленности, они становятся высокоэффективным средством создания в подводном канале сигналов, различных как по пространственным характеристикам, так и по частотным. На рисунке 8 показаны разработки ИПФ РАН и ИОФ РАН в области создания приёмных антенных систем. Это гибкие кабельные антенны, объединяющие набор подводных приёмников звука (гидрофонов), которые могут быть установлены в акватории стационарно или буксироваться (в последнем случае могут применяться методы синтеза апертуры, дополнительно повышающие потенциал приёмной системы). Здесь

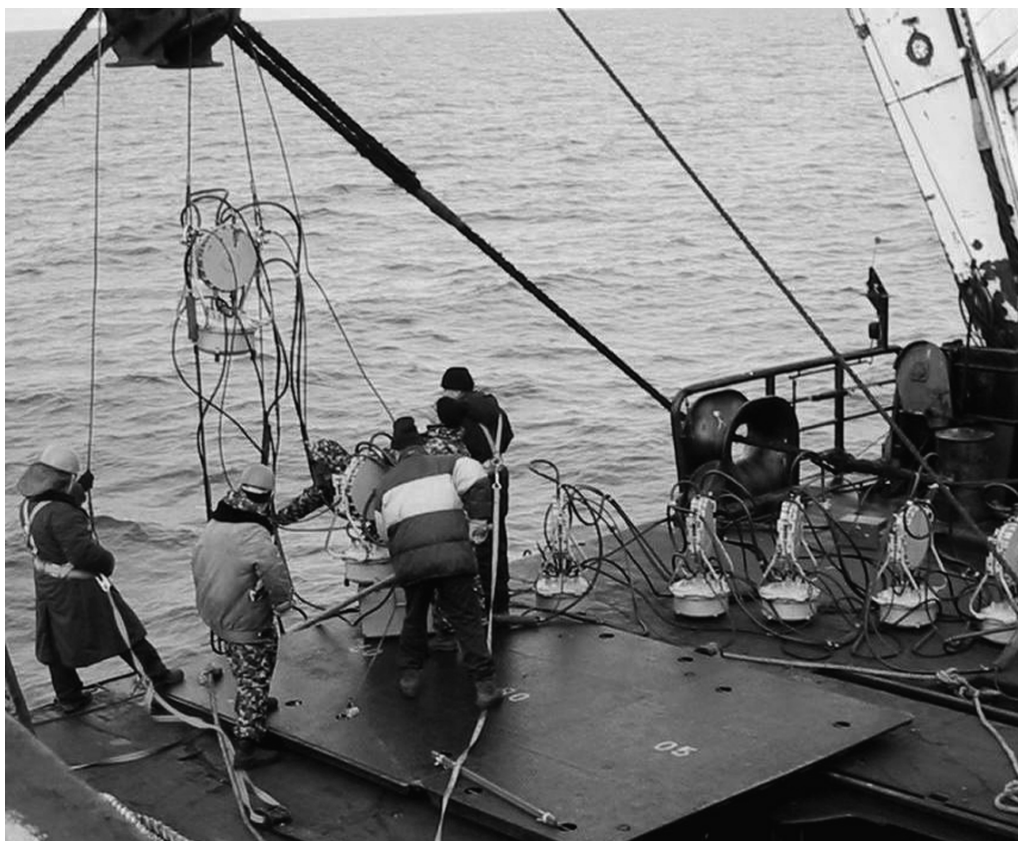


Рис. 7. Установка излучающей антенной решётки, состоящей из 16 гидроакустических излучателей в ходе выполнения сотрудниками ИПФ РАН экспериментов по маломодовой акустике мелкого моря

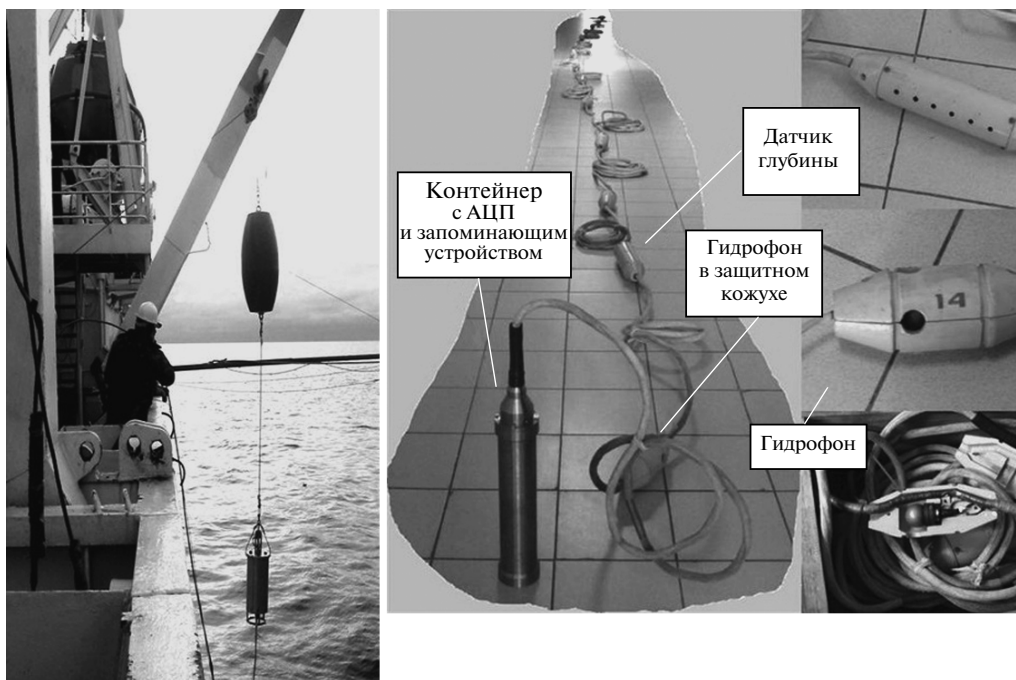


Рис. 8. Кабельные приёмные гидроакустические антенны, разработанные ИПФ РАН (слева) и ИОФ РАН (справа) Правый рисунок показывает состав такой антенны, состоящей из набора гидрофонов, герметичного контейнера с блоком сбора и первичного преобразования сигналов, датчиков позиционирования и связующего кабеля

важен переход на цифровые средства регистрации сигнала (цифровые гидрофоны), что даёт серьёзные технологические преимущества как по уровню шумов и кросс-канальных помех, так и по динамическому диапазону приёма сигналов и скорости передачи данных для их последующей обработки.

Подчеркнём ещё раз, что примерно треть Северного Ледовитого океана приходится на области шельфа, причём значительная его часть — это окраинные моря России. В отличие от той относительной стабильности, которая характерна для трансарктических глубоководных трасс, здесь, напротив, условия распространения сигналов весьма подвержены сезонной изменчивости, и морское дно, которое не столь существенно для звука в глубоководных звуковых каналах, здесь, на шельфе, — один из главных “камней преткновения”. Океанологам хорошо известно, насколько морское дно может быть неравномерным и пространственно неоднородным по составу верхнего слоя осадочных пород, насколько могут быть изменчивыми от зимы к лету и наоборот мелководные каналы северных морей с точки зрения их гидрологии. Очевидно, вся эта изменчивость явно влияет на характеристики сигналов, распространяющихся в таком канале. Всё это надо тщательно исследовать и буквально калибровать те акустические трассы на арктическом шельфе, которые нужны флоту для построения систем наблюдения и предупреждения морских угроз, систем подводной связи и т.п.

Учёные ИОФ РАН неоднократно проводили измерения затухания звука в Баренцевом море, им удалось показать, что эти величины могут меняться на порядок в различных районах и достигать до нескольких дБ/км (в диапазоне первых сотен Гц). Это означает, что на порядок меняется один из основных параметров уравнения гидролокации, столь важного для оценки эффективности систем подводного обнаружения.

Также важным может оказаться и совсем другой аспект проблемы. Само появление столь высокого затухания есть, по физическим соображениям, свидетельство высокого показателя преломления звука в дно, в результате чего звуковой сигнал по мере распространения достаточно быстро “вытекает” из подводного канала. А это, в свою очередь, явно указывает на то, что в таком дне мала скорость звука, она должна быть ниже скорости звука в водном слое. И это, действительно, так — в некоторых районах эта скорость составляет сотни метров в секунду. Одна из возможных причин — повышенная газонасыщенность пород, хотя бы даже на уровне малых концентраций порядка долей процента [15]. Следовательно, можно предположить реальную возможность ди-

станционного акустического способа оценки газонасыщенности верхнего слоя донных пород, причём оценки интегральной по всей трассе, как и в термометрии. Если это свойство донных пород есть “след” присутствующих в глубине нефтегазовых месторождений, то такие районы аномального затухания звука, своего рода “акустические ямы”, становятся интересными с точки зрения разведочной геофизики. По крайней мере, акустика могла бы предложить методы и средства для предварительной диагностики и оконтуривания таких перспективных районов, а геофизика — дать затем более точные указания на предмет промысловых перспектив.

Это пока совсем свежие выводы, и чтобы оценить реальный потенциал подобных диагностических подходов, нужны, конечно, специальные акустические исследования непосредственно на уже разведанных месторождениях.

К отмеченным сложностям гидроакустики мелкого моря — проблеме сильных искажений и затухания сигнала — можно подойти и с другой стороны. Знать и количественно оценивать эти сложности необходимо, но не менее важно попытаться существенно подавить их влияние. И поскольку очевидно, что мы не в состоянии влиять на сам канал и управлять его природными свойствами, то единственным конструктивным подходом является управление излучаемым сигналом. Управлять необходимо прежде всего его пространственными свойствами и так, чтобы избежать “столкновений” сигнала и с дном, и с морской поверхностью.

Основанный на этом соображении подход к решению задач акустической диагностики каналов мелкого моря был предложен в ИПФ РАН и получил название “маломодовая импульсная томография” [16]. Сам термин “маломодовая томография” подчёркивает необходимость специального выбора модового состава звукового поля в соответствии с характеристиками подводного канала. Во многих случаях именно первые моды звукового поля оказываются наиболее полезными в плане малого затухания, слабого взаимодействия с поверхностью и пониженной реверберации. Численное и экспериментальное сравнение волновых картин поля в канале мелкого моря при возбуждении его одиночным излучателем (который возбуждает сразу много мод) и такой антенной, которая возбуждает практически только одну первую моду, показало явные и значительные преимущества второго способа. Важно, что они заключаются не только в резком (на порядки) уменьшении затухания сигнала по трассе, но и в более высокой стабильности его пространственно-временной структуры. Именно для реализации такого подхода в 2000-х годах в ИПФ РАН

были разработаны вертикальные антенные решётки когерентных излучателей, которые обеспечивают эффективное согласование сигнального поля с первой модой канала и, следовательно, малый уровень излучения “паразитных” мод более высоких номеров (одна из таких решёток показана на рисунке 7).

Подчеркнём, что зондируемые подводные объекты могут быть и сугубо природными — например, цуги интенсивных внутренних волн, весьма характерные для океанического шельфа, или локализованные вихревые течения. Излучающие решётки с управлением модовым составом сигнала как инструмент дистанционной диагностики неоднородностей морской среды будут намного более эффективными, чем одиночные излучатели. Эффективность крупномасштабного мониторинга глубоководной части Северного Ледовитого океана, его информативность и пространственное разрешение также можно заметно повысить, если использовать систему излучателей с селекцией мод звукового поля непосредственно “на входе” в арктический ПЗК (см. рис. 1).

Разработка и внедрение в практику акустических исследований Северного Ледовитого океана антенных систем с управлением модовым составом излучаемого поля представляется перспективным направлением, в развитии которого мы можем добиться определённых преимуществ уже в ближайшее время.

Актуальным представляется ещё одно направление прикладных исследований и разработок, которое связано с внедрением в подводную акустику современных информационных технологий. Как мы видим на примере арктических проектов западных стран, все передовые системы акустической диагностики, мониторинга, контроля, обнаружения опираются на комплексирование различных сенсорных систем и технических средств — как собственно излучающих и измерительных, так и коммуникационных, а не только акустических. Это распределённые сетевые системы, поэтому и методы управления такими системами, их быстрой адаптации и модификации в изменяющихся условиях реального океана должны опираться на соответствующие сетевые технологии сбора и управления информацией и принятия решений [17]. В этом заключается сетевый подход к построению и функционированию акустических систем подводного наблюдения и контроля, развитие которого применительно к мониторингу акваторий северных окраинных морей Российской Федерации является необходимым. Исследования и разработки в этом актуальном направлении координируются Научным советом РАН по комплексной проблеме “Гидрофизика”.

* * *

Мы можем констатировать, что низкочастотная акустика способна обеспечить решение широкого круга задач диагностики и мониторинга акваторий Северного Ледовитого океана на различных пространственных и временных масштабах. В настоящее время ведущие институты РАН располагают значительным задёлом передовых и даже уникальных исследований, в том числе опытом выполнения крупномасштабных международных проектов, опытно-конструкторских работ и внедрения их результатов. Можно сказать, что есть практически всё для успешного развития работ в актуальной сегодня области арктической акустики, кроме одного и очень существенного звена — нет целевой программы таких работ. Отдельные и зачастую мелкие гранты существенного прогресса обеспечить не могут. Необходимо целевая программа НИОКР по акустике Арктического бассейна, причём целевая прежде всего в том смысле, что она должна быть сфокусирована на самых главных направлениях, где мы ещё имеем высокий потенциал разработок и шансы быть на уровне современных требований. При такой постановке программы и такой её реализации можно не сомневаться в успехе, и заключаться он будет в создании нового поколения методов, средств и технологий подводной акустики в интересах исследования и освоения Арктики.

В подготовке и обсуждении материалов доклада принимали активное участие сотрудники ИПФ РАН (П.И. Коротин, А.Г. Лучинин, А.И. Малеханов, Е.А. Мареев) и ИОФ РАН (В.Г. Петников), которым автор выражает признательность.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Luchinin A.G.* Low Frequency Ocean Acoustics // Herald of the Russian Academy of Sciences. 2011. № 2; *Лучинин А.Г.* Низкочастотная акустика океана // Вестник РАН. 2011. № 3.
2. *Mikhalevsky P., Baggeroer A.* Arctic Ocean Acoustic Thermometry: TAP and ACOUS // Int. Workshop on Arctic Ocean Tomography. 2014. January 14–16. Seattle, USA.
3. *Бреховских Л.М., Лысанов Ю.П.* Теоретические основы акустики океана. Л.: Гидрометеоиздат, 1982.
4. *The Polar Oceans and Their Role in Shaping the Global Environment* / Ed. by Johannessen O.M. Geophys. Monogr. Am. Geophys. Un. 1994. V. 85.
5. *Munk W., Forbes A.M.G.* Global ocean warming: An acoustic measure? // J. Phys. Oceanogr. 1989. V. 19. P. 1765–1778.
6. *Mikhalevsky P.N., Gavrilov A.N., Baggeroer A.B.* The Transarctic Acoustic Propagation Experiment and Climate Monitoring in the Arctic // IEEE J. Ocean. Eng. 1999. № 2.

7. Гаврилов А.Н., Славинский М.М., Шмелёв А.Ю. Теоретические и экспериментальные исследования возможности акустической термометрии климатической изменчивости Северного Ледовитого океана // Успехи физических наук. 1995. № 7.
8. Козубская Г.И., Кудряшов В.М., Сабинин К.Д. О возможности акустической галинометрии Арктического бассейна // Акустический журнал. 1999. № 2.
9. Бреховских Л.М., Гаврилов А.Н., Гончаров В.В. и др. Результаты эксперимента АСОУС // Известия РАН. Серия ФАО. 2002. № 6.
10. <http://acobar.nersc.no>
11. Лебедев А.В., Малеханов А.И. Когерентная сейсмоакустика (обзор) // Известия вузов. Радиофизика. 2003. № 7.
12. Авербах В.С. и др. Перспективные методы и технические средства сейсмоакустического зондирования шельфа и береговой зоны океана / Фундаментальные исследования океанов и морей. М.: Наука, 2006.
13. Лазарев В.А., Малеханов А.И., Мерклин Л.Р. и др. Когерентное сейсмоакустическое профилирование морского дна с использованием широкополосных сигналов // Океанология. 2013. № 6.
14. Авербах В.С., Коротин П.И., Лебедев А.В. и др. Способ проведения подводно-подлёдной геофизической разведки с использованием подводного судна. Патент на изобретение RU 2457515 C2 от 08.11.2010.
15. Григорьев В.А., Луньков А.А., Петников В.Г. Затухание звука в мелководных акваториях с газонасыщенным дном // Акустический журнал. 2015. № 1.
16. Лучинин А.Г., Хилько А.И. Маломодовая акустика мелкого моря // Успехи физических наук. 2011. № 11.
17. Коваленко В.В., Лучинин А.Г., Малеханов А.И. и др. Принципы мониторинга океана на основе интегрированной сетевой системы распределённых согласованных со средой сенсоров // Труды XIV школы-семинара им. Л.М. Бреховских "Акустика океана", совмещённой с XXVI сессией Российского акустического общества. М.: ГЕОС, 2013.

НАУЧНАЯ СЕССИЯ ОБЩЕГО СОБРАНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

DOI: 10.7868/S0869587315060183

ПРОШЛОЕ И СОВРЕМЕННОСТЬ КРИОСФЕРЫ АРКТИКИ

ДОКЛАД АКАДЕМИКА В.М. КОТЛЯКОВА,
ДОКТОРА ГЕОГРАФИЧЕСКИХ НАУК А.А. ВЕЛИЧКО,
КАНДИДАТА ГЕОГРАФИЧЕСКИХ НАУК А.Ф. ГЛАЗОВСКОГО,
КАНДИДАТА ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИХ НАУК В.Е. ТУМСКОГО

Институт географии РАН, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
vladkot6@gmail.com

Арктика, или Арктическая область, охватывает обширную территорию у Северного полюса Земли, в том числе Северный Ледовитый океан и его окраинные моря, острова и архипелаги, а также прибрежные части окружающих океан континентов. Один из важнейших природных компонентов Арктики — криосфера, включающая наземное оледенение, морские льды и многолетнемёрзлые толщи. В связи с постоянными изменениями глобального и регионального климата состояние и положение криосферы испытывают серьёзные изменения, что отражается на многих компонентах окружающей среды, а в последние десятилетия — и на хозяйстве северных территорий.

АРКТИЧЕСКАЯ КРИОСФЕРА В ПРОШЛОМ

Олигоцен — средний плейстоцен. На протяжении олигоцена и миоцена, начиная примерно с 36 млн. лет назад, происходило неоднократное изменение природных условий, которое привело около 24 млн. лет назад к возникновению наземного оледенения в Антарктиде. Около 15.5 млн. лет назад в горах северо-востока Азии появились первые элементы растительности тундрового типа. На фоне циклического изменения глобального климата прослеживается тренд к похолоданию. В конце плиоцена и начале плейстоцена, то есть 2.6–2.4 млн. лет назад, он привёл к глубоким изменениям ландшафтов и частоты ледниковой ритмики [1]. На протяжении плейстоцена глобальные климатические изменения происходят с периодичностью, которая ко второй половине среднего плейстоцена составила около 100 тыс. лет [2].

Резкие изменения гидротермического режима в плейстоцене обусловили отчётливое чередование во времени холодных (ледниковых) и тёплых (межледниковых) интервалов [3]. Начиная с раннего плейстоцена на Земле фиксируется не менее 6–7 ледниковых покровов [4]. Самое крупное оле-

денение Европы за всю историю плейстоцена было в раннем плейстоцене — донское оледенение, которое, зародившись в Скандинавии, проникало далеко на юг, до 48–49° с.ш. Последующее оледенение конца раннего плейстоцена — окское, по размерам уступало донскому. В интервале среднего плейстоцена известно второе по размерам после донского — днепровское оледенение с московской стадией, которое распространялось до 49–50° с.ш.

Поздний плейстоцен — голоцен. Современный облик Арктической зоны начал формироваться примерно 115 тыс. лет назад (рис. 1). Оледенение этого времени было ограничено горными районами северо-западной Скандинавии [5, 6], но уже около 90 тыс. лет назад начал разрастаться скандинавский ледниковый покров, правда, пока он ещё не выходил на прилегающий шельф [6, 7]. На северо-востоке Восточно-Европейской равнины и восточнее Урала в раннем валдае оледенение распространялось на территориях Большеземельской тундры, Ямала и Гыдана, в низовьях Оби и бассейне Енисея до устья Нижней Тунгуски [8].

В среднем валдае (60–25 тыс. лет назад) произошло потепление климата, и скандинавский ледниковый покров резко сократился, оставшись лишь в пределах Скандинавского нагорья. Однако в конце валдайской эпохи, во время ледникового максимума около 20 тыс. лет назад, скандинавский ледниковый покров распространился на территорию прилегающего шельфа и на равнины Западной и Восточной Европы (рис. 2).

В Западной Арктике формировалась сложная динамичная система из небольших локальных ледниковых покровов, временами частично соединявшихся и выходивших на шельф. Так, на Британских островах и Шпицбергене существовало полупокровное оледенение, восточнее — на полярных островах Земли Франца-Иосифа и Новой Земли — локальные ледниковые покровы [9]. Тем не менее остаются вопросы, касающиеся распространения ледниковых систем на шельфе в

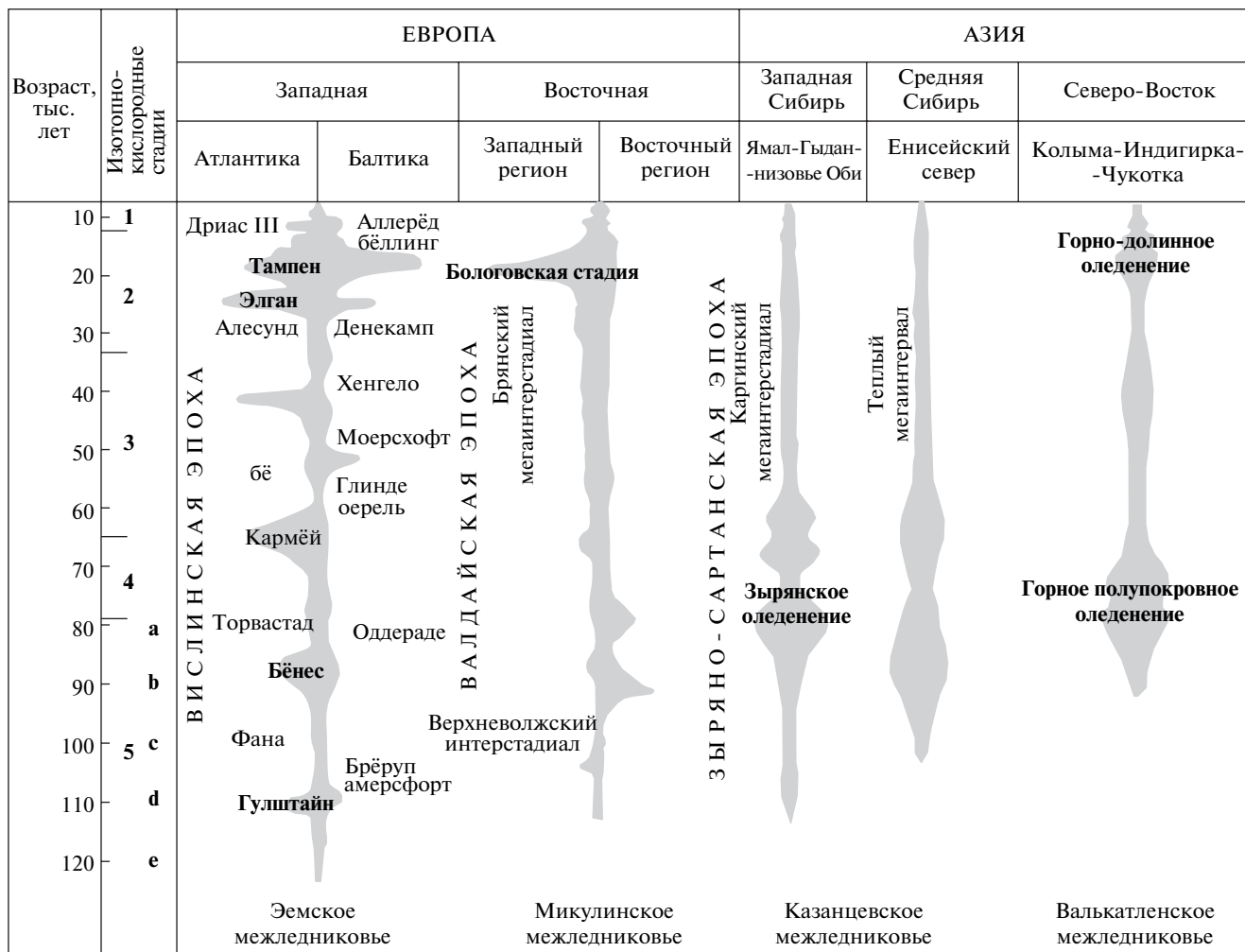


Рис. 1. Основные события позднего плейстоцена Северной Евразии

позднем плейстоцене [10]. На северо-востоке Европейской равнины, равнинах Сибири и северо-востока Азии в это время произошла существенная редукция ледниковых образований. В азиатском секторе Арктики были широко развиты гляциоморские осадки, но на некоторых островах, таких как архипелаг Северная Земля и группа островов Де-Лонга из архипелага Новосибирские острова, разрастались локальные ледниковые покровы. А в горных сооружениях Средней Сибири и северо-востока Азии преобладало горно-долинное оледенение.

На фоне направленного похолодания в Арктике, достигшего максимума 20–18 тыс. лет назад, происходит повсеместное распространение мёрзлых толщ, увеличивается их сплошность, мощность, понижаются среднегодовые температуры пород, увеличивается льдистость верхних горизонтов земной коры до глубины 50–100 м. По данным математического моделирования, около 50 тыс. лет назад мощность мёрзлых толщ

на севере Азии достигала 200–350 м, а под ледниками в Зауральской и Приенисейской частях Западной Сибири она была ещё больше — до 500–600 м. В это время осушался арктический шельф, и в его пределах мёрзлые толщи достигали 50–100 м [11, 12].

На севере Средней Сибири и в Северной Якутии среднегодовые температуры пород были на 10–15°C ниже, чем в современную эпоху. Мощности мёрзлых пород возрастали до 1.5 тыс. м и более, особенно в пределах севера Сибирской платформы и горных сооружений Верхоянья.

Максимального распространения криолитозона достигала 20–18 тыс. лет назад (см. рис. 2), когда глобальная температура была на 4–5°C ниже современной, а уровень океана опустился на 110 м. В это время обширные пространства шельфа Северного Ледовитого океана перешли в состояние суши, а криосферные процессы охватили большую часть умеренного пояса. На территории Восточно-Европейской платформы и Западной

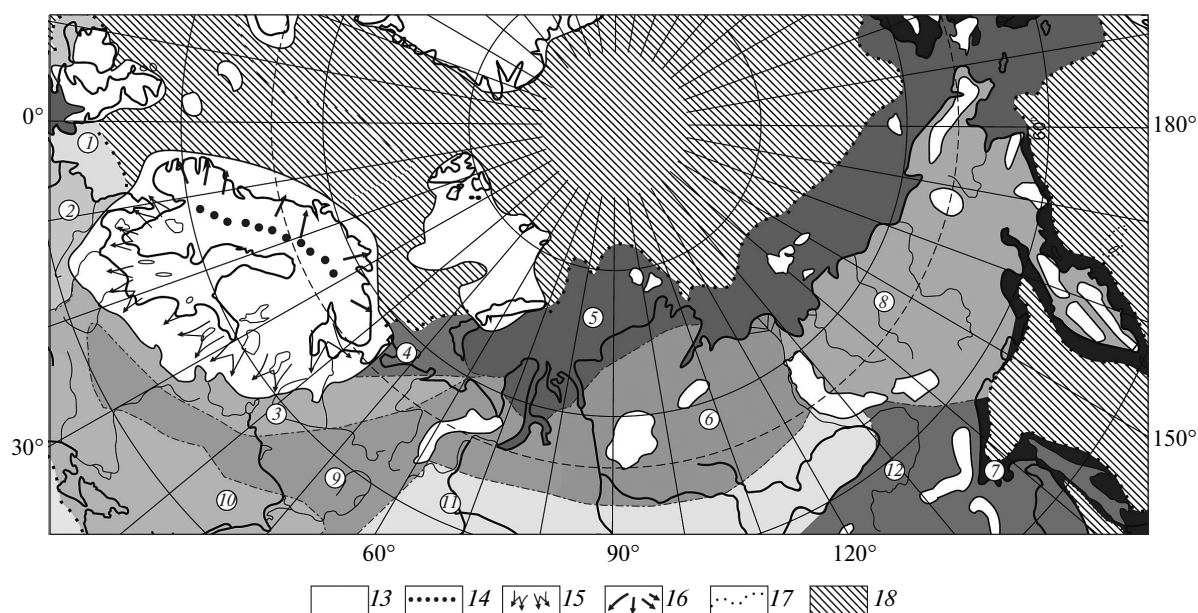


Рис. 2. Максимальное похолодание позднего плейстоцена (20–18 тыс. лет назад), оледенение и растительность

Растительность: 1 – субарктические луга на осушенном шельфе, 2 – сочетание субарктических лугов, кустарниковых тундр и берёзового редколесья, 3 – сочетание тундровых и степных группировок с берёзовым и сосновым редколесьем, 4 – арктическая тундра на осушенном шельфе, 5 – арктическая полупустыня с участками травянисто-моховых тундр и галофитных группировок, 6 – кустарниково-моховая и кустарниково-травяная тундра, 7 – травянисто-кустарниковая тундра, 8 – кустарниково-моховая горная тундра, 9 – перигляциальная лесостепь, 10 – перигляциальная степь, 11 – разнотравно-злаковая степь с участками берёзовых и кедрово-сосновых лесных ассоциаций, 12 – редкостойные леса с ксерофильными кустарниками; оледенение: 13 – ледниковые покровы и горные ледниковые комплексы, 14 – ледоразделы, 15 – ледниковые лопасти, 16 – направление движения льда, 17 – береговая линия эпохи максимального похолодания; 18 – океан

Сибири её южная граница проходила примерно по 47–49° с.ш., а мощность достигала 600–800 м, в целом увеличиваясь на восток. Среднегодовая температура пород опускалась до –10°C и ниже, а на севере Западной Сибири – до –15°C. В Восточной Арктике в позднем плейстоцене криолитозона достигала мощности 1–1.2 тыс. м в низовьях Енисея, 1.8 тыс. м – на севере Средней Сибири и 1–1.5 тыс. м в Северной Якутии и в горах Верхоянья.

В эпоху поздневалдайского экстремума мёрзлые породы занимали более 90% Арктики. На осушенном шельфе криолитозона формировалась от восточной части Баренцева моря до Северной Америки [13]. Ярким примером существования мёрзлых пород на шельфе служат следы полигонального микрорельефа, обнаруженные на дне моря Лаптевых в 2012 г. Самые древние мёрзлые породы, которые не протаивали с момента формирования (200–300 тыс. лет назад), известны в Восточной Арктике. В позднеледниковье, с началом потепления, площадь распространения мёрзлых пород на шельфе сокращалась, но полностью они не исчезали.

Около 11 тыс. лет назад началось голоценовое потепление. В разных районах Арктики оно достигло своего максимума 9–6 тыс. лет назад и привело к резкой деградации мёрзлых толщ и смещению их границы на север: от максимально-

го распространения 20–18 тыс. лет назад на 1–2 тыс. км, а местами и больше. На арктическом шельфе в это время развивалась морская трансгрессия, и в его пределах сохранялись лишь разрушавшиеся термоабразийные острова типа Земли Санникова. В Европейской части России граница мерзлоты проходила севернее Полярного круга, в Западной Сибири – примерно по 68° с.ш., в Средней Сибири в пределах бассейна Лены поднималась до 60° с.ш., а восточнее огибала с юга Байкальскую горную область и спускалась к Тихому океану в районе 61° с.ш.

Расчёты показывают, что к концу климатического оптимума в коренных породах протаяли мёрзлые толщи мощностью 200–250 м, а в дисперсных отложениях с поверхности могли протаять мёрзлые льдистые толщи мощностью до 100–150 м [11]. В результате к концу климатического оптимума голоцена маломощные мёрзлые толщи на юге криолитозоны оттаяли полностью, а на севере – частично и с поверхности, и снизу. Возник слой реликтовых мёрзлых пород, который в настоящее время сохранился на севере Восточно-Европейской платформы и в Западной Сибири в тонкодисперсных породах с высокой льдистостью и тепловой инерцией.

В ходе позднеголоценового похолодания произошла новая агрегация мёрзлых толщ, и южная граница криолитозоны продвинулась на север до

её современного положения. Породы, оттаявшие в голоценовый оптимум, частично промёрзли с поверхности, в результате чего в южной части криолитозоны образовалась двухслойная мерзлота. В Арктической зоне похолодание привело к понижению среднегодовых температур пород без существенного изменения площади их распространения.

В настоящее время на фоне продолжающегося уже несколько тысяч лет позднеголоценового похолодания наблюдаются более короткопериодные климатические изменения. Они фиксируются по метеорологическим данным и режимным наблюдениям в скважинах и в пределах криолитозоны проявляются в повышении среднегодовой температуры пород на глубине нулевых годовых амплитуд на величину $0.5\text{--}2^\circ\text{C}$ [14], а также в некотором изменении положения её южной границы.

АРКТИЧЕСКАЯ КРИОСФЕРА В XX И XXI ВЕКАХ

Глобальное потепление, сменившее малый ледниковый период. Весьма детально изучена история развития арктической природы в последнее тысячелетие, когда средневековое потепление сменилось малым ледниковым периодом и завершилось современным потеплением. На севере Европы значительное похолодание наступило во второй половине XII в., а самыми холодными были годы в конце XVII — начале XVIII вв. В это время температура на севере Европы была на $1.5\text{--}2^\circ\text{C}$ ниже современной. Похолодание состояло из двух холодных фаз, разделённых относительно тёплым интервалом, который сначала наступил на Таймыре, затем на Ямале и в последнюю очередь на Кольском полуострове. На полуострове Ямал, например, устойчивый тренд к похолоданию начинается в XI в., а самым холодным было начало XIX в., когда температура в отдельные годы понижалась до 2°C по сравнению с современной. На Таймыре малый ледниковый период наступил в начале XII в., и здесь самыми холодными также были первые десятилетия XIX в., когда температура понижалась на $0.7\text{--}1^\circ\text{C}$ против современной. Потепление, сменившее малый ледниковый период, наступило в Евразийской Арктике раньше середины XIX в.

В последние 150 лет наша планета переживает эпоху глобального потепления. Рост температуры воздуха за столетие составил около 0.7°C . Однако за последние 30 лет этот рост усилился, особенно резко над континентальными районами Евразии и Северной Америки, а больше всего — в Арктике.

Изменение температуры воздуха в северных широтах происходит гораздо резче, чем в целом в Северном полушарии, и это общий закон природы, ещё до конца не объяснённый. Потепление

значительно влияет на состояние многолетнего ледяного покрова в Северном Ледовитом океане. Ещё недавно тяжёлые льды серьёзно осложняли судоходство по Северному морскому пути, а северо-западный проход в Канадском арктическом архипелаге был практически недоступен. В наши дни льды сплочённостью более 7 баллов сохраняются лишь в приполюсном районе и на севере Канадского архипелага, а общая площадь ледяного покрова в последние 25 лет неуклонно сокращается.

За первое десятилетие XXI в. зафиксировано уменьшение площади многолетних льдов Арктики примерно на 40%. При этом средняя толщина морских льдов в октябре, по данным спутниковой лазерной альтиметрии, начиная с 2004 г. уменьшилась с 2 до 1.4 м, их площадь сократилась на 26%, а объём уменьшился на 50%. Однако в самые последние годы происходит некоторое разрастание морских льдов.

Ледники российской Арктики за вторую половину прошлого века сократились как минимум на 725 км^2 , в том числе на Земле Франца-Иосифа на 375 км^2 , на Новой Земле на 284 км^2 и на Северной Земле на 65 км^2 . Это составляет 1.3% убыли всей площади оледенения. Балансовые оценки, сделанные для ледников Земли Франца-Иосифа, показывают, что удельные потери ледников за полвека составили около 10 м в слое воды.

Изменения размеров, формы и баланса массы ледников. О деградации оледенения Арктики в наше время свидетельствуют отступление фронтов ледников, понижение их поверхности, уменьшение скорости движения льда, отрицательный баланс массы ледников, а также положение границы питания выше уровня, соответствующего стационарному состоянию ледников. Косвенным признаком этого процесса также служит сокращение размеров и количества айсбергов в акваториях у берегов архипелагов.

Для оценки изменений морфологических параметров ледниковых покровов на островах архипелага Земля Франца-Иосифа были использованы карты, составленные по результатам аэрофотосъёмки 1952 г., космические снимки ASTER 2001 г. и данные радиолокации 1994 г. [15]. Анализ показал, что с 1953 по 2001 г. произошло сокращение длины ледяных берегов архипелага с 2655 до 2510 км; более 60% ледниковых фронтов отступили в среднем на 0.8 км; в целом площадь оледенения сократилась на 375 км^2 , а объём льда за 50 лет уменьшился на 70 км^3 , или на 3.3%.

Для архипелага Земля Франца-Иосифа была составлена карта изменения высоты поверхности за период с 1952 г. до начала текущего столетия [16]. В качестве источников использовали оцифрованную топографическую карту архипелага 1952 г. в масштабе 1 : 200000, данные лазерной

Таблица 1. Баланс массы оледенения на архипелагах российской Арктики, по данным ICESat и GRACE, и климатические аномалии относительно 1980–2009 гг. [19]

Архипелаг	Площадь оледенения, км ²	ICESat 2004–2009, Гт/год	GRACE 2004–2009, Гт/год	GRACE 2004–2010, Гт/год	Аномалия летних температур, °С	Аномалия годовых осадков, кг/м ² год
Земля Франца-Иосифа	12700	-0.9 ± 0.7	0.7 ± 3.5	0.1 ± 3.4	0.03 ± 0.19	42 ± 28
Северная Земля	16700	-1.3 ± 0.8	-2.0 ± 3.0	-0.6 ± 2.9	0.13 ± 0.10	8 ± 16
Новая Земля	22100	-7.6 ± 1.2	-5.8 ± 3.0	-4.1 ± 2.9	0.50 ± 0.28	89 ± 71
Всего	51500	-9.8 ± 1.9	-7.1 ± 5.5	-4.6 ± 5.4	0.26 ± 0.19	51 ± 42

альтиметрии со спутника ICESat за 2003–2007 гг. и радарные данные со спутников ERS-1 и ERS-2. Согласно этой карте, поверхность ледников Земли Франца-Иосифа преимущественно снижается, причём на низких гипсометрических уровнях понижение местами превышает 30 м. За указанное пятилетие ледники архипелага в среднем понизились на 0.5–0.6 м.

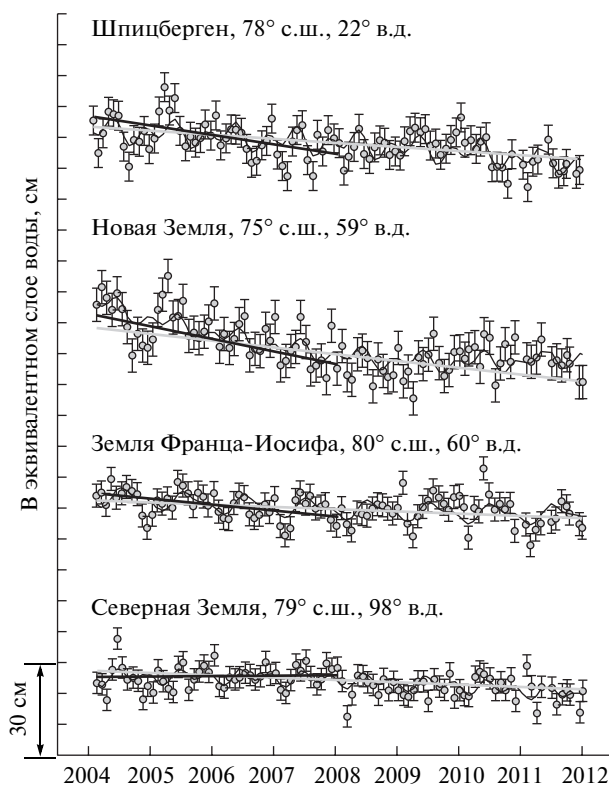
На Новой Земле также с начала 1950-х годов продолжается отступление практически всех фронтов выводных ледников, за исключением ледника Броунова, который продвигался вперёд. Из-за общего сокращения ледников внешние части фьордов и подледниковых долин освободились ото льда, и возникли новые заливы и бухты, например, у ледников Вера, Мака и Велькена. Прежние нунатаки (полностью окружённые льдом скалистые гребни, пики или холмы, выступающие над поверхностью ледника) превратились в острова и мысы, появились новые участки берега, свободные ото льда. За вторую половину XX в. выводные ледники Новой Земли отступили в среднем на 1.5 км.

В период 1992–2010 гг. на Новой Земле отступали 90% ледников, но процесс этот в разных районах шёл по-разному. Ледники, спускающиеся к Баренцеву морю, отступали быстрее ледников, оканчивающихся на карской стороне. При этом ледники, заканчивающиеся в море, отступали намного быстрее, чем те, что лежат целиком на суше. В рассматриваемый период первые отступали в среднем на 52.1 м/год, а вторые – лишь на 4.8 м/год [17].

Повторные альтиметрические космические измерения на спутнике ICESat позволили определить скорость изменения высоты поверхности ледников российской Арктики за период 2003–2009 гг. [18]. Было обнаружено, что хотя в целом ледниковая поверхность на всех трёх архипелагах снижается, такие изменения происходят неоднородно. На Новой Земле в основном снижаются края, а в центральных частях покрова толщина льда возрастает. На Северной Земле сильно опускается поверхность в бассейне выводного ледника на куполе Академии наук, где происходят сильные колебания айсбергового стока. На Земле

Франца-Иосифа обращает на себя внимание повышение поверхности купола на о. Грэм-Белл, слабо взаимодействующего с морем.

Таким образом, в последние годы появились новые возможности оценки баланса массы оледенения арктических островов, которые связаны с развитием методов спутниковой альтиметрии и гравиметрии. Комплексный анализ материалов

**Рис. 3.** Оценки баланса массы ледников (по данным спутниковой гравиметрии GRACE) [20]

Кривые – сглаженные данные; серая и чёрная линии – линейные тренды за периоды с февраля 2004 г. до января 2012 г. и с февраля 2004 г. до января 2008 г. соответственно; вертикальные линии – погрешности в одну сигму. Данные указывают на отрицательные тренды (серые линии), то есть на потери массы ледников; линейные тренды за период с февраля 2004 г. до января 2012 г. (серые линии) соответствуют потерям (в водном эквиваленте): Шпицберген -1.4 ± 0.4 см/год, Новая Земля -2.3 ± 0.4 см/год, Земля Франца-Иосифа -0.8 ± 0.3 см/год и Северная Земля -0.8 ± 0.3 см/год

Таблица 2. Общие оценки баланса массы оледенения четырёх архипелагов для 2004–2008 и 2004–2012 гг., по данным GRACE [20]

Ледниковая система	Потери массы, Гт/год	
	2004–2008	2004–2012
Шпицберген	-6.9 ± 3.6	-3.6 ± 2.9
Новая Земля	-11.2 ± 5.5	-5.2 ± 3.9
Земля Франца-Иосифа	-3.5 ± 3.2	-0.8 ± 1.3
Северная Земля	-0.7 ± 3.2	-0.9 ± 2.2
Всего	-22.3 ± 15.5	-10.5 ± 10.3

показывает, что в последнее десятилетие оледенение архипелагов имеет слабоотрицательный баланс (табл. 1, рис. 3).

Средний годовой баланс массы ледников за 2003–2010 гг. составляет для Земли Франца-Иосифа 0 ± 2 Гт/год, Новой Земли -4 ± 2 Гт/год и Северной Земли -1 ± 2 Гт/год [19]. Сходные оценки, по данным GRACE (табл. 2), получены и другими исследователями [20]. Судя по этим данным, масса арктических ледников в последние годы сокращается медленнее по сравнению с первыми годами нынешнего столетия.

Отметим, что на фоне общего сокращения ледников нередко происходят их разнонаправленные изменения. Например, на архипелаге Северная Земля уже много лет развивается медленная подвижка лопасти ледникового купола Вавилова на о. Октябрьской Революции. За 50 лет (1963–2013) эта лопасть выдвинулась далеко в море, прирост её площади составил 21.5 км^2 , причём основное продвижение произошло в последние годы. Общее представление о механизме таких “медленных” подвижек заключается в том, что изначально край ледника приморожен и подпружен, а чуть подальше от края есть тёплые условия на ложе, где может скапливаться вода. Со временем в верхней части ледосбора накапливается больше льда, чем успевает стечь, в результате ледник “созревает” для подвижки. В конце концов он срывает примороженную “запруду” по своему краю и выдвигается. Известно, что такого рода подвижки могут растягиваться на десятки лет.

Противоположно направленные изменения происходили также на Северной Земле — на шельфовом леднике Матусевича. Это последний крупный шельфовый ледник в российской Арктике. Его площадь в 1998 г. составляла 212 км^2 , но в 2012 г. произошло его разрушение, в результате которого площадь ледника сократилась до 100 км^2 .

Расход льда на айсберги. Фактором, не связанным напрямую с климатом, но влияющим на изменения ледников, является их взаимодействие с прилегающими акваториями. Изменение расхода льда на айсберги определяется глубиной морских

вод у фронтов ледников, рельефом морского дна и берегов в местах выхода ледников, распределением температур и солёности морских вод, локальными течениями, приливным режимом, особенностями формирования морских льдов. Факторы, контролирующие образование айсбергов, мало изучены для ледников российской Арктики. Расход льда на айсберги вносит наибольшую неопределённость как в реконструкцию, так и в прогноз изменений оледенения и его баланса массы.

Прежние оценки потерь льда для Земли Франца-Иосифа в связи с его выносом в море опирались на измерения на леднике Седова (о. Гукера), выполненные в период Международного геофизического года — в 1958–1959 гг. [21]. Средний удельный расход всех выводных ледников архипелага составил $1.5\text{--}1.6 \text{ млн. м}^3/\text{год}$. Если длину фронтов всех выводных ледников оценить величиной 1574 км , то общие потери льда в море составят 2.4 км^3 льда в год. Поскольку суммарный расход на фронтах присклоновых ледников и ледниковых куполов около 0.1 км^3 , в целом потери льда в связи с его выносом в море для всего архипелага, очевидно, не превышают 2.5 км^3 льда в год. Удельная длина ледяных берегов (отношение их протяжённости к общей площади ледниковых покровов) достигает здесь 0.19 км^{-1} , откуда следует, что на 1 км ледяных берегов Земли Франца-Иосифа приходится немногим более 5 км^2 площади ледников. Это показатель потенциального айсбергообразования.

В последние годы появились новые данные, которые позволяют обратиться к оценкам айсбергового стока архипелага: во-первых, это уже упомянутые данные о скоростях движения фронтальных частей ледников архипелага, полученные на основе интерпретации космических радарных изображений; во-вторых, данные воздушных радиолокационных измерений толщины ледников, полученные на некоторых ледниковых куполах архипелага.

Средняя для 28 ледников скорость движения льда на фронте составляет 27 см/день , или 98 м/год . Эти скорости определены по данным ERS-1/2-SAR методом INSAR с высокой сантиметровой точностью, но охватывают короткие интервалы времени продолжительностью 1 и 3 суток [22]. Средняя толщина льда, определённая с помощью зондирования, на их фронтах общей протяжённостью 145.55 км составляет 68 м . Отсюда следует, что потери льда, уплывающего в море, на этих ледниках могут достигать 1.15 км^3 в год. По современным оценкам, общая длина активных фронтов на архипелаге составляет 1606 км , а суммарная протяжённость тех их участков, где за последние 50 лет отмечены заметные изменения (наступление или отступление более чем на 200 м), равна 820 км со

Таблица 3. Оценка будущего состояния баланса массы ледников на архипелагах российской Арктики (мм водного эквивалента в год)

Архипелаг	2004–2009 гг.	2030-е годы	2050-е годы	2090-е годы
Земля Франца-Иосифа	-71 ± 55	-308 ($\Delta T + 1.5^\circ\text{C}$, $\Delta P + 10\%$)	-639 ($\Delta T + 3^\circ\text{C}$, $\Delta P + 15\%$)	-1254 ($\Delta T + 6^\circ\text{C}$, $\Delta P + 30\%$)
Северная Земля	-78 ± 48	-359 ($\Delta T + 1.0^\circ\text{C}$, $\Delta P + 10\%$)	-682 ($\Delta T + 2^\circ\text{C}$, $\Delta P + 15\%$)	-1047 ($\Delta T + 4^\circ\text{C}$, $\Delta P + 15\%$)
Новая Земля	-344 ± 54	-625 ($\Delta T + 1.0^\circ\text{C}$, $\Delta P + 10\%$)	-1313 ($\Delta T + 3^\circ\text{C}$, $\Delta P + 15\%$)	-1636 ($\Delta T + 5^\circ\text{C}$, $\Delta P + 20\%$)

Примечание. В скобках показаны сценарные значения RCP4.5 CMIP5 изменений средних годовых приземных температур воздуха ΔT и количества осадков ΔP по отношению к периоду 2004–2009 гг.

средней толщиной льда на них около 50 м. Предполагая, что именно для таких участков характерно движение льда на фронте со скоростью 98 м/год, получаем, что общие стационарные потери льда в море на ледниках Земли Франца-Иосифа равны 4 км³ льда в год. Кроме того, дополнительные потери льда на архипелаге, связанные с общим отступанием ледяных берегов за последние 50 лет, составляют около 18.8 км³, то есть примерно 0.4 км³/год. Полученная величина носит приблизительный характер, для её уточнения необходимы более обширные сведения о скорости движения ледников архипелага.

Согласно наблюдениям, время между отёлами ледников (обламывание нижней части ледника с образованием айсбергов) на Земле Франца-Иосифа обычно варьирует от одного до трёх лет. Отсюда следует, что при скорости выдвигания ледникового фронта вблизи линии всплывания, равной 30–40 м/год, длина айсбергов может составлять 30–120 м. На самом деле перед фронтами некоторых выводных ледников обычно присутствуют айсберги, длина которых более чем вдвое превышает эти показатели. Важно отметить, что такие гиганты продуцируются не самыми быстрыми ледниками, которые из-за сильной трещиноватости льда отличаются более частыми отёлами, а массивными ледниками с пологим падением продольных профилей ложа. Причина такого явления в том, что фактический баланс оледенения архипелага не стационарный, а отрицательный, поэтому нормальный процесс откалывания айсбергов идёт здесь на фоне общего утончения льда выводных ледников и отступления линии всплывания. А последнее происходит быстрее на ледниках с пологим профилем ложа.

Обработка и анализ данных воздушного радиозондирования и дистанционного космического зондирования позволили впервые комплексно оценить айсбергоопасность ледников Земли Франца-Иосифа. Выяснилось, что они могут регулярно поставлять в бассейн Баренцева мо-

ря крупные айсберги (толщиной до 150–200 м и протяжённостью более 1–2 км). Это в первую очередь относится к ледникам на островах Земля Вильчека, Галля, Земля Георга, Солсбери. Самые большие айсберги продуцирует ледник Знаменитый на о. Земля Вильчека, их длина может достигать 1.2 км, а толщина 200 м. На этом же острове большие айсберги до 2 км длиной и до 150 м толщиной может продуцировать ледник Стремительный. Другим примером могут служить два ледника на острове Земля Георга: они способны производить айсберги протяжённостью до 3 км при толщине до 140 м. На севере острова айсберги такой же толщины и протяжённостью в несколько сотен метров может порождать один из ледников в заливе Географов.

Новые данные по куполу Академии наук на о. Комсомолец на Северной Земле показывают, что айсберговый сток купола увеличился с 0.6 Гт/год в 1995 г. до 3 Гт/год в 2000–2002 гг. В 2003–2009 гг. он несколько ослабел до 1.4 Гт/год, причиной чего было замедление скорости движения основного выводного ледника, дренирующего юго-восточную часть купола [23]. Иными словами, айсберговый сток ледникового купола Академии наук за короткое время менялся более чем в 5 раз, при этом поверхностный баланс (то есть аккумуляция и абляция на поверхности ледника) менялся мало.

Арктическая криосфера в XXI веке. Возможное будущее состояние оледенения архипелагов российской Арктики на ближайшую перспективу до 2030-х годов, на середину и конец века можно оценить по имеющимся показателям чувствительности среднего удельного баланса оледенения Земли Франца-Иосифа, Северной Земли и Новой Земли к изменениям годовой температуры и атмосферных осадков (табл. 3). В качестве сценариев изменений этих показателей были взяты характерные региональные значения по RCP4.5 CMIP5.

Судя по этим оценкам, в текущем столетии дефицит баланса массы ледников будет усиливаться и к концу столетия достигнет значений от -1 до -1.6 м водного эквивалента в год. Особенно высоких удельных потерь массы следует ожидать на ледниках Новой Земли и Земли Франца-Иосифа. Прогнозируемое увеличение осадков никак не компенсирует потери ледников, связанные с повышением температуры воздуха. В связи с возможным уменьшением ледовитости, ростом температуры морских вод, увеличением поступления талых вод в толщу и на ложе ледников можно также ожидать усиления айсбергового стока. Особенно это касается Земли Франца-Иосифа, но возможности количественно оценить изменения айсбергового стока пока нет. Можно лишь предполагать, что такое усиление достигнет максимума к середине века, когда у сокращающихся ледников ещё будут сохраняться фронты отёла айсбергов достаточной протяжённости.

* * *

Выполненная комплексная характеристика криосферы Арктической зоны обобщает данные о наземном и подземном оледенении. Синтез сведений о состоянии наземного оледенения Арктики опирается на широкий набор различных показателей. В них входят гляциоклиматические и морфологические (размеры, площадь, объёмы, высоты) характеристики и условия на снежно-ледовой поверхности. Кроме того, важны процессы, формирующие температурные и гидротермические показатели в ледяной толще, условия на ложе, скорость движения льда, баланс массы и составляющие его параметры, отражённые в ледяных кернах.

Исследования последнего десятилетия показали следующие особенности эволюции ледников в Арктике: выводные ледяные потоки могли быстро переключаться из режима активного движения в замедленный и обратно; между ледниками и уровнем моря существовали и существуют сильные обратные связи; происходили сложные пространственные и временные изменения шельфовых ледников и многолетнего морского льда; динамика ледниковых покровов изменялась в результате смещения их центров и ледоразделов в многокупольных ледниковых системах [10].

В целом баланс массы наземного оледенения Арктики сейчас отрицателен. Трудно сказать окончательно, насколько типичны и, главное, долговременны обнаруженные балансовые и динамические изменения массы полярных ледниковых покровов, поскольку период инструментальных наблюдений за ними охватывает всего несколько лет. Тем не менее есть всё больше свидетельств того, что ледниковые покровы динамически гораздо более изменчивы, чем это счита-

лось ранее. Так, за пятилетие 2004–2009 гг. поверхность на Северной Земле понизилась на 0.3 м, на Земле Франца-Иосифа — на 0.5 м, на Новой Земле — на 1.7 м.

Все имеющиеся на настоящий момент данные показывают, что полярные ледники и ледниковые купола островов в течение последних десятилетий деградируют: сокращаются их размеры, уменьшается скорость движения, отмечается негативный баланс массы, изменяются сроки и продолжительность периода таяния. Одновременно с этим наблюдается высокая изменчивость балансовых компонентов от года к году, существенная пространственная неоднородность формы ледников и ледниковых куполов.

Важной проблемой остаётся вопрос о потерях льда, связанных с отколом айсбергов, которые трудно учесть в расчётах общей убыли льда. Эта задача ещё далека от своего решения. По нашим предварительным оценкам, за последние 50 лет доля этой составляющей в общем объёме потерь льда на Земле Франца-Иосифа приближается к 50%. Ясно, что в дальнейшем этот механизм будет необходимо включить в модели, описывающие эволюцию оледенения архипелага. Сложность описания данного механизма связана с тем, что пока нет единой надёжной количественной характеристики его функционирования в зависимости от интенсивности поверхностного таяния, потепления вод прилегающих акваторий, изменения режима морских льдов и иных возможных причин. С другой стороны, новейшие данные показывают, насколько существенен и изменчив этот механизм. Вклад оледенения архипелагов российской Арктики в изменения уровня Мирового океана оценивается величиной $+0.025$ мм в год [18].

Реакция криолитозоны на климатические изменения менее очевидна, чем ледников, так как она представляет собой более инерционную систему. Прогноз дальнейшего поведения мёрзлых толщ требует детальных исследований, так как их реакция на климатические изменения неоднородна из-за влияния многочисленных разнонаправленных факторов природной среды. Подобные исследования арктической криосферы должны быть важной составляющей при решении всего комплекса проблем природы Арктики.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Brigham-Grette J., Melles M., Minyuk P., et al.* Pliocene warmth, extreme polar amplification, and stepped Pleistocene cooling recorded in NE Russia // *Science*. 2013. V. 340. P. 1421–1427.
2. *Petit J.P., Jouzel J., Raynaud D., et al.* Climate and atmospheric history of the past 420 000 years from the Vostok ice core, Antarctica // *Nature*. 1999. V. 399. P. 429–436.

3. Изменение ландшафта и климатов за последние 65 миллионов лет / Под ред. Величко А.А. М.: ГЕОС, 1999.
4. Ehlers J., Gibbard Ph.L., Hughes Ph. Introduction: Plio-Pleistocene Glaciation // Quaternary Glaciations – Extent and Chronology: a Closer Look / Eds. Ehlers J., Gibbard P.L., Hughes P.D. Amsterdam: Elsevier, 2011.
5. Величко А.А., Фаустова М.А. Развитие оледенений в позднем плейстоцене // Палеоклиматы и палеоландшафты внетропического пространства Северного полушария. Поздний плейстоцен – голоцен / Под ред. Величко А.А. М.: ГЕОС, 2009.
6. Mangerud J., Gyllencreutz R., Lohne C., Svendsen J.I. Glacial history of Norway // Quaternary glaciations – extent and chronology. A closer look / Eds. Ehlers J., Gibbard P.L., Hughes P.D. Amsterdam: Elsevier, 2011.
7. Mangerud J. Ice sheet limits on Norway and the Norwegian continental shelf / Eds. Ehlers J. & Gibbard P. Quaternary glaciations – extent and Chronology. V. 1. Europe. Amsterdam: Elsevier, 2004.
8. Svendsen J.I., Alexanderson H., Astakhov V.I., et al. Late Quaternary ice sheet history of northern Eurasia // Quaternary Science Reviews. 2004. V. 23. P. 1229–1271.
9. Палеоклиматы и палеоландшафты внетропического пространства Северного полушария. Поздний плейстоцен – голоцен / Отв. ред. Величко А.А. М.: ГЕОС, 2009.
10. Jakobsson M., Andreassen K., Bjarnardottir L.J., et al. Arctic Ocean glacial history // Quaternary Science Reviews. 2014. V. 92. P. 40–67.
11. Баулин В.В., Чеховский А.А., Суходольский С.Е. Основные этапы развития многолетнемерзлых пород северо-востока Европейской части СССР и Западной Сибири // История развития многолетнемерзлых пород Евразии. М.: Наука, 1981.
12. Каплина Т.Н. История мерзлых толщ Северной Якутии в позднем кайнозое // История развития многолетнемерзлых пород Евразии. М.: Наука, 1981.
13. Романовский Н.Н., Хуббертен Х.-В. Криолитозона и зона стабильности гидратов газов на шельфе моря Лаптевых (основные результаты десяти лет российско-германских исследований) // Криосфера Земли. 2006. № 3.
14. Romanovsky V.E., Drozdov D.S., Oberman N.G., et al. Thermal State of Permafrost in Russia // Permafrost and Periglacial Processes. 2010. V. 21. P. 136–155.
15. Глазовский А.Ф., Мачерет Ю.Я. Оледенение Северной и Центральной Евразии в современную эпоху / Под ред. Котлякова В.М. Раздел 3.1. Евразийская Арктика. Гл. 3. Климатически обусловленные колебания ледников во второй половине XX в. М.: Наука, 2006.
16. Bushueva I.S., Sharov A.I. Franz Josef Land Region: Glacier changes in 1950–2000s. map 1 : 50000 scale. Joanneum Research, 2008.
17. Carr R., Stokes C., Vieli A. Recent retreat of major outlet glaciers on Novaya Zemlya, Russian Arctic, influenced by fjord geometry and sea-ice conditions // Journ. of Glaciology. 2014. V. 60. № 219.
18. Moholdt G., Wouters B., Gardner A.S. Recent mass changes of glaciers in the Russian High Arctic // Geophys. Research Letters. 2012. V. 39. L10502.
19. Jacob T., Wahr J., Pfeffer W.T., Swenson S. Recent contributions of glaciers and ice caps to sea level rise // Nature. 2012. V. 482. P. 514–518.
20. Matsuo K., Heki K. Current ice loss in small glacier systems of the Arctic Islands (Iceland, Svalbard, and the Russian High Arctic) from satellite gravimetry // Terrestrial, Atmospheric, Oceanic Sciences. 2013. V. 24. P. 657–670.
21. Гросвальд М.Г., Кренке А.Н., Виноградов О.Н. и др. Оледенение Земли Франца-Иосифа. М.: Наука, 1973.
22. Sharov A. Studying changes of ice coasts in the European Arctic // Geo-Marine Letters. 2004. V. 25. № 2–3. P. 153–166.
23. Moholdt G., Heid T., Benham T., Dowdeswell J.A. Dynamic instability of marine-terminating glacier basins of Academy of Sciences Ice Cap, Russian High Arctic // Annals of Glaciology. 2012. V. 53. № 60. P. 193–201.

НАУЧНАЯ СЕССИЯ ОБЩЕГО СОБРАНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

DOI: 10.7868/S0869587315060146

О ФЕНОМЕНЕ АРКТИЧЕСКОГО ПРАВА В КОНТЕКСТЕ ПРАВОВОГО
РАЗВИТИЯ РОССИИ

ДОКЛАД ВИЦЕ-ПРЕЗИДЕНТА РАН АКАДЕМИКА Т.Я. ХАБРИЕВОЙ,
ДОКТОРА ЮРИДИЧЕСКИХ НАУК А.Я. КАПУСТИНА

Институт законодательства и сравнительного правоведения при Правительстве РФ
tkhabrieva@presidium.ras.ru

Возрастание геополитической конкуренции за Арктику требует мобилизации не только политических, социально-экономических, но и правовых ресурсов, поскольку только право как универсальный социальный регулятор способно придать необходимое направление развитию Арктики и защитить арктические интересы России.

Современное российское право в полной мере этой цели не отвечает, хотя имеет исторически давние традиции правового регулирования деятельности в Арктическом регионе. Их истоки можно обнаружить в грамотах древней Новгородско-Псковской земли, подтверждавших право торгового, охотничьего и земледельческого освоения северных просторов [1], и в актах московских Великих князей, предоставлявших казённые земли для основания православных монастырей в далёких северных краях, создания на их основе новых очагов земледельческой культуры¹.

Правовое освоение российской Арктики начинается на рубеже XVIII–XIX вв. Пространства Арктики были присоединены к России по праву первооткрытия в соответствии с практикой подтверждения суверенных прав на вновь открытые земли того времени. Были приняты Устав Российской империи об управлении инородцев от 22 июля 1822 г. [2] и Степные уложения коренных северных народов, которые разрабатывались с 1780-х годов и закрепили право на сохранение своей веры и управление гражданскими делами на основе собственных обычаев и нравов [3].

В целях обеспечения прироста населения и экономического развития Сибири издавались за-

коны о поощрении переселения в Сибирь², развитии местного самоуправления на северных окраинах России [4]. Была создана Российско-американская компания для ведения торговой, промышленной, иной, в том числе научной, деятельности в Северо-Западной Америке и на Дальнем Востоке [5]. Учреждались иные компании, обеспечивавшие “усиление торговых предприятий России” [6].

Советская Россия продолжила политику защиты и освоения Арктики. Был принят ряд актов по определению пространственных пределов её суверенных прав [7], установлению административно-территориального устройства, закреплению особенностей правового статуса коренных народов, обеспечению социального и экономического развития Арктики. В первые десятилетия советской власти преобладали репрессивно-директивные методы: были ликвидированы частные предприятия, создана система тотального государственного контроля за производством и распределением материальных и иных благ.

В послевоенное время ситуация стала меняться. Постепенно внедрялись экономические методы и социально-правовые стимулы развития российской Арктики. Программные документы предусматривали освоение арктических месторождений природных ресурсов, создание новых промышленных предприятий, реализацию крупных инфраструктурных проектов. Но они не выходили за рамки традиционной для советского времени системы административно-командного

¹ Одним из условий основания православных монастырей было земледельческое освоение выделенных Московским великим княжеством земель, чтобы монахи жили трудами рук своих, а не подаванием прихожан – “свои труды ясти и пити” (Ключевский В.О. Курс русской истории. Лекция XXXIII).

² На рубеже XIX–XX вв. был принят ряд нормативных актов, стимулировавших переселение в Сибирь: Временные правила о переселении 1881 г., Закон о переселении 1889 г., Закон о переселении 1904 г., Положение об особых преимуществах гражданской службы в отдалённых местностях, а также в губерниях Западных и Царства Польского 1906 г. Эти акты закрепляли не только порядок переселения, но и “высочайше дарованные” льготы переселенцам и государственным служащим.

управления. Роль закона в решении вопросов российской Арктики оставалась малозаметной.

Современное законодательство Российской Федерации преодолело многие дефекты предшествующего периода правового развития, но, как и в советское время, оно ориентировано на регулирование “арктических” отношений главным образом в рамках отдельных отраслей законодательства — конституционного, гражданского, природо-ресурсного, экологического. В общей сложности действует более 500 нормативных правовых актов, касающихся Арктики, что ведёт к фрагментарности, противоречивости правового регулирования. Ситуацию усугубляет архаичность многих правовых норм. До сих пор действует около 50 актов РСФСР и СССР — государства, прекратившие своё существование четверть века назад.

В российском законодательстве отсутствует системообразующий законодательный акт, сводящий в единое целое “арктическую” правовую материю. Уровень правового регулирования недостаточен. Надлежащую правовую регламентацию обеспечивают только федеральные законы о гарантиях прав коренных народов и компенсациях для лиц, живущих на Крайнем Севере и выезжающих из районов Крайнего Севера. Основным массив правового регулирования составляют подзаконные акты федеральных министерств и ведомств. Не обеспечиваются ключевые задачи по строительству и развитию промышленной и транспортной инфраструктуры, по поддержке предпринимательской деятельности в Арктике. Им посвящено менее 5% нормативных правовых актов, большая часть которых касается публично-правовых вопросов.

Сохраняются нерешённые проблемы по всему спектру правового регулирования — от конкретных вопросов предоставления льгот населению арктических районов до установления правового режима Северного морского пути и определения границ суверенных прав России в Арктике. Как следствие, цели и результаты законодательной политики нередко не совпадают, что хорошо видно на примере демографической политики в российской Арктике. С одной стороны, провозглашается цель увеличения населения региона, с другой — реализуются программы по его сокращению³.

Подобного рода коллизии характерны для всех арктических государств, что чаще всего объясняется недостаточностью материальных, людских, иных ресурсов для их решения. Поэтому остают-

ся нереализованными многие задачи арктической политики, закреплённые не только в “Основах государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу”⁴, но и в программных документах других государств, в том числе в Национальной стратегии для Арктического региона США 2013 г.⁵, Северной стратегии Канады 2009 г., Стратегии Швеции в Арктике 2011 г., Стратегии Финляндии в Арктике 2013 г.

В праве зарубежных арктических государств, как и в России, преобладает отраслевой принцип, отсутствуют системообразующие законы, устанавливающие основы правового регулирования вопросов, касающихся Арктики. Но в зарубежных арктических государствах роль закона в целом выше. Заметно стремление к его использованию как основного правового регулятора, что подтверждается не только увеличением числа целевых законодательных актов, посвящённых Арктике, но и их унификацией, как это происходит, например, в скандинавских странах. Более интенсивно развивается специальное законодательство, направленное на решение конкретных задач социально-экономического развития Арктики, в том числе по правовому сопровождению макрорегиональных инфраструктурных проектов, охране окружающей среды, социальной поддержке населения, защите коренных малочисленных народов Севера.

В целом в правовом развитии всех арктических государств, включая Россию, заметна тенденция к постоянному расширению сферы национально-правового регулирования “арктической” проблематики. Во многом эта тенденция отражает стремление к укреплению суверенного правового порядка государств на арктических территориях, на которые они претендуют либо распространяют свою власть. Такое развитие арктического права предопределено в том числе недостаточностью международно-правового регулирования. Аркти-

⁴ В Российской Федерации вопросы арктической политики закреплёны в нескольких программных документах: “Основах государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу” (утверждены Президентом РФ 18 сентября 2008 г.), “Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года” (утверждена Президентом РФ 20 февраля 2013 г.), “Концепции устойчивого развития коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации” (утверждена распоряжением Правительства РФ 4 февраля 2009 г.), “Стратегии социально-экономического развития Сибири до 2020 года” (утверждена Правительством РФ 5 июля 2010 г.).

⁵ В частности, в январе 2015 г. развернулась острая полемика между федеральным правительством и правительством штата Аляска по вопросам ограничений в ведении хозяйственной деятельности в Арктической зоне и недостаточности средств, выделяемых для социально-экономического развития штата.

³ См., например, Федеральный закон от 25 октября 2002 г. № 125-ФЗ “О жилищных субсидиях гражданам, выезжающим из районов Крайнего Севера и приравненных к ним местностей”, Федеральный закон от 17 июля 2011 г. № 211-ФЗ “О жилищных субсидиях гражданам, выезжающим из закрываемых населённых пунктов в районах Крайнего Севера и приравненных к ним местностей”.

ка так и не стала предметом глобальных международных конвенций или региональных международных договоров. Препятствиями в данном случае являются неопределённость международно-правового статуса Арктики, противоречия между правовыми позициями арктических государств, пробелы и коллизии в правовых режимах отдельных арктических территорий. Международно-правовое регулирование ограничивается отдельными вопросами, посвящёнными главным образом делимитации границ арктических государств и защите окружающей среды. Дальнейшее его развитие связывают с региональными международными организациями (Арктическим советом, Северным советом), постепенно наращивающими потенциал международно-правовой регуляции.

До сих пор не решена задача разработки нормативно-правовой дефиниции Арктики. Арктика как обобщённое наименование северного полярного региона Земли используется в литературе, в том числе международно-правовой, исключительно как физико-географическое понятие, в отличие, например, от Антарктики или Баренцева региона⁶, которые чётко определены в текстах соответствующих международно-правовых документов. Пространственная определённость необходима для установления международно-правового статуса региона и разграничения зон ответственности арктических государств. Но единый подход в этом вопросе ещё не выработан.

Не установлены и общие международно-правовые рамки сотрудничества арктических государств. Возможно, эту функцию со временем начнёт выполнять Арктический совет, но для этого потребуются заключение специального соглашения либо принятие обязательного учредительного договора (устава) этой региональной международно-правовой организации, в котором будут закреплены принципы арктического сотрудничества входящих в её состав государств.

Развитию международно-правового статуса Арктики препятствует и исторически сложившееся многообразие используемых международно-правовых средств. Действуют универсальные, региональные и двусторонние международные договоры. Применяются международные обычаи, акты международных организаций, имеющие характер “мягкого” права. Как следствие, продолжает преобладать не только фрагментарный, но и

ограниченный подход в международно-правовом регулировании статуса Арктики.

Тем не менее международно-правовой компонент регулирования отношений в этом макрорегионе постепенно расширяется. К настоящему времени сложилось и динамично развивается универсальное международное экологическое право, гуманитарное право, право международной безопасности и разоружения, которое распространяет своё действие на Арктику.

Развитие национально-правового и международно-правового компонентов регулирования вопросов, касающихся Арктики, некоторыми учёными и политиками воспринимается как свидетельство формирования обособленной отрасли — арктического права⁷. Однако в настоящее время такая позиция вряд ли может быть доказана, поскольку понятие арктического права носит в первую очередь нормативно-ценностный характер и служит привлечению внимания к исследованию Арктики как к особому предмету научного познания и правового регулирования, подчёркивая важность входящих в его сферу общественных отношений. Собственно, этим и занимаются созданные в ряде зарубежных стран центры арктического права — Арктический центр Университета Лапландии (Финляндия, г. Рованими), Институт арктического права и политики (США, г. Вашингтон), Институт полярного права (Исландия) и т.д. Той же цели служат многочисленные, в основном западные, исследования, посвящённые арктическому праву [8].

На современном этапе арктическое право не может быть определено как отдельная отрасль международного или национального права [9, с. 15–26]. Такое выделение должно быть подтверждено объективными процессами, а не научными силлогизмами. Для признания существования той или иной отрасли законодательства необходима система законов, иных нормативных правовых актов, регулирующих относительно обособленные базовые отношения в определённой сфере. Такой комплекс в сфере “арктического” регулирования ещё не сложился.

Предмет правового регулирования является первоочередным, но не единственным фактором, предопределяющим обособление отраслей права и законодательства. Важен, кроме того, метод либо сочетание методов правового регулирования⁸. Но арктическое право не обладает присущим

⁶ Так, в ст. 1 Соглашения между правительствами государств-членов Баренцева/Евроарктического региона о сотрудничестве в области предупреждения, готовности и реагирования на чрезвычайные ситуации 2008 г. в качестве Баренцева/Евроарктического региона указывается географический регион, включающий точно обозначенные политико-административные образования (губернии, области, республики, провинции) государств-членов.

⁷ Термин “арктическое право” (Arctic law) ещё не утвердился в полной мере. Он получил распространение в основном в зарубежной литературе для характеристики многоформатного сотрудничества государств в различных сферах общественной жизни (последствия изменения климата, экология, здравоохранение, культура, защита интересов коренных народов Севера).

⁸ Подробнее о критериях выделения отраслей права и законодательства см. [10].

только ему механизмом регулирования — особым сцеплением норм, правоотношений, индивидуальных актов, в котором проявляется специфика метода правового регулирования в действии. Арктическое право не располагает и собственными средствами охраны и защиты регулируемых в его рамках отношений. Эта задача осуществляется с помощью норм классических отраслей права — конституционного, гражданского, уголовного, административного и др.

Таким образом, признанию арктического права в качестве отрасли права и законодательства мешает не консерватизм научного мышления, отвергающий новейшие веяния и положения, а объективные обстоятельства, отсутствие необходимого сочетания системообразующих факторов.

Арктическое право — это явление иного порядка, в котором всё более отчётливо заметны признаки особого образования. В будущем, при развитии его международного и национального компонентов, оно сможет выйти на более высокий уровень организации — как межотраслевое комплексное объединение⁹, включающее совокупность взаимосвязанных международно-правовых и национально-правовых элементов, находящихся в тесном взаимодействии друг с другом и с внешней средой. Такому комплексному образованию присущи составной характер, качественные различия и особые функциональные связи объединённых в нём норм, регулирование не вида, а комплекса разнородных общественных отношений.

Межотраслевые комплексные образования имеют свой предмет регулирования, но он не требует особого метода и механизма имплементации норм права. Их особенность заключается в том, что они объединяют, с одной стороны, специальные нормы, непосредственно направленные на регулирование отдельных общественных отношений, а с другой — общие для социальных отношений нормы различных отраслей права, в том числе конституционного, административного, гражданского, земельного, трудового, экологического, международного. В правоприменительной практике они вступают в тесные связи между собой и, как следствие, их содержание корректируется, отражая особенности предмета правового регулирования.

Подобная интеграция правовых норм постепенно становится характерной и для арктического права, концепция развития которого разработана Институтом законодательства и сравнительного правоведения при Правительстве РФ [13].

⁹ Одним из первых в отечественной науке феномен межотраслевых комплексных образований обосновал С.С. Алексеев [11]. В дальнейшем эти идеи были развиты в работах учёных Института законодательства и сравнительного правоведения при Правительстве РФ [12].

Развитие арктического права предполагает дальнейшее укрепление и всё более тесное переплетение его двух основных компонентов — национально-правового и международно-правового.

В национально-правовом регулировании сохранится преобладание отраслевого законодательства. Содержащиеся в нём правовые нормы обеспечивают необходимую регламентацию общественных отношений. Изъятие таких норм из отраслевых законов и их инкорпорация в состав обособленного массива арктического права либо дублирование их содержания позитивного эффекта не дадут. Напротив, они могут привести к разрушению единства правового пространства страны.

Вместе с тем продолжит нарастать массив специальных нормативных правовых актов, нацеленных на решение комплексных проблем Арктики. Такие проблемы не могут быть решены посредством традиционных отраслевых подходов, которые ограничены пространственными пределами государственной власти и неприемлемы на уровне глобальной, региональной и блоковой (союзной) международно-правовой регуляции. Отраслевой подход не позволяет должным образом регулировать макрорегиональные проблемы с их сложным переплетением личных и коллективных, локальных, региональных и федеративных, национально-правовых и международно-правовых отношений.

Именно в этой среде по мере развития международно-правового и национально-правового компонентов постепенно сформируется арктическое право, имеющее особый предмет регулирования — арктическое пространство России и связанные с ним общественные отношения. Оно нацелено на решение конкретных задач геополитического, экономического, социального и этнокультурного развития Арктики на основе гармоничного сочетания международно-правовых (глобальных и региональных) и национально-правовых (федеральных, субъектов федерации, муниципальных, корпоративно-локальных) регуляторов. В частности, речь идёт о создании особых правовых режимов, организационно-правовых и территориально-правовых форм для хозяйствующих субъектов, осуществляющих свою деятельность в Арктике с учётом её природно-климатических, культурно-исторических и социально-экономических условий.

В обозримом будущем усилится влияние международно-правового компонента арктического права. Возможно принятие конвенций о защите прав коренных народов Арктики, об охране окружающей среды в Арктике, о регулировании освоения природных ресурсов Арктики, о регулировании промысла морских живых ресурсов Северного Ледовитого океана, других международных актов.

Реализации такой возможности способствует тенденция к согласованию национального законодательства арктических государств. Одним из первых объектов гармонизации законодательства стал статус коренных народов Арктики. В большинстве арктических стран идёт интенсивная работа по систематизации и согласованию вопросов разработки природных ресурсов Арктики, созданию транспортной инфраструктуры, защите окружающей среды. Наиболее полно она осуществляется в рамках Северного совета — регионального объединения скандинавских государств.

Кроме того, предполагается и модернизация имплементационных механизмов международно-правового компонента арктического права, чему способствует стремление арктических государств к урегулированию вопросов обеспечения безопасных экологических, технологических, иных условий деятельности в Арктике. Сложившиеся в международной практике формы имплементации различны. Во многом они зависят от особенностей правовой системы государства, а также от характера регулируемых общественных отношений и имплементируемых норм международного права. Учёт правового арктического ландшафта, разнообразие которого детерминировано различными правовыми традициями арктических государств (континентального, скандинавского, общего права), неизбежно потребует новых подходов к разработке национально-правовых имплементационных механизмов.

В новых формах разовьётся и взаимодействие международно-правового и национально-правового компонентов арктического права. Оно не будет ограничено хрестоматийным форматом взаимодействия международного права и национального права государств Арктического региона. Между ними возникнет новая органическая нормативно-правовая связь, которая должна способствовать “уплотнению” арктической полисистемной правовой материи, её упорядочению и систематизации.

Дальнейшая эволюция арктического права предполагает полную инвентаризацию нормативно-правового массива в целях выявления норм, влияющих на развитие Арктики на международном и национальном уровнях, установление противоречий и пробелов в правовом регулировании и выстраивание единой многозвенной модели, основанной на общепризнанных принципах и нормах современного международного права и положениях российского права.

Потребуется корректировка существующих отраслей и комплексов российского права в направлении расширения арсенала средств правового воздействия (императивного, диспозитивного, стимулирующего и др.). Необходимы также непрерывный правовой мониторинг эффективности действующих нормативных правовых ак-

тов и полномасштабная их ревизия с целью закрепления тех изъятий и исключений из общего правового режима, которые необходимы для учёта специфики предпринимательской и иной экономической деятельности в Арктике.

Следующим шагом в новой линии развития арктического права может стать принятие системообразующего федерального закона “О российской Арктике”, который сплетёт всю ткань арктического нормативно-правового регулирования в единое целое, нацеливая на системное решение комплексных, межотраслевых проблем:

- устойчивого социально-экономического развития Арктического региона на основе федеральных, макрорегиональных, региональных и муниципальных экономических и социальных программ, реализации проектов государственно-частного партнёрства, создания дополнительных стимулов по привлечению инвестиций и обеспечению роста населения, постоянно проживающего в российской Арктике;
- защиты коренных народов, прав и законных интересов граждан, расширения возможностей их самоорганизации;
- обеспечения баланса и рационализации правовых средств освоения природных ресурсов Арктики и сохранения экологического равновесия в регионе;
- оптимизации управления российской Арктикой, в том числе посредством формирования новых организационных форм с учётом существующего опыта создания федеральных округов, межрегиональных ассоциаций экономического взаимодействия, государственных органов территориальной компетенции (федеральных министерств по делам Дальнего Востока, по делам Северного Кавказа, по делам Крыма, а также соответствующих министерств отдельных субъектов федерации, например, Министерства по делам Коми-Пермяцкого округа Пермского края);
- расширения международного сотрудничества в деле защиты и развития российской Арктики.

Возможно, потребуется принятие и других специальных нормативных правовых актов о развитии предпринимательской среды, рынка труда, транспортной инфраструктуры, инновационных и научных центров Арктики, которые сформируют каркас арктического права. В этих условиях существенно возрастает роль науки в обосновании и научном сопровождении формирования российского арктического права, поскольку только в единении усилий науки и практики могут быть найдены решения, соответствующие современным вызовам и задачам освоения Арктики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Грамоты Великого Новгорода и Пскова // Восточная литература. Средневековые исторические источники Востока и Запада 1333–1510 гг. http://www.vostlit.info/Texts/Dokumenty/Russ/XIV/1320-1340/Pskov_novg_gram/frameset.htm
2. Свод законов Российской империи. Т. 38. СПб., 1830; Вагин В.И. Исторические сведения о деятельности гр. М.М. Сперанского в Сибири с 1819 по 1822 г. Т. 2. СПб., 1872.
3. Свод степных законов кочевых инородцев Восточной Сибири. СПб., 1841; Сборник обычного права сибирских инородцев Западной Сибири. Варшава, 1876.
4. Богословский М. Земское самоуправление на русском севере в XVII веке. Т. 1. Областное деление Поморья. Землевладение и общественный строй. Органы самоуправления. М., 1909.
5. История русской Америки (1732–1867). В 3-х томах / Под ред. Болховитинова Н.Н. М.: Международные отношения, 1997–1999.
6. Манифест от 1 августа 1807 г. О дарованных купечеству выгодах, отличиях, преимуществах и новых способах к распространению и усилению торговых предприятий // Свод законов Российской империи 1857. Т. 11. Ч. 2. Ст. 55–78.
7. Постановление Президиума ЦИК СССР от 15.04.1926 г. “Об объявлении территорией Союза ССР земель и островов, расположенных в Северном Ледовитом океане” // Известия ЦИК СССР и ВЦИК. 16.04.1926. № 87.
8. Byers M. Who Owns the Arctic? Understanding Sovereignty Disputes in the North. Vancouver, Canada: Douglas & McIntyre, 2010; Cinell C. El Ártico ante el derecho del mar contemporáneo. Valencia, Spain: Tirant lo Blanch, 2012; Emmerson C. The Future History of the Arctic. London: Bodley Head, 2010; Labevière R., and Thual F. La Bataille du grand Nord a Commencé. Paris: Perrin, 2008; Manero Salvador A. El deshielo del Ártico: Retos para el Derecho Internacional: La delimitación de los espacios marinos y la protección y preservación del medio ambiente. Cizur Menor, Spain: Aranzadi, 2011; Osherenko G., and Young O.R. The Age of the Arctic: Hot Conflicts and Cold Realities. Studies in Polar Research Collection. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1989; Pooter Hélène de. L’emprise des états côtiers sur l’Arctique. Paris: Pedone, Institut de Droit économique de la Mer, 2009; Sale R., and Potapov E. The Scramble for the Arctic: Ownership, Exploitation and Conflict in the Far North. London: Frances Lincoln, 2010.
9. Парламентское право России / Под ред. Хабриевой Т.Я. М.: Юристъ, 2003.
10. Хабриева Т.Я. Миграционное право. М.: Контракт, 2008.
11. Алексеев С.С. Структура советского права. М.: Юридическая литература, 1975.
12. Мицкевич А.В. Система права и система законодательства // Проблемы общей теории права и государства / Под ред. Нерсисянца В.С. М.: Норма, 2004. Пиголкин А.С. Общая теория права. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1998; Концепции развития российского законодательства / Под ред. Хабриевой Т.Я. и Тихомирова Ю.А. М.: Эксмо, 2010.
13. Арктическое право: Концепция развития / Под ред. Хабриевой Т.Я. М.: Институт законодательства и сравнительного правоведения при Правительстве РФ, 2014.

DOI: 10.7868/S0869587315060249

СОВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В АРКТИКЕ

ДОКЛАД ЧЛЕНА-КОРРЕСПОНДЕНТА РАН И.И. МОХОВА

Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН
mokhov@ifaran.ru

Изменение климата — одна из важнейших международных проблем XXI в. В утверждённой в 2009 г. Климатической доктрине Российской Федерации (<http://kremlin.ru/acts/6365>) выражена особая обеспокоенность в связи с беспрецедентно высокой скоростью глобального потепления, наблюдаемой в течение последних десятилетий. При этом отмечено, что современная наука предоставляет всё более веские доказательства того, что антропогенные воздействия, связанные прежде всего с выбросами парниковых газов в результате сжигания ископаемого топлива, оказывают заметное влияние на климат [1, 2]. Формирование Климатической доктрины Российской Федерации — хороший пример координации на национальном уровне, в частности Росгидромета и РАН.

Самые быстрые и сильные изменения климата отмечаются в Арктике [3]. На рисунке 1 представлены межгодовые и междесятилетние вариации приповерхностной температуры в Арктике (севернее 64° с.ш.) и для Северного полушария в целом по данным GISS (<http://data.giss.nasa.gov/gistemp/>). На фоне глобального потепления климата (три последних десятилетия были, по данным наблюдений, самыми тёплыми у поверхности Земли с XIX в.) скорость потепления в Арктике существенно больше глобальной и полушарной скорости.

Приповерхностная температура в Арктике и для Северного полушария в целом с 1880 по 2013 г. увеличивалась в среднем на 2.4 К и 1.0 К за 100 лет соответственно. В течение последних трёх десятилетий она росла со скоростью 1.9 К за 30 лет, а для Северного полушария в целом — со скоростью 0.8 К за 30 лет. Для России как северной страны скорость потепления тоже значительно больше, чем для Северного полушария — в среднем 1.3 К за 30 лет с 1976 г., по данным Росгидромета (<http://www.meteorf.ru/>) (рис. 2) [2]. В арктических и субарктических регионах России среднегодовая скорость потепления достигает 0.8 К за 10 лет и более. При этом общее потепление в российских регионах сопровождается значимым уве-

личением числа опасных гидрометеорологических явлений со значительным экономическим и социальным ущербом. Для России в целом их число в последние 5 лет (2010–2014 гг.) было почти втрое больше, чем для последних 5 лет XX в. (1996–2000 гг.).

Изменения приповерхностной температуры в арктических широтах за последние полвека превышали 2 К (рис. 3). Так называемое арктическое усиление, характеризующее степень более резких изменений климата в высоких широтах по сравнению с более низкими, связано с влиянием ряда климатических обратных связей. На проявление арктического усиления влияют зависимость теплового излучения и альбедо системы от температуры, изменения вертикальной температурной стратификации атмосферы, меридионального теплопереноса, содержания в атмосфере водяного пара (главного парникового газа в земной атмосфере) и облаков [4, 5].

Важнейшей проблемой является определение относительной роли естественных и антропогенных факторов отмеченных климатических изменений. Доминирующий антропогенный фактор долгопериодных изменений — содержание парниковых газов в атмосфере, прежде всего углекислого газа. В настоящее время содержание CO₂ в арктической атмосфере, как и для всей атмосферы в целом, достигло знакового рубежа — 400 млн⁻¹. Более чем на треть превышен доиндустриальный уровень. Сравнение с палеореконструкциями свидетельствует о рекордном содержании CO₂ как минимум для последних 800 тыс. лет. В истории Земли содержание этого газа в атмосфере достигало и на порядок больших значений, но человечество никогда не жило при таких концентрациях CO₂.

Согласно выводам Пятого оценочного доклада Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) [1] глобальные температурные изменения с середины XX в. не менее чем наполовину связаны с антропогенными воздействиями. Следует отметить, что относительный вклад естественных и антропогенных факто-

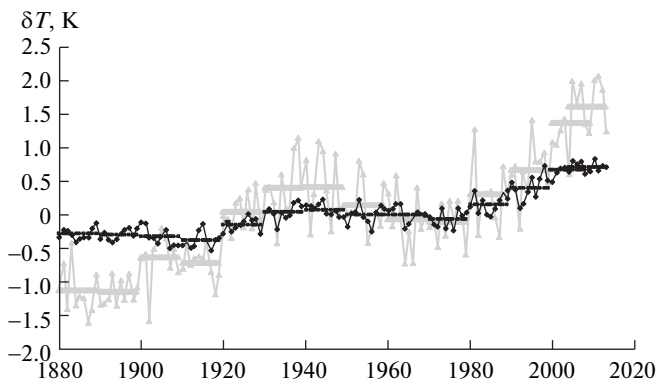


Рис. 1. Межгодовые и междесятилетние вариации приповерхностной температуры δT в Арктике (треугольники, тонкая серая линия) и для Северного полушария в целом (ромбы, чёрная линия) относительно периода 1951–1980 гг.

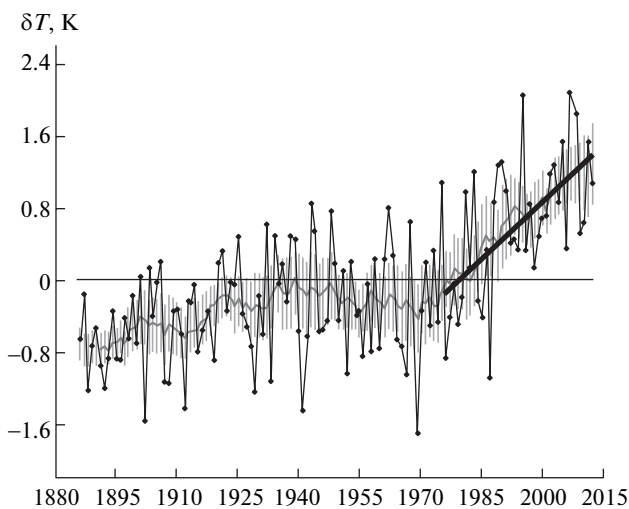


Рис. 2. Межгодовые вариации приповерхностной температуры δT для России в целом с 1886 г. относительно периода 1961–1990 гг.

Жирная кривая характеризует 11-летние скользящие средние с 95%-ным доверительным интервалом, прямая характеризует линейный тренд для последних десятилетий — 1976–2012 гг.

ров зависит от временного горизонта оценок. Чем короче анализируемый временной интервал, тем больше роль естественной климатической изменчивости — межгодовой и междесятилетней. Межгодовая изменчивость глобального климата в наибольшей степени связана с квазициклическими процессами Эль-Ниньо/Южное колебание со средней периодичностью около 4–5 лет. Для Северного полушария существенное значение имеют квазициклические колебания с периодичностью порядка 10 лет — Северо-Атлантическое, Арктическое и Тихоокеанское.

Во внутривековых температурных региональных (в частности, в Северной Атлантике и атлан-

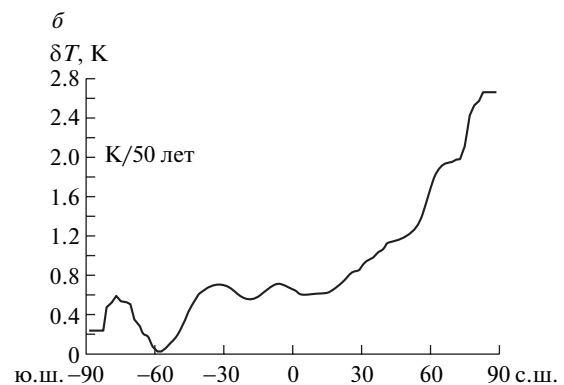
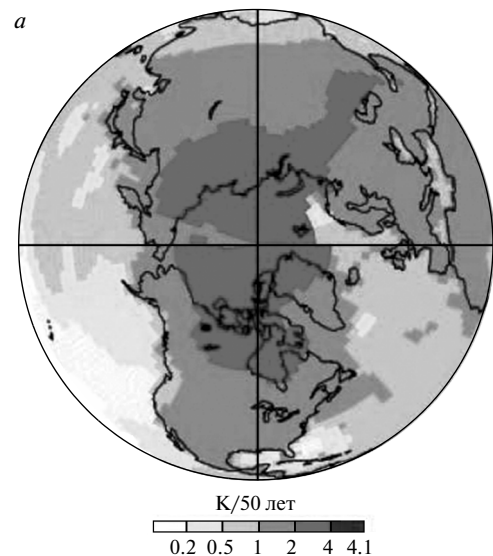


Рис. 3. Оценки изменений среднегодовой приповерхностной температуры за 50 лет (1964–2013 гг.)

a — для разных регионов Северного полушария; *б* — для разных широт от Южного полюса (-90°) до Северного (90°)

тическом секторе Арктики), полушарных и глобальных изменениях, а также в изменениях ледовитости арктических морей значимо проявляются вариации с периодом около 6 десятилетий — они характерны для Атлантической мультисекулярной осцилляции (АМО). АМО связана с глобальной термохалинной циркуляцией океана, одна из ветвей которой — Гольфстрим. Влиянием этого глобального океанического конвейера определяется существенный утепляющий эффект в Северной Атлантике и атлантическом секторе Арктики.

Результаты анализа данных наблюдений для приповерхностной температуры с середины XIX в. [6] свидетельствуют об определяющей роли содержания CO_2 в долгопериодных (порядка столетия) изменениях глобального климата и климата Арктики. При этом вклад CO_2 в дисперсию среднегодовой глобальной температуры состав-

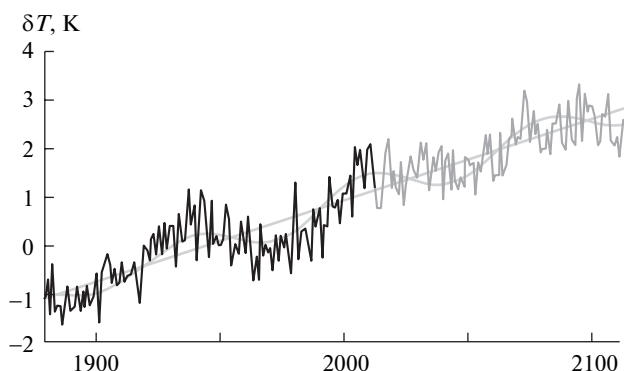


Рис. 4. Экстраполяция вариаций приповерхностной температуры в Арктике до начала XXII в. (серая кривая) с использованием данных GISS (чёрная кривая). Серым цветом также отмечены вариации, характеризующие 60-летнюю моду на фоне линейного тренда

ляет более $\frac{3}{4}$, 60-летней моды — около $\frac{1}{20}$, а всех

остальных факторов — около $\frac{1}{6}$. Для Арктики вклад CO_2 в долгопериодные изменения оценён не-многим меньше $\frac{1}{2}$, а 60-летней моды — около $\frac{1}{6}$.

При учёте вариаций солнечного излучения их вклад в долгопериодные изменения оценивается как незначительный — около 0.5%.

С учётом современной фазы 60-летней моды на фоне 100-летней тенденции потепления можно ожидать относительного замедления скорости потепления или даже некоторого локального похолодания в течение ближайших двух десятилетий с последующим усиленным потеплением на региональном и глобальном уровне. В простейшем случае гармонического колебания для температуры $T(t)$ с периодом T_0 (около 60 лет) и амплитудой ΔT на фоне общего (100-летнего) линейного тренда $(dT/dt)_c$ отсутствие временного интервала с похолоданием возможно при условии

$$\left(\frac{dT}{dt}\right)_c / \left(\frac{2\pi\Delta T}{T_0}\right) \geq 1.$$

По временным рядам данных для приповерхностной температуры с XIX в. можно оценить амплитуду осцилляций $(\Delta T)_A$ с периодом T_0 примерно 60 лет для Арктики в целом (с максимумом в первом десятилетии XXI в.) — около 0.3 К (с максимальными оценками около 0.4 К и минимальными — около 0.2 К). При 100-летнем тренде приповерхностной температуры $(dT/dt)_A = 2.4 \text{ K}/100 \text{ лет}$ для отсутствия временного похолодания необходимо и достаточно, чтобы амплитуда температурных осцилляций $(\Delta T)_A$ с периодом T_0 около 60 лет для Арктики в целом была не больше $(dT/dt)_A (T_0/2\pi) = 0.23 \text{ K}$.

На рисунке 4 представлен вариант экстраполяции для вариаций приповерхностной температуры в Арктике до начала XXII в. (по расчётам В.А. Безверхнего и И.И. Мохова) с использованием данных GISS. Аналогичные оценки можно сделать для Северного полушария в целом. При этом амплитуда приповерхностных температурных осцилляций $(\Delta T)_{NH}$ с периодом T_0 примерно 60 лет (с максимумом в первом десятилетии XXI в.) оценивается около 0.2 К (с минимальными оценками около 0.1 К). При 100-летнем тренде приповерхностной температуры для Северного полушария в целом $(dT/dt)_{NH} = 1.0 \text{ K}/100 \text{ лет}$ для отсутствия временного похолодания необходимо и достаточно, чтобы амплитуда соответствующих температурных осцилляций $(\Delta T)_{NH}$ с периодом T_0 около 60 лет была не больше $(dT/dt)_{NH} (T_0/2\pi) = 0.1 \text{ K}$.

Для относительно короткопериодных (межгодовых и междесятилетних) изменений температурные вариации между экстремумами 11-летнего солнечного цикла обычно не превышают 0.1–0.2 К [7]. При этом неопределённость этих эффектов максимальна в арктических широтах. В целом короткопериодные эффекты вариаций солнечного излучения значимы, но не являются определяющими для последних десятилетий.

В Пятом оценочном докладе МГЭИК [1] представлены относительные изменения приповерхностной температуры и осадков в разных регионах (нормированные на соответствующие изменения глобальной температуры), характеризующие большую чувствительность этих климатических переменных в арктических широтах к увеличению глобальной температуры по ансамблевым модельным расчётам при умеренных антропогенных воздействиях в XXI в. Для арктических широт характерны максимальные изменения температуры, до двух и более раз превосходящие глобальные. Модельные оценки в целом согласуются с современными изменениями по данным наблюдений для последних десятилетий.

Отмеченные тенденции подтверждаются проявляющимися в последние десятилетия значимыми изменениями речного стока в Северный Ледовитый океан, существенный вклад в которые вносят крупнейшие российские реки (рис. 5) [8]. Увеличение стока северных рек в Арктический бассейн связано с общим увеличением влагоёмкости атмосферы при потеплении в соответствии с уравнением Клапейрона–Клаузиуса и ростом количества осадков в бассейнах рек в высоких широтах [9].

От изменений пресноводного бюджета в полярных областях, в частности от изменений количества осадков и испарения, стока рек, таяния льдов и распреснения морской воды, существенно зависит режим океанической циркуляции —

глобального океанского конвейера, в том числе режим течений в Северной Атлантике, приносящих тепло в Арктический бассейн. Модельные оценки свидетельствуют о значимом влиянии вариаций атлантической океанической циркуляции и АМО на климатические изменения в субполярных и полярных регионах. При этом, согласно оценкам МГЭИК [1], критических изменений атлантической океанической циркуляции в XXI в. при умеренных антропогенных воздействиях, по модельным оценкам, не ожидается.

В числе наиболее ярких свидетельств происходящих изменений — быстрое сокращение площади распространения и объёма арктических морских льдов [1, 3, 4]. По данным NSIDC (<http://nsidc.org/>) на основе спутниковых измерений с 1979 по 2014 г., линейный тренд уменьшения площади арктических морских льдов в сентябре получен равным 1.3% в год. Отмеченные изменения допускают возможность отсутствия морских льдов в Арктическом бассейне в летне-осенние месяцы уже через несколько десятилетий.

Происходящие изменения свидетельствуют об увеличении доступности судоходной навигации в окраинных морях Северного Ледовитого океана и повышении перспектив использования арктических транспортных систем. В связи с этим в сопоставлении со спутниковыми данными получены оценки способности современных климатических моделей воспроизводить изменения режима морских льдов, в частности для Северного морского пути. Использовались в том числе результаты расчётов с ансамблями климатических моделей в рамках международных проектов CMIP3 и CMIP5 при разных сценариях естественных и антропогенных воздействий для XXI в. (в частности, при сценариях семейств SRES и RCP).

На рисунке 6 в сопоставлении со спутниковыми данными, полученными с конца 1970-х годов, представлен пример мультимодельных оценок возможных изменений продолжительности навигационного периода для Северного морского пути при сценарии умеренных антропогенных воздействий в XXI в. [10]. При этом навигационный период оценивался при условии, что степень покрытия акватории льдом меньше 15%. Согласно мультимодельным расчётам, навигационный период для Северного морского пути к концу XXI в. при умеренных антропогенных воздействиях может превышать четыре месяца и достигать полугода. Оценки, разумеется, зависят от возможных сценариев естественных и антропогенных воздействий, требований для максимальной степени покрытия акватории льдом и различаются для судов разного ледового класса. Следует отметить, что на фоне долгопериодных тенденций проявляются существенные межгодовые и междесятилетние вариации температурного и ледового режимов.

Полученные модельные оценки изменения среднемесячной и среднегодовой ставки для

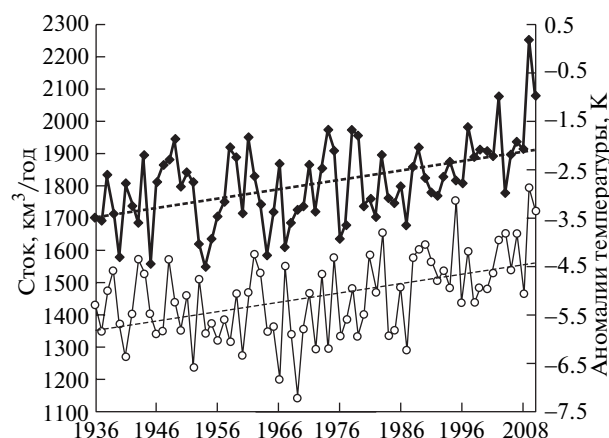


Рис. 5. Межгодовые изменения стока шести крупнейших рек Евразии (Оби, Енисея, Лены, Северной Двины, Печоры, Колымы) в Северный Ледовитый океан (чёрная кривая) в сопоставлении с вариациями средней температуры у поверхности в бассейнах этих рек (серая кривая)

транзита из Западной Европы в Юго-Восточную Азию Северным морским путём, нормированной на соответствующую фрахтовую ставку через Суэцкий канал, свидетельствуют о том, что северный транзит может стать более перспективным даже в зимние месяцы при продолжении тенденции потепления в XXI в. [10]. В то же время в связи с изменениями режима морских льдов в Арктике следует ожидать соответствующих изменений морского волнения в Арктическом бассейне.

Оценки возможных изменений в XXI в. ветро-волновой активности в Арктическом бассейне с использованием модели ветрового волнения и

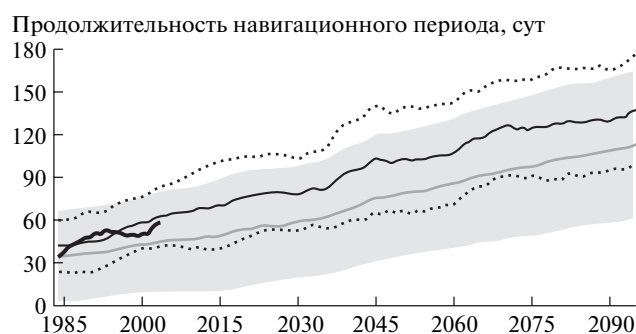


Рис. 6. Изменения (с 11-летним скользящим осреднением) продолжительности навигационного периода для Северного морского пути по спутниковым данным (жирная чёрная кривая) и по мультимодельным расчётам при сценарии умеренных антропогенных воздействий для XXI в.

Верхняя — средние изменения для отобранных лучших климатических моделей (пунктир характеризует межмодельное стандартное отклонение), нижняя — средние изменения для всего ансамбля из более чем двух десятков климатических моделей (заштрихованный диапазон характеризует межмодельное стандартное отклонение)

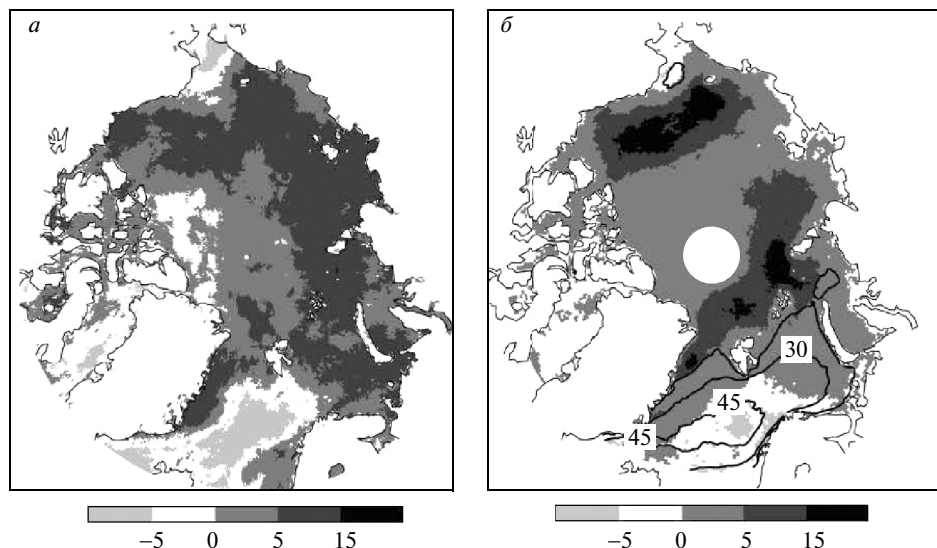


Рис. 7. Модельные оценки изменений (%) для Арктического бассейна в сентябре к середине XXI в. (2045–2065 гг.) по сравнению с концом XX в. (1980–1999 гг.)

a — повторяемость сильного ветра со скоростью более 8 м/с; *б* — повторяемость интенсивных волн с высотой более 2 м, цифры у кривых характеризуют соответствующие средние значения для конца XX в.

расчётов региональных климатических изменений с учётом умеренных антропогенных воздействий свидетельствуют о новых потенциальных рисках в связи с общим усилением волновой активности в Северном Ледовитом океане (рис. 7). В частности, отмечено увеличение повторяемости опасных явлений с сильными ветрами и экстремальными морскими волнами вдоль Северного морского пути. Это связано с увеличением длины разбега волн и региональным усилением приповерхностного ветра [11].

Увеличение морского волнения должно способствовать усилению скорости береговой эрозии в Арктическом бассейне. В настоящее время она достигает нескольких метров в год [12]. Повышенная скорость береговой эрозии связана и с разрушением вечной мерзлоты.

В последние десятилетия в северных российских регионах с вечной мерзлотой значения трендов температуры грунтов достигали 0.05 K в год [13]. Модельные оценки температурных трендов в грунтах, в частности для высокоширотных регионов России, в целом хорошо согласуются с оценками по данным наблюдений для последних десятилетий [14]. Оценки таяния многолетнемёрзлых грунтов имеют особое значение для России, существенная часть которой покрыта вечной мерзлотой. Нарушение ландшафтов криолитозоны негативно влияет на инфраструктуру — разрушаются здания, дороги, трубопроводы, линии передач. Увеличение глубины слоя протаивания способствует освобождению законсервированных в мёрзлом грунте органических веществ. При этом последствия дополнительных эмиссий в атмосферу парниковых газов — метана и углекислого

газа — потенциально могут иметь не только региональное, но и глобальное значение. Согласно результатам модельных расчётов [15, 16], климатический эффект дополнительных эмиссий в атмосферу углекислого газа и метана (примерно в 20 раз более эффективного в расчёте на 1 молекулу парникового газа) в связи с таянием вечной мерзлоты, в том числе на шельфе, и изменением региональных геосистем оценивается для XXI в. как относительно слабый.

Для определения сравнительной роли естественных и антропогенных факторов ключевое значение имеет анализ температурных и других изменений в зависимости от высоты в атмосфере. Модельные расчёты свидетельствуют о принципиальных различиях температурных изменений в стратосфере и мезосфере из-за разных причин естественных (в частности, из-за вариаций солнечного излучения) и антропогенных (в частности, из-за вариаций содержания CO_2 в атмосфере) изменений климата. Глобальное потепление, ассоциируемое с увеличением содержания в атмосфере парниковых газов, в том числе CO_2 , проявляется у поверхности и в тропосфере (до 8–16 км). В более высоких слоях атмосферы — стратосфере и мезосфере — отмечается выхолаживание [1]. Наиболее сильное выхолаживание за последние полвека отмечено в верхней атмосфере на высотах мезопаузы (около 90 км). При этом в последние годы оно замедлилось.

Выхолаживание стратосферы в полярных областях увеличивает риск региональных явлений с аномально низким содержанием озона в атмосфере — озоновых дыр, регулярно образующихся весной в антарктической атмосфере Южного по-

лушария. Их формирование связано с особенностями циркуляции и фотохимическими процессами в стратосфере. На общее содержание озона в атмосфере влияет потепление в тропосфере, сопровождающееся выхолаживанием в стратосфере. В атмосфере Северного полушария, в частности в арктических широтах с более изменчивой циркуляцией и менее устойчивым циркумполярным вихрем, риск формирования экстремальных аномалий с дефицитом озона существенно меньше, чем в антарктических широтах. Однако весной 2011 г. в арктических широтах было отмечено рекордное сокращение содержания стратосферного озона, сопоставимое с антарктическими аномалиями.

В целом анализ температурных изменений по данным для последних десятилетий свидетельствует о значимых изменениях вертикальной температурной стратификации атмосферы. По данным реанализа, с середины XX в. наиболее существенное уменьшение статической устойчивости тропосферы диагностировано для арктических широт, характеризующихся максимальной чувствительностью вертикального градиента температуры тропосферы при климатических изменениях на фоне минимальных значений этого градиента в высоких широтах [17]. Подобная тенденция должна в большей мере способствовать росту циклонической активности в арктической атмосфере [18].

Для полярных широт характерна наибольшая неопределённость спутниковых данных, касающихся облачности, что связано с проблемой детектирования облаков над снежно-ледовым покровом. Необходим более детальный и разносторонний анализ влияния на климатические изменения региональных особенностей океанической циркуляции в Арктическом бассейне и их пространственно-временной изменчивости. Это касается, в частности, и динамики проникновения атлантических вод, и трансарктического течения, и круговорота в море Бофорта. От океанической циркуляции и её изменчивости в Северном Ледовитом океане существенно зависит режим морских льдов. Ключевое значение имеет солёностный режим, определяемый в свою очередь таянием льдов, режимом осадков и речного стока.

Особо значимы климатические изменения в Арктике в связи с их влиянием на формирование климатических аномалий вне полярных широт, в том числе в российских регионах. Это проявилось, в частности, в формировании в последние годы аномально холодных зимних режимов в разных регионах Северного полушария. Проявление подобных региональных сезонных аномалий не только не противоречит тенденции глобального потепления, но и подтверждает результаты модельных расчётов, полученные в 1990-х годах, с

увеличением их вероятности (особенно зимой над континентами) при общем потеплении [19, 20].

В заключение следует отметить, что Арктика, для которой характерны наибольшие климатические вариации, не только является чувствительным индикатором глобальных изменений, но и активно воздействует на полушарные и глобальные процессы. Необходимо менять многие критерии и оценки рисков и потенциальных выгод, связанных с климатическими аномалиями, и стратегически оценивать возможные изменения и их последствия (в том числе с учётом повышения вероятности аномальных режимов в атмосфере и океане, для морских льдов и вечной мерзлоты).

ЛИТЕРАТУРА

1. IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [T.F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner et al. (eds.)] Cambridge Univ. Press, Cambridge / N.Y., 2013.
2. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. М.: Росгидромет, 2014.
3. Мохов И.И., Семёнов В.А., Хон В.Ч., Погарский Ф.А. Тенденции климатических изменений в высоких широтах Северного полушария: диагностика и моделирование // Лёд и снег. 2013. № 2 (122).
4. Алексеев Г.В. Арктическое измерение глобального потепления // Лёд и снег. 2014. № 2 (126).
5. Pithan F., Mauritsen T. Arctic amplification dominated by temperature feedbacks in contemporary climate models // Nature Geoscience. 2014. V. 7. P. 181–184.
6. Груза Г.В., Ранькова Э.Я. Наблюдаемые и ожидаемые изменения климата России: температура воздуха. Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2012.
7. Tung K.K., Zho J., Camp C.D. Constraining model transient climate response using independent observations of solar-cycle forcing and response // Geophys. Res. Lett. 2008. V. 35. № 17. L17707.
8. Shiklomanov A.I., Lammers R.B., Lettenmaier D.P. et al. Hydrological changes: Historical analysis, contemporary status, and future projections // In: Regional Environmental Changes in Siberia and Their Global Consequences. Springer. Dordrecht, 2013.
9. Хон В.Ч., Мохов И.И. Гидрологический режим бассейнов крупнейших рек Северной Евразии в XX–XXI вв. // Водные ресурсы. 2012. № 1.
10. Khon V.C., Mokhov I.I., Latif M. et al. Perspectives of Northern Sea Route and Northwest Passage in the 21st century // Climatic Change. 2010. № 3–4.
11. Khon V., Mokhov I.I., Pogarsky F. et al. Wave heights in the 21st century Arctic Ocean simulated with a regional climate model // Geophys. Res. Lett. 2014. V. 41 (8). P. 2956–2961.

12. Snow, Water, Ice and Permafrost in the Arctic (SWIPA): Climate Change and the Cryosphere. AMAP (Arctic Monitoring and Assessment Programme). Oslo, Norway, 2011.
13. Павлов А.В., Малкова Г.В. Мелкомасштабное картографирование трендов современных изменений температуры грунтов на севере России // Криосфера Земли. 2009. № 4.
14. Аржанов М.М., Мохов И.И. Температурные тренды в многолетнемёрзлых грунтах Северного полушария: сравнение модельных расчётов с данными наблюдений // Доклады АН. 2013. № 1.
15. Елисеев А.В., Мохов И.И., Аржанов и др. Учёт взаимодействия метанового цикла и процессов в болотных экосистемах в климатической модели промежуточной сложности // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 2008. № 2.
16. Денисов С.Н., Аржанов М.М., Елисеев А.В., Мохов И.И. Оценка отклика субаквальных залежей метангидратов на возможные изменения климата в XXI веке // Доклады АН. 2011. № 5.
17. Мохов И.И., Акперов М.Г. Вертикальный температурный градиент в тропосфере и его связь с приповерхностной температурой по данным реанализа // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 2006. № 4.
18. Akperov M.G., Mokhov I.I., Rinke A. et al. Cyclones and their possible changes in the Arctic by the end of the twenty first century from regional climate model simulations // Theor. Appl. Climatol, 2014. Doi:10.1007/s00704-014-1272-2.
19. Lupo A.R., Oglesby R.J., Mokhov I.I. Climatological features of blocking anticyclones: a study of Northern Hemisphere CCM1 model blocking events in present-day and double CO₂ concentration atmospheres // Climate Dynamics. 1997. V. 13. P. 181–195.
20. Mokhov I.I., Timazhev A.V., Lupo A.R. Changes in atmospheric blocking characteristics within Euro-Atlantic region and Northern Hemisphere as a whole in the 21st century from model simulations using RCP anthropogenic scenarios // Glob. Planet. Change. 2014. V. 122. P. 265–270.

НАУЧНАЯ СЕССИЯ ОБЩЕГО СОБРАНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

DOI: 10.7868/S0869587315060225

МЕРЗЛОТА АРКТИКИ: ДИНАМИКА, РЕСУРСЫ, РИСКИ

ДОКЛАД АКАДЕМИКА В.П. МЕЛЬНИКОВА

Институт криосферы СО РАН
melnikov@ikz.ru

С XVIII в., когда природа переживала времена “малого ледникового периода”, в нашей стране, с её огромными территориями в разных климатических поясах, по крупицам собирались знания о криосфере Земли. В XX в. благодаря в основном учёным Российской академии наук мерзловедение заняло своё место в ряду наук о Земле. Естественно, и методология этой науки строилась по аналогии с более зрелыми направлениями, то есть с геологией и географией. Благодаря в первую очередь усилиям академиков В.А. Обручева и В.И. Вернадского и, конечно, профессора М.И. Сумгина — автора первой монографии “Мерзлота почвы в пределах СССР” (1927), а также многих других их коллег удалось уже в 1939 г. создать в системе Академии наук СССР Институт мерзловедения им. В.А. Обручева.

Молодая наука, о которой даже в энциклопедии говорилось как о науке с большим практическим значением, под воздействием господствующего принципа “не ждать милостей от природы, а брать их у неё”, первое время ставила перед собой задачи, выразительно сформулированные в предисловии к упомянутой монографии М.И. Сумгина, написанном мерзловедом П.И. Колосковым: “...Явление вечной мерзлоты почвы по совокупности свойств представляет явление глубоко отрицательное с практической точки зрения. Конечной задачей должно являться уничтожение мерзлоты объединёнными усилиями науки и техники; лишь в тех случаях, где окажется непосильным, задачей явится выработка методов, ослабляющих вредное значение мерзлоты при осуществлении тех или других практических мероприятий”.

Такое целеполагание в отношении природных явлений пришло в СССР с Запада и надолго зарядило стремлением бороться с природой. Как ни парадоксально, но на Аляске в 1970-х годах в начале строительства трансалюскинского трубопровода и у нас в нефтегазовых провинциях Арктической и Субарктической зоны Западной Сибири как бы всплыло из прошлого враждебное отношение к мерзлоте. На Аляске экологи победили, а у нас борьба с мерзлотой продолжается (рис. 1).

Ежегодные экспедиции и постоянно действующие мерзлотные станции в Воркуте, Якутске, Чульмане, Анадыре, Игарке целенаправленно собирали фактический материал о тепловом состоянии криолитозоны, подмерзлотных водах, льдистости отложений, криогенных структурах и о других характеристиках, физических свойствах, их изменениях в годичном цикле. Крупным результатом этих усилий стала геокриологическая карта СССР, изданная в 1950-х годах, и двухтомная монография “Основы геокриологии” (1959) под редакцией члена-корреспондента АН СССР П.Ф. Швецова, а также блестящие работы П.А. Шумского по физике льда, Н.А. Цытовича по механике грунтов.

Заканчивался цикл дифференциации наук, новые цели и накопленные знания потребовали перехода к интеграции, междисциплинарным исследованиям. Для нас, в частности, неким толчком в этом направлении стало развитие представлений о геосистемах, иерархия которых отображает структуру литосферы с очевидным влиянием атмосферы, биосферы, гидросферы, техносферы, и открытие природных газовых гидратов. Развитие учения о геосистемах показало высокую чувствительность криолитозоны к изменению теплового поля и большую по сравнению с другими геологическими объектами динамичность состояния.

Северные широты приарктических государств характеризуются ландшафтами и грунтовыми условиями, обязанными своей уникальностью наличию многолетнемёрзлых толщ. Об особой сложности мёрзлых толщ и пространственной изменчивости условий можно говорить применительно к территории полуострова Ямал. Например, в районе Харасавейского газоконденсатного месторождения главными, предопределяющими специфику проектирования и эксплуатации добывающих скважин [1] являются следующие факторы: неоднородность поверхностных условий побережья и частично акватории Карского моря, которая определила температурный градиент среды, льдонасыщенность пород верхних горизонтов мерзлоты; неоднородность теплового потока



Рис. 1. Изменение теплотока и его последствия
Криогенные оползни, солифлюкция

снизу и как результат — купольное залегание подошвы мёрзлой толщи; низкая температура (-5.5 до -8°C) многолетнемёрзлых пород; низкая несущая способность суглинистого (10–50 м) горизонта; широкое развитие торфяников; высокая льдистость пород и прослой льда толщиной до 2–3 м и более; крупные повторножильные льды до 5–6 м по вертикали, а также наличие сильноминерализованных криопеггов.

Строительство и обслуживание инфраструктуры нефтегазового комплекса в подобных условиях — задача, требующая неординарных решений. В Канаде, например, был создан Арктический газовый комитет для содействия газовому проекту Маккензи [2] и помощи регулятивным органам в

принятии решений. В него были привлечены специалисты со всего мира с опытом строительства в районах мерзлоты. Теоретические представления о закономерностях трансформации криосферы и многолетний мониторинг её изменчивости повлекли за собой обновление подходов и нормативной базы проектно-изыскательных работ. Результаты достигнутого внедряются не везде и не всегда, за что природа расплачивается повсеместно деградированными землями — “бедлэндами” (рис. 2).

Газовые гидраты как явление открыты группой учёных во главе с академиком А.А. Трофимуком и членом-корреспондентом АН СССР И.В. Черским (в соавторстве с Ю.Ф. Макогоном, В.Г. Ва-

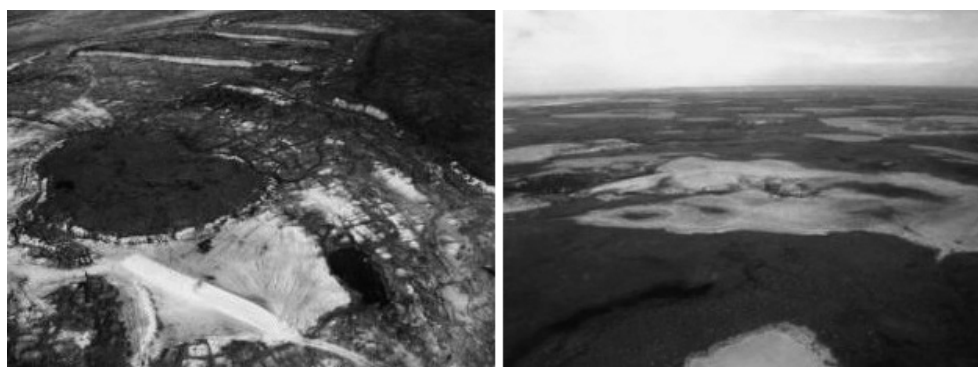


Рис. 2. Примеры “бедлэндов” от техногенеза и чрезмерного увеличения численности оленей

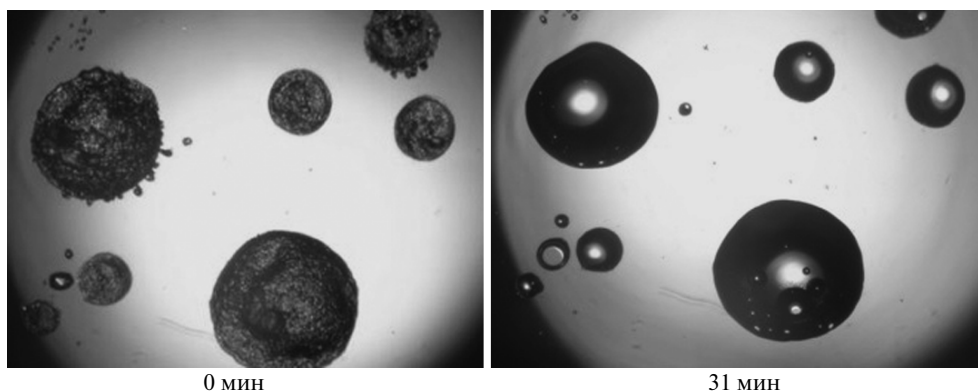


Рис. 3. Диссоциация гидратов метана и образование переохлаждённой воды при -5°C и 16 атм (равновесное давление диссоциации при данной температуре равно 22 атм)

сильевым и Ф.А. Требиным), что подтверждено дипломом в 1971 г. Но настоящие природные газовые гидраты впервые увидели в 1972 г. сотрудники ВНИИГАЗа А.Г. Ефремова и Б.П. Жижченко, подняв керн с поддонной глубины 6.4 м в Чёрном море, где толща воды была 1950 м, то есть далеко за пределами криолитозоны.

Только в 1980-е годы газовые гидраты становятся объектом исследования в криологии Земли. Примерно в это же время в МГУ происходит смена поколений и в учебные программы, помимо традиционных предметов, вводятся “динамическая геофизиология”, “физика, химия и механика мёрзлых грунтов”, “криология планет”. Последнее направление не могло не стать предметом мерзловедов и гляциологов после феерических успехов, связанных с запуском человека в космос.

Вскоре пришло понимание и того, что зона стабильного состояния газовых гидратов, как правило, ниже подошвы мерзлоты, а значит, льдоподобные образования существуют при положительной температуре. В 1988 г. снова во ВНИИГАЗе В.С. Якушев и его коллеги открыли явление самоконсервации газовых гидратов, когда при изменении условий гидраты начинают разлагаться, но выделяющаяся при этом вода при отрицательной температуре горных пород замерзает и останавливает дальнейшее разложение. Это объясняло находки газовых гидратов в мерзлоте, самоконсервация которых отражала иные палеоусловия мёрзлой среды, при которых давление и температура были достаточны для образования газогидратов, а затем, в силу потепления, они должны были бы диссоциировать, но эффект самоконсервации не позволил этому произойти. Законсервированные в мерзлоте газогидраты называли реликтовыми. Таким образом, природные газовые гидраты существуют на различных глубинах и в мерзлоте, и далеко за её пределами при положительных температурах, оставаясь, по существу, льдом, насыщенным газом.

К настоящему времени газовые гидраты найдены вокруг всех континентов Земли, с содержанием в них газа в количестве, сопоставимом с доказанными запасами традиционного природного газа. Первый промышленный газ из газогидратов планируется получить в Японии на месторождениях в районе Нанкинского жёлоба в 2016 г.

Исследования, выполненные в Институте криосферы Земли СО РАН, достоверно показали, что при отрицательных температурах, то есть в мерзлоте, диссоциация газовых гидратов может протекать через промежуточную стадию образования переохлаждённой воды, которая затем переходит в лёд (рис. 3).

Возможное применение газовых гидратов, активно обсуждаемое в последнее время, связано с разработкой концептуальных проектов захоронения в мёрзлых и подмерзлотных горизонтах избыточного количества диоксида углерода — сильно-

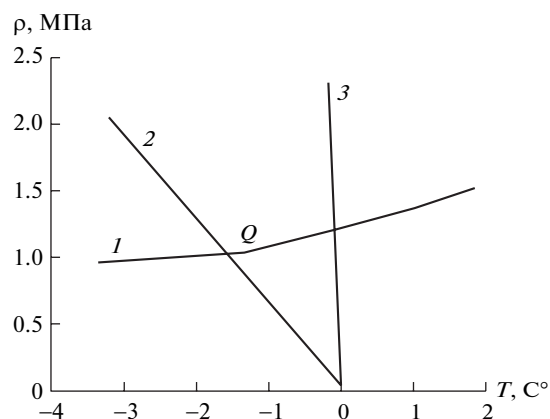


Рис. 4. Фрагмент фазовой диаграммы системы $\text{CO}_2\text{—H}_2\text{O}$

1 — равновесные p — T -параметры образования гидратов CO_2 ; 2 — плавление льда в атмосфере CO_2 ; 3 — линия плавления льда; Q — квадрупольная точка равновесного сосуществования четырёх фаз: лёд—раствор газа в воде—гидрат—газ



Рис. 5. Прослои льда с газовыми спиралевидными пузырьками

го парникового газа — в форме гидратов CO_2 . При этом взаимодействие диоксида углерода с основным компонентом мёрзлых пород — льдом, а также влияние CO_2 на таяние льда и, как следствие, устойчивость мерзлоты и положение границы залегания многолетнемёрзлых пород не изучены.

Мы провели эксперимент и получили впервые данные о температуре плавления льда под воздействием углекислого газа, находящегося под давлением (рис. 4). Оказалось, что температурный коэффициент плавления льда, находящегося в атмосфере углекислого газа, в 20 раз выше по сравнению с влиянием гидростатического давления плавления льда. Иными словами, наличие свободного CO_2 или насыщенного водного раствора CO_2 на глубине 100 м вызовет плавление подземного льда и деградацию мёрзлых пород при отрицательной температуре (-1.5°C). Понятно, что

результат будет обратный тому, что мы хотели получить. В атмосферу со временем уйдёт газа больше, чем закачали.

Развитие исследований различного вида газопоявлений в криолитозоне чрезвычайно важно для установления истинной картины динамики процессов в мёрзлых породах и многочисленных видах льда трещинной, клиновидной, диапировой и пластовой формы в сложных залежах. В некоторых ледовых залежах сложной формы и в гидролакколитах, образованных инъекциями воды, трудно установить цикличность и стадийность возникновения и промерзания таликов и формирования в таких условиях повторноинъекционных льдов сложной конфигурации. Решить проблему иногда позволяют прослои льда с газовыми спиралевидными пузырьками, указывающими на их движение под действием газового потока в направлении процесса льдообразования (рис. 5).

Микроскопические исследования шлиров диатомовых глин в основании бугра пучения на юге Тазовского полуострова в Западной Сибири позволили обнаружить в них полые ледяные образования размером 0.1–0.5 мм сферической, футляровидной и вытянутой формы. Кристаллическое строение, типичное для льда, подтверждается гексагональными гранями плоской и кривогранной разновидности (рис. 6). Остаточная концентрация метана во льду в 3 с лишним раза превышала грунтовую. Полые кривогранные образования микронной размерности названы нами кристаллитами льда. Подобные искажённые полые кристаллы других минералов, наполненные газом, встречаются в гидротермальных жилах при высокой температуре.

И ещё одно яркое явление, обязанное термогазогидродинамике в мерзлоте, вызвало широкий общественный интерес. Речь идёт о воронке до 30–40 м в диаметре и почти вдвое больше по глубине, образовавшейся на полуострове Ямал. Предварительные исследования показали, что,

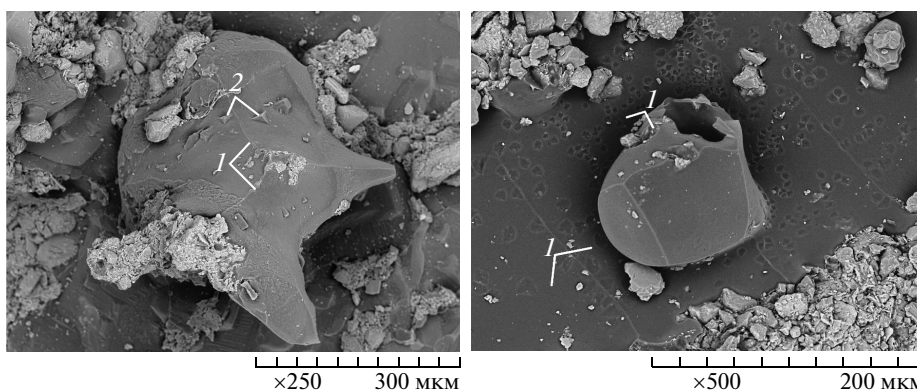


Рис. 6. Газосодержащие кристаллиты льда в диатомовых глинах Тазовского полуострова

возможно, в результате климатических аномалий 2012–2013 гг. и предшествующего им тёплого цикла был запущен механизм быстрого изменения поверхностных условий и последующего выброса льда, грунта и газа на расстояние до 120 м от центра воронки.

Подобные явления были обнаружены в 1990-х годах на шельфе Печорского и Баренцева морей и представлены в нашей статье в 1997 г. [3]. На суше ямальская воронка впервые обратила на себя внимание летом 2014 г. и стала объектом разносторонних исследований.

Открытие в 2004 г. капельного кластера — плоской пространственно упорядоченной структуры из капель воды (рис. 7), возникающей над подогретой водной поверхностью, — положило начало развитию новой области исследований о пространственно упорядоченных аэрозолях. Нами было показано, что упорядоченные трёхмерные капельные структуры могут существовать также в атмосферном тумане и облаках. Полученная в эксперименте большая вязкость тумана, в сотни раз превышающая вязкость чистого воздуха, позволила сделать вывод о возможном значительном влиянии упорядоченного капельного аэрозоля в атмосфере на процессы конвекции и теплоперенос. Криогенные процессы в атмосфере, такие как замерзание воды в аэрозоле при температурах ниже 0°C, способствуют снижению электропроводности атмосферы, увеличению межкапельного расстояния, росту плавучести аэрозоля и образованию мощных грозовых облаков. Установление важной роли криогенных процессов в атмосфере, их влияния на климат Земли — цель наших дальнейших исследований.

Мёрзлая часть литосферы традиционно считалась областью биогеохимического покоя, хотя сведения о наличии в мерзлоте живых бактерий появились в России в конце XIX в. в связи с находками мамонтов на севере Сибири и изучением почв на Дальнем Востоке. Микрофлора впервые была найдена в антарктической вечной мерзлоте в 1968 г. [4]. В 1979 г. на Антарктической станции “Восток” обнаружены бактерии, грибы, диатомеи и другие микроорганизмы [5]. Метаболизм бактерий в вечной мерзлоте был отмечен при температурах около –20°C [6].

Результаты наших исследований в Якутии свидетельствуют, что выявляемые здесь сообщества психрофильных микроорганизмов выживают или сохраняются в чрезвычайно экстремальных геохимических условиях. Деятельность почвенных микроорганизмов криолитозоны изучена недостаточно, до сих пор нет целостной картины количественного и качественного состава микрофлоры почв мерзлотных ландшафтов, не ясны механизмы устойчивого развития микробных сообществ при отрицательных температурах. Выделенные из мерзлоты микроорганизмы обладают

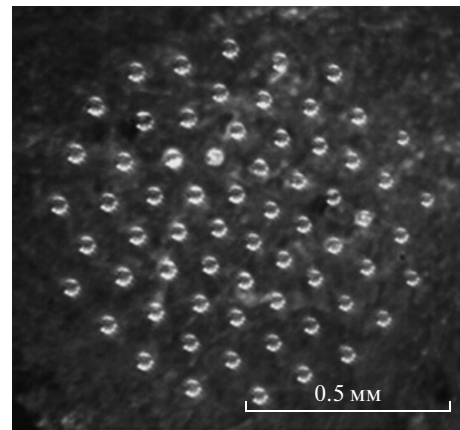


Рис. 7. Двумерный капельный кластер над поверхностью подогретой воды

неизвестной стратегией сохранения жизнеспособности и легко вовлекаются в современные биогеохимические процессы при оттаивании пород. К настоящему времени российскими микробиологами и их коллегами из Швеции, Канады, Японии выполнено секвенирование полных геномов 10 штаммов бактерий из многолетнемерзлых отложений, показаны отличия их генеалогических связей от генетически близких организмов.

Исследования на растениях свидетельствуют о перспективности использования отдельных штаммов микроорганизмов из мерзлоты для улучшения всхожести, повышения хладостойкости и продуктивности зернобобовых растений. Опыты на лабораторных животных продемонстрировали иммуномодулирующее, репаративное и геропрокторное воздействие.

Для штамма *Bacillus F*, выделенного из мёрзлых отложений Мамонтовой горы в Якутии (рис. 8), установлено дозозависимое усиление метаболизма макрофагов, снижение фактора некроза опухолей, стимулирующее влияние на активность клеточного и гуморального иммунитета, фагоцитарную активность макрофагов. Выявле-

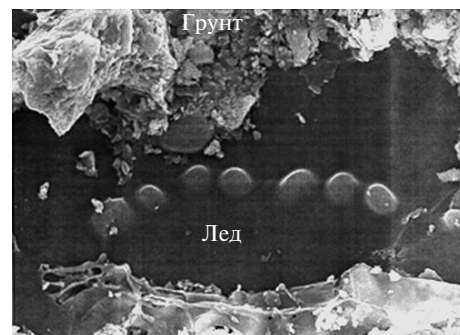


Рис. 8. Клетки в прожилке льда на Мамонтовой горе

Сравнительные характеристики различных теплоизоляционных насыпных материалов

Материал	Размер гранул, мм	Насыпная плотность, кг/м ³	Прочность, МПа	Водопоглощение по объёму, %	Теплопроводность, Вт/м °С	Цена, руб/м ³
ДиатомИК®	0.16–40	190–450	0.8–2.8	<2	0.07–0.10	3000
Schaumglas	10–60	130–190	1.2–2.4	<10	0.08–0.095	15000
SINTEF	4–16	160–530	0.8–2.4	—	0.07	12000

но также улучшение широкого спектра физиологических показателей. Специалисты не исключают, что микроорганизмы криолитозоны имеют специальные механизмы репарации клеточных структур, необходимые для выживания в экстремальных условиях. Дальнейшие исследования по раскрытию механизмов сохранения жизнеспособности должны приблизить нас к решению проблемы увеличения продолжительности жизни.

Многолетнее и сезонное промерзание грунтов на большей части территории России — причина их повышенной пучинистости, что особенно сказывается на качестве дорог. В Норвегии и Германии нашли способ борьбы с этим явлением: в качестве теплоизоляционного и дренирующего слоя в дорожных конструкциях там применяется пеностекло, для получения которого используются отходы стекольной промышленности и собираемый стеклобой.

Сотрудниками Института криосферы Земли СО РАН запатентована технология получения пеностекла из природного кремниевого сырья диатомита. Огромные залежи диатомитов, распространённых во многих регионах России, в том числе в Арктике и Субарктике, — неисчерпаемый источник сырья для новых технологий строительства. Наше пеностекло “ДиатомИК” имеет практически те же характеристики, что и его западные аналоги, но цена его ниже (табл.).

Сохранение качества и долговечности сооружений и путей сообщения в высокотемпературной криолитозоне достигается применением термостабилизаторов различной конструкции, что уже давно практикуется в России, на Аляске и в китайском Тибете. Сочетание теплоизолирующего и дренирующего свойств диатомитового пеностекла и охлаждающего действия термостабилизаторов может кардинально улучшить качество и удешевить строительство дорог в криолитозоне и повысить устойчивость фундаментов сооружений.

Арктический вектор развития, указанный руководством нашей страны, обязывает учёных и специалистов разных профессий направить свой поиск на раскрытие тайн “холодного мира”, выявление тающихся в мерзлоте ресурсов и минимизацию рисков, связанных с высокой динамичностью процессов в Арктической криолитозоне России, как при потеплении, так и при похолодании климата, а также при техногенных воздействиях.

Работа выполнена при поддержке Программы фундаментальных исследований Президиума РАН “Поисковые фундаментальные научные исследования в интересах развития Арктической зоны Российской Федерации”, гранта Российского научного фонда № 14-17-00131 и гранта Тюменского государственного нефтегазового университета.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Vasilchuk Yu.K., Badu Yu.B. et al.* Permafrost conditions at the Kharasavey gas-condensate field // Cryosphere of Oil-and-Gas Bearing Provinces / Proc. Intern. Conf. Book of Abstracts. 2004.
2. *White T.L.* Gas pipelines in regions of permafrost: from science to practice // Cryosphere of Oil-and-Gas Bearing Provinces. Proc. Intern. Conf. Book of Abstracts. 2004.
3. *Мельников В.П., Спесивцев В.И., Куликов В.Н.* О струйной дегазации углеводородов как источнике новообразований льда на шельфе Печорского моря. Итоги фундаментальных исследований криосферы Земли в Арктике и Субарктике. Новосибирск: Наука, 1997.
4. *Horowitz N.H., Cameron R.E., Hubbard J.S.* Microbiology of the dry valleys of Antarctica // Science. 1972. V. 176. P. 242–245.
5. *Abyzov S.S., Bobin N.E., Kudryashov B.B.* Microbiological studies of a glacier in Central Antarctica // Izv. AN SSSR. Ser. Biol. 1979. № 6. P. 828–836.
6. *Friedmann E.I.* Permafrost as microbial habitat // D.A. Gilichinsky (Ed.). Viable Microorganisms in Permafrost. Puschino: Russian Academy of Sciences, 1994.

НАУЧНАЯ СЕССИЯ ОБЩЕГО СОБРАНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

DOI: 10.7868/S0869587315060328

КОРЕННЫЕ НАРОДЫ РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ

*ДОКЛАД АКАДЕМИКА В.А. ТИШКОВА,
ДОКТОРА ИСТОРИЧЕСКИХ НАУК Н.И. НОВИКОВОЙ,
КАНДИДАТА ИСТОРИЧЕСКИХ НАУК Е.А. ПИВНЕВОЙ*

Институт этнологии и антропологии им. Н.Н. Миклухо-Маклая РАН
tishkov@iea.ras.ru

Историческая специфика коренных народов российской Арктики состоит в том, что они уже несколько тысяч лет назад освоили уникальную природную среду этого региона, создали своего рода “арктическую цивилизацию” с характерной для неё самобытностью и своеобразием уклада жизни населения, системы жизнеобеспечения. С другой стороны, так называемые коренные малочисленные народы Севера давно и прочно укоренены в российском государстве и в российской истории. Более того, аборигены циркумполярных широт — одна из брендовых характеристик образа России как северной страны.

Нужно ли образ жизни арктических жителей подстраивать под общероссийский? Или это мир, который желательно сохранить в его неизменном виде? Или возможен третий вариант, который мы в своё время назвали культурно-ориентированной модернизацией? Всё это заставляет задуматься о том, какой должна быть наша политика в Арктике в контексте устойчивого развития, экологической безопасности и национальных интересов России в целом.

Собственная история коренных народов Севера насчитывает много тысячелетий, но, говоря об истории российского государства, нужно отметить периоды своего рода союзнических (на основе торговли) отношений аборигенного населения с властями Российской империи, вовлечение его несколько столетий назад в российскую данническую систему (через уплату ясака), период полной или частичной христианизации, вспомнить тотальную и жёсткую по формам советскую модернизацию, включавшую как культурную революцию и частичный переход к оседлости, так и принуждение к коллективизации и тяжёлые социальные проблемы советской эпохи. В целом политика по отношению к насельникам Арктики долгое время была подчинена утилитарным экономическим интересам, идеологическим установкам и военно-стратегическим расчётам. Таковой она остаётся во многом и поныне, хотя новая

концепция государственной политики в Арктике носит более чувствительный, если можно так сказать, характер.

В этом контексте рассмотрим некоторые социокультурные реалии сегодняшних жителей Арктики. Академические исследования истории и культуры арктических народов имеют давнюю и замечательную историю, начиная с первых научных экспедиций и описаний проживающих в регионе народов. Особые заслуги имеет советская научная школа изучения народов Арктики. Работы в этой области были посвящены не только вопросам истории, социального и этнокультурного развития коренных народов региона, но также содержали поиски путей их развития на основе сохранения традиций и государственного патернализма (см., например, многочисленные “докладные записки в директивные инстанции” сотрудников Института этнографии АН СССР за 1950–1980-е годы [1]).

Социально-экономические и политические процессы, в которые вовлечены представители этих народов, ставят перед наукой новые задачи. К их числу относится определение дальнейших перспектив развития арктических сообществ в условиях современных проектов экономического и военно-стратегического характера. Этой проблеме уделяется серьёзное внимание во всём мире. Главное, к чему пришло человеческое общество, — это осознание необходимости отказаться от политики патернализма по отношению к “отсталым” народам, признать самобытность и самоценность их культур.

Сегодня изучение народов Арктики активизировалось. В рамках Программы фундаментальных исследований Президиума РАН с 2014 г. выполняется проект “Коренные народы и промышленное освоение Арктики: преодоление рисков и стратегии развития”. Проводится большое количество региональных историко-культурных и этнографических исследований, реализуются совместные международные проекты.

Таблица 1. Население Арктической зоны РФ*

Административно-территориальное образование	Численность населения, человек	Доля, %	Доля коренных народов, %
Архангельская область (отдельные муниципальные образования)	671 083	26.6	0.06
Республика Коми (отдельные муниципальные образования)	134 172	5.3	0.42
Красноярский край (отдельные муниципальные образования)	274 133	10.9	2.3
Мурманская область	795 409	31.5	0.23
Ненецкий автономный округ	42 090	1.7	17.83
Республика Саха (Якутия) (отдельные муниципальные образования)	33 161	1.3	22.66
Чукотский автономный округ	50 526	2.0	33.42
Ямало-Ненецкий автономный округ	522 904	20.7	7.93
Всего	2 523 478	100.0	3.27

* Таблицы 1–4 составлены В.В. Степановым.

Арктическая зона нашей страны была определена в 2014 г. Указом Президента РФ № 296 “О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации”. Она включает территории восьми субъектов РФ: 1) Мурманской области; 2) семи муниципальных образований Архангельской области; 3) Ненецкого автономного округа;

Таблица 2. Коренные народы Арктической зоны РФ, 2010 г.

Название народа	Численность населения, человек	Доля среди коренных народов, %
Ненцы	41 849	50.7
Чукчи	12 772	15.5
Ханты	9 560	11.6
Эвены	4 413	5.4
Эвенки	3 573	4.3
Селькупы	2 342	2.8
Саамы	1 604	1.9
Эскимосы	1 529	1.9
Долганы	1 180	1.4
Чуванцы	897	1.1
Кеты	785	1.0
Нганасаны	778	0.9
Юкагиры	632	0.8
Энцы	218	0.3
Манси	169	0.2
Вепсы	101	0.1
Коряки	69	0.1
Ительмены	9	0.01
Кереки	1	0.00
Всего	82 481	100.0

4) городского округа “Воркута” Республики Коми; 5) Ямало-Ненецкого автономного округа; 6) городского округа Норильска, Таймырского Долгано-Ненецкого муниципального района и Туруханского района Красноярского края; 7) пяти улусов (районов) Республики Саха (Якутия); 8) Чукотского автономного округа. Площадь Арктической зоны РФ около 9 млн. км², её население – более 2.5 млн. человек, что составляет менее 2% населения России и около 40% жителей всей Арктики. В российской Арктике проживает 82.5 тыс. представителей коренных малочисленных народов из общей численности этой категории российского населения примерно в 250 тыс. человек. По своему этническому составу это ненцы, чукчи, ханты, эвены, эвенки, селькупы, саамы, эскимосы, долганы, чуванцы, кеты, нганасаны, юкагиры, энцы, манси, вепсы, коряки, ительмены, кереки (табл. 1 и 2). Часть из них ведёт кочевой или полукочевой образ жизни, связанный с традиционными видами природопользования – оленеводством, рыболовством, морским зверобойным промыслом, охотой, собирательством. Большинство составляют оседлые жители, проживающие в посёлках и городах. По нашим оценкам, часть года или круглогодично в Арктике кочует около 20 тыс. человек, то есть около четверти аборигенного населения. При этом порядка 60% кочующего населения страны приходится на Ямало-Ненецкий автономный округ [2].

О демографической ситуации и социальных проблемах. Не так давно наши учёные и общественность били тревогу по поводу сокращения численности (и даже “вымирания”) коренных народов Арктики. Однако данные последних переписей населения свидетельствуют, что эти опасения преувеличены. На самом деле численность наиболее крупных по арктическим меркам групп (ненцы, чукчи, ханты, эвены) даже возрастает, а совсем малочисленным группам удаётся сохранять более

Таблица 3. Владение языками коренным населением Арктической зоны РФ*

Название народа	Отметили владение языками, человек	В том числе указаны языки (количество ответов относительно числа респондентов, %)				
		Русский	Языки, соответствующие национальности	Якутский	Английский	Прочие языки
Вепсы	101	100	17.1	0.0	6.5	11.9
Долганы	1157	96.4	11.7	23.7	0.9	4.5
Ительмены	9	100	0.0	0.0	0.0	0.0
Кереки	1	100	0.0	0.0	0.0	0.0
Кеты	783	100	19.9	0.1	0.5	0.9
Коряки	69	100	5.8	0.0	1.4	0.0
Манси	169	100	18.4	0.0	2.3	3.6
Нганасаны	768	99.9	11.4	0.1	1.1	1.3
Ненцы	40 599	95.1	42.8	0.0	0.8	5.1
Саамы	1604	99.9	17.4	0.0	4.2	4.6
Селькупы	2327	99.4	38.4	0.0	0.7	1.1
Ханты	9505	98.3	56.5	0.0	1.1	2.0
Чуванцы	897	100	6.2	0.0	2.9	1.6
Чукчи	12 735	99.9	29.4	0.5	1.4	0.2
Эвенки	3544	92.7	11.4	67.0	2.3	5.5
Эвены	4381	92.3	21.7	70.3	2.2	2.8
Энцы	215	97.7	16.1	0.9	0.5	1.9
Эскимосы	1528	99.9	28.5	0.0	3.3	0.1
Юкагиры	630	97.4	19.9	43.0	3.5	2.2
Всего	81 183	96.3	37.0	7.5	1.2	3.5

* Рассчитано по данным Всероссийской переписи населения 2010 г.

или менее стабильную демографическую динамику. По крайней мере, в среднесрочной перспективе мы не видим каких-либо драматических демографических изменений среди этой части российского населения. Тем более нет оснований ожидать, что возникнет какая-то обширная административная территория с преобладанием представителей арктических групп, как, например, это произошло в Канаде и привело к образованию новой автономной территории Нунавут, среди населения которой доминируют канадские аборигены.

Вместе с тем весьма актуальны социальные проблемы, связанные с организацией здравоохранения в отдалённых районах российской Арктики, так как для кочевого населения доступ к больницам и поликлиникам затруднён, а для скорой помощи единственным средством остаются санитарные вертолётные перевозки. Для кочующих жителей тундры сегодня зачастую недоступна даже общетерапевтическая помощь, не говоря уже о специализированной. Острейшей социальной проблемой остаётся алкоголизм — одна из причин повышенной смертности среди северных аборигенов, их низкой продолжительности жизни и социальной дезадаптации.

С точки зрения **этнокультурного развития** в Арктической зоне РФ наблюдается тенденция к сокращению представителем местных этнических групп, владеющих родными языками, вследствие многовековых контактов с соседними народами и проводившейся с 1930-х годов политики интеграции. В отношении малочисленных народов Севера такая тенденция проявляется особенно остро, поскольку в их среде этнические языки, прежде всего в силу словарной специфики, представляют собой один из механизмов приспособления к выживанию в суровых природных условиях.

Вопросы о языках и этнической идентичности (национальности) неизменно присутствуют во всех отечественных переписях населения, начиная с 1920 г. Эти данные и научные исследования показали, что у малочисленных народов Севера этнические языки подвержены процессу вытеснения доминирующими языками, прежде всего русским. Так, по результатам переписи 1989 г., известно, что в среднем языковая ассимиляция составляла не менее 35% (такова была доля аборигенов, не владеющих языком своей группы). Реальные масштабы языковой ассимиляции ещё

Таблица 4. Родные языки коренных народов Арктической зоны РФ*

Название народа	Русский	Языки, соответствующие национальности	Другие языки
Вепсы	87	12.2	0.8
Долганы	15	61.4	23.5
Ительмены	100	0.0	0.0
Кереки	100	0.0	0.0
Кеты	76.6	23.0	0.4
Коряки	78.3	18.8	2.9
Манси	81.5	17.9	0.6
Нганасаны	27.8	69.5	2.7
Ненцы	21.8	75.8	2.4
Саамы	82	17.5	0.5
Селькупы	39.5	56.0	4.5
Ханты	36.5	62.1	1.4
Чуванцы	92.9	6.5	0.7
Чукчи	50.3	49.0	0.8
Эвенки	20	12.4	67.6
Эвены	16.3	23.0	60.8
Энцы	48.9	44.8	6.3
Эскимосы	55.9	43.4	0.8
Юагиры	48.6	22.7	28.7
Всего	27.5	47.8	24.7

* В процентах от численности указавших родной язык при Всероссийской переписи населения 2010 г.

больше, так как отечественные переписи в силу некорректной формулировки вопросов слабо выявляют степень языковой компетенции населения [3].

Степень владения языками коренных малочисленных народов Арктической зоны РФ по итогам переписи 2010 г. отражает содержание таблицы 3. Видно, что только 37% участвовавших в переписи указали владение языком своей этнической группы, а 96% — русским языком. Наши полевые материалы показывают, что в наиболее полной мере сохраняют свои позиции основного средства общения хантыйский, ненецкий, селькупский, чукотский и эскимосский языки. На ненецком языке могут разговаривать более 85% представителей этого народа [4, с. 82, 83]. В целом сохраняется языковая ситуация, описанная лингвистами в 1990-е годы для наиболее крупных северных народов: типичным для неё было и остаётся довольно устойчивое владение двумя языками, например, ненецким и русским, чукотским и русским [5, с. 162]. Однако сегодня для подавляющего большинства представителей коренных на-

родов Арктической зоны РФ русский язык — основной язык знания и общения.

Общая ситуация такова, что практически все арктические аборигены России владеют русским языком и почти 30% назвали его родным (табл. 4). Однако, если считать родным именно основной язык знания и общения, а не просто язык, совпадающий с национальностью, независимо от владения им, тогда реальная доля представителей коренных народов арктического Севера, для которых родным является русский язык, будет заметно больше. Что касается собственно аборигенных языков, то ситуация крайне неоднородная: сравнительно крупные народы, например, ханты, чукчи и ненцы, обладающие к тому же титульной этнотерриториальной автономией и проживающие в местах сравнительно компактного расселения, сохраняют языки своих национальностей в достаточно высокой степени, включая преподавание на этих языках в начальной школе. Не менее многочисленные эвенки, но разбросанные по огромным территориям (около половины их проживает в Китае) и имеющие различные диалектные группы, сохранили эвенкийский язык заметно хуже. Большой вклад в сохранение языков арктических народов вносят социолингвисты, работники просвещения и образования. Они изучают исчезающие языки, фиксируют и публикуют словарный запас, фольклорные тексты, готовят учебные пособия, радио- и телепередачи.

Необходимо понимание так называемого языкового перехода, то есть перехода на двуязычие или полностью на русский язык, как результата прежде всего индивидуального выбора и одной из стратегий модернизации этой части российского населения. Здесь важен не столько сам факт обязательного сохранения миноритарных языков в их полном функционировании, сколько сохранение этнической идентичности и предотвращение ассимиляции в пользу других. По нашим данным, такого процесса в заметных масштабах в российской Арктике не происходит.

Значительная часть культурного наследия народов российской Арктики жива и сейчас, что особенно проявляется в приёмах хозяйственной деятельности, художественных ремёслах, народной памяти, духовной культуре, фольклоре. Это помогает сохраняться этническому самосознанию народа, даже если утрачено знание его родного языка. Отдельные элементы аборигенных культур стали символами, знаками, характерными для того или иного народа (ненец на оленьей упряжке с хореем в руках, чукча с арканом, эвенок верхом на олене, хант в долблённой лодке и т.п.).

Социально-экономическое положение. Деятельность предприятий топливно-энергетического комплекса приносит огромные средства, часть которых идёт на финансирование целевых про-

грамм для развития коренных малочисленных народов Севера, на помощь предприятиям агропромышленного комплекса, поддержку общин коренных народов, возмещение убытков, причиняемых при освоении территорий этого региона. В целом это положительно сказывается на росте благосостояния местного населения. Вместе с тем в силу различных факторов (природных, исторических, социально-культурных, медико-биологических) северные аборигены находятся в менее благополучном положении по сравнению с жителями других регионов России. В “Концепции устойчивого развития коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации” (2009) отмечено, что уровень жизни значительной части этого населения, проживающего в сельской местности или ведущего кочевой образ жизни, ниже среднего российского. Уровень безработицы здесь в 1.5–2 раза превышает средний по стране.

Один из путей вовлечения коренных малочисленных народов Севера в современные сферы занятости — развитие экологического и этнографического туризма, производства сувенирной продукции. Это связано с презентацией традиционной культуры, поэтому такие занятия можно рассматривать как современное направление традиционного хозяйства. Для успешного развития этнотуризма необходимо создавать соответствующую инфраструктуру, что предусмотрено индустрией турбизнеса в целом и для чего требуются люди с высшим образованием и соответствующей квалификацией. Отдельная социальная проблема — обеспечение аборигенов жильём. Особенно это

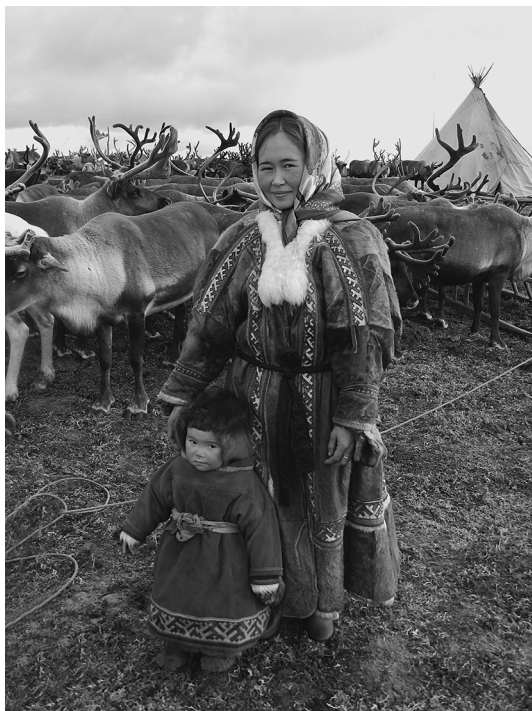
касается кочевого населения, ибо среди оленеводов подавляющее большинство не имеет постоянного жилья. Молодые люди из оленеводческих семей хотели бы жить в посёлках, но на пути реализации такого желания стоят две серьёзные преграды — отсутствие жилья и работы. Кстати, этот фактор нужно учитывать и при решении вопроса о регулировании стада домашних оленей, численность которого только на Ямале сегодня превышает 700 тыс. особей.

К сожалению, промышленное освоение Арктики подчас разрушительно влияет на природную среду и на сообщества коренных жителей. Ситуация осложняется тем, что промышленная деятельность началась до того, как были приняты соответствующие правовые нормы, защищающие интересы коренных народов. В России не достигнут необходимый паритет в отношениях аборигенов с промышленными компаниями с точки зрения двустороннего учёта интересов, взаимовыгодного развития и нейтрализации рисков. Наши и другие исследования указывают на необходимость выработки особых государственных требований к деятельности компаний — требований, учитывающих ранимость арктической природы и особые права групп населения, занимающегося традиционным природопользованием.

Для сравнения ситуации в различных регионах Арктики интерес представляет опыт Ямало-Ненецкого автономного округа, который занимает особое место в ряду регионов Севера. Там сконцентрированы уникальные запасы природных ископаемых. Сегодня округ обеспечивает добычу 14% жидких углеводородов и 85% газа России,



Посёлок Яр-Сале Ямальского района Ямало-Ненецкого автономного округа



Дети, олени, чум — ненецкое счастье

оставаясь на перспективу безальтернативным газовым плацдармом страны. Ещё одной особенностью этого региона является значительная доля кочевого населения, сохраняющего традиционный образ жизни, который связан с оленеводством. По данным на 2012 г., в округе насчитывалось около 15 тыс. кочевников, что составило почти 40% всех живущих там аборигенов. Предлагавшиеся в прошлом планы перевода оленеводов на оседлость и переселения их в посёлки доказали свою бессмысленность, поэтому вопросы сочетания традиционного природопользования и промышленного развития в округе в последнее время приобрели особую актуальность.

Общим требованием аборигенных организаций в Ямало-Ненецком автономном округе является переход от благотворительной помощи промышленных предприятий к установлению партнёрских отношений, согласованию вопросов, представляющих взаимный интерес. Заметно стремление со стороны предприятий найти пути смягчения воздействия промышленного освоения территорий на жизнедеятельность коренного населения, чтобы избежать открытого противостояния. Для этого заключаются договоры с правительством округа, с администрациями районов. На основании таких соглашений компании перечисляют финансовые средства, однако действенного контроля за их распределением и использованием нет. Недостаток этой системы заключается в её закрытости для общества, отсут-

ствии адресного использования средств и неучастии коренного населения в их распределении. И как результат — низкая эффективность таких финансовых вливаний.

При рассмотрении вопросов взаимодействия с промышленными компаниями необходимо учитывать, что промышленное развитие даёт разным группам населения неодинаковые возможности и приводит к разным последствиям. Для тундровиков это сокращение пастбищ и загрязнение окружающей среды. А жители посёлков ждут от развития промышленности на Севере новых рабочих мест. Если бы компании развивали инфраструктуру в посёлках, то местное население, включая ненцев, поддерживало бы промышленные проекты с большим энтузиазмом. На местах считают, что к освоению природных ресурсов Ямала должен применяться системный подход, на основании которого будет строиться взаимодействие заинтересованных сторон — органов власти, промышленных предприятий и коренных жителей. Для этого необходимы такие социальные технологии, которые учитывают альтернативные пути развития [6, 7].

Сегодня в российской Арктике лишь среди ненцев, долганов, чукчей, энцев удельный вес занятых в традиционных отраслях составляет 18–25%, среди остальных этнических групп он не превышает 9–13%. Низкая конкурентоспособность традиционных видов хозяйственной деятельности обусловлена малыми объёмами производства, высокими транспортными издержками, отсутствием современных предприятий и технологий по переработке сырья и биологических ресурсов.

Современный правовой и социокультурный статус коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока регулируется Конституцией РФ и большим количеством нормативных актов. Прежде всего это федеральные законы “О гарантиях прав коренных малочисленных народов Российской Федерации” (1999), “Об общих принципах организации общин коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации” (2000), “О территориях традиционного природопользования коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации” (2001). Эти законы направлены на сохранение историко-культурного наследия, поддержку языков и культур коренных народов, что предусматривает развитие культурных центров, творческих коллективов, организацию телевизионных передач, создание документальных фильмов, издание учебной, научной и художественной литературы, развёртывание интернет-проектов на языках коренных малочисленных народов Севера, проведение тематических фестивалей, праздников оленеводов, охотников и рыбаков, традиционных спортивных состязаний.



Семья оленевода-частника. Ямало-Ненецкий автономный округ

Определённые права и льготы, предоставляемые коренным малочисленным народам Севера, служат цели их социальной адаптации к условиям рыночной экономики, а также сохранения групповой целостности. Именно государственные гарантии и льготы — социальные преференции и квоты на использование ресурсов — зачастую становятся основным аргументом выбора выходцами из смешанных семей этнической принадлежности в пользу аборигенной. Это, кстати, один из источников пополнения данной категории населения.

Следует сказать об этнопсихологических, символических особенностях природопользования в зоне Арктики её коренными населенными. Они определяются их традиционными представлениями о земле, и отсюда вытекают многие противоречия относительно подходов к промышленному освоению. Заметим, что аборигенное население социально неоднородно, лишь часть его стремится сохранить земли для ведения традиционного хозяйства и развития своей культуры. Но именно с этой группой связываются в общественном сознании надежды на сохранение уникальной северной природы и культуры. Именно у аборигенов, ведущих традиционное хозяйство, происходят конфликты с промышленными компаниями. Однако многие авторитетные исследования арктических сообществ показыва-

ют, что освоение Арктики во все времена строилось скорее на партнёрстве, чем на вражде, причём морские и тундровые кочевники играли в этом существенную роль. А северная многокультурность исторически была основана на динамическом взаимодействии культур и предполагает высокий потенциал движения [8].

В представлениях о земле отражаются правовые идеалы коренных народов Севера, которые характеризуются соблюдением меры в использовании ресурсов, необходимостью следить за землёй и осознанием “права земли” как действенного нормативного регулятора в отношениях между людьми. Для природопользования аборигенов характерно также представление о проницаемости границ, мобильности людей и вместе с тем ограниченности освоенного пространства. Такими границами ареала, получившего в законодательстве название “исконная среда обитания”, являются природные и хозяйственно-культурные черты культурного ландшафта. В современных условиях у коренных народов сочетаются представления о себе как “части Севера” и о необходимости сосуществования с приезжими. Для создания справедливой системы взаимодействия промышленным компаниям следует проявлять больше доверия к коренным народам, включать нормы традиционного природопользования в правовую систему страны. Важным представляется создание своего



Выделка оленьей шкуры

рода “переговорной площадки”, где государство (правовая система), промышленные компании (корпоративное право) и аборигены (обычное право) получили бы не только право голоса, но и систему принципов и механизмов, которые обеспечат их взаимодействие [9].

В рамках обычного права отношениям по поводу землепользования присущ общественный характер. Здесь имеются в виду коллективные и индивидуальные права, разделение общественного статуса освоенных территорий и имущественных интересов, неотчуждаемость землепользования, когда земля и водные угодья могут передаваться по наследству или внутри группы, но не продаваться. Отчуждение земли для целей, отличных от традиционного природопользования, коренными жителями Севера воспринимается отрицательно, особенно если речь идёт о разрушении оленьих пастбищ. Сегодня угрозу пастбищам представляет не только антропогенное воздействие, связанное с деятельностью нефтегазовых предприятий, но и изменение климата. В этих вопросах важно учитывать мнение коренных народов, сочетая научные и традиционные представления с целью партнёрства в “производстве” знаний, а также для совместного управления Арктическим регионом.

Ассоциация “Оленеводы мира” инициировала специальный проект “EALAT” — “Оленеводство в условиях изменяющегося климата”, большая часть которого осуществлялась в России. Прово-

дятся и другие исследования, но их результаты плохо координируются и мало используются на практике. Председатель правления Ассоциации “Оленеводы мира” М.А. Погодаев подчёркивает: “Хотя оленеводы в принципе не против экономического развития и понимают его необходимость и неотвратимость, растёт их озабоченность в связи с растущими потребностями общества и необходимостью обеспечения сбалансированного развития такой деятельности во взаимосвязи с интересами традиционных форм хозяйственной деятельности народов Арктики и сохранения биоразнообразия” [10, с. 278]. Одним из путей трансляции традиционных знаний может стать этнологическая экспертиза. Наш опыт работы в рамках ООО “Этноконсалтинг” на Сахалине и на Ямале показал полезность научной экспертизы этнологами и антропологами.

Для многих аборигенов российской Арктики важным моментом природопользования стало представление о священных местах [11]. Они могут быть естественными резерватами или местами совершения обрядов и общения с богами и духами. Особенно важными считаются священные места — некие заветные “точки”, которые связывают части жизненного пространства. Согласно обычному праву народов Севера, они священны именно потому, что люди постоянно (иногда мысленно) совершают определённые действия в отношении таких мест для обеспечения благополучия своих семей и неразрывности культурного пространства. Специалистам известно, что такие особо чтимые места могут быть выявлены только этнографическими методами, к тому же люди часто не хотят привлекать к ним внимание посторонних, опасаясь негативных последствий. Эти и другие элементы нематериального культурного наследия северных аборигенов нуждаются в правовой защите.

Статус священных мест не определён в федеральном законодательстве, а требуемая историко-культурная экспертиза ограничивается археологическими исследованиями, необходимо её усилить этнологическим мониторингом в сотрудничестве с коренными народами. При этом священные места — часть территории традиционного природопользования, и в этом качестве их правовой статус определён и защищён на федеральном уровне. Согласно статьям 10 и 16 Закона “О территориях традиционного природопользования коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации” объекты историко-культурного наследия, в том числе культовые сооружения, места древних поселений, места захоронений предков и иные объекты, имеющие культурную, историческую, религиозную ценность, выделяют в границах территорий традиционного природопользования, и они подлежат охране. Здесь можно говорить о

пробеле в законодательстве, так как в указанном законе священные места не названы, хотя они подразумеваются. Главное, пока не создано ни одной территории традиционного природопользования федерального значения, а в рамках таких региональных территорий охраняемый режим часто подвергается корректировке со стороны промышленных компаний и органов власти.

При проведении этнологических экспертиз в Ямало-Ненецком автономном округе мы сталкивались с ситуациями, когда заявлений аборигенов бывало недостаточно для защиты их прав на свою культуру, почитание священных мест [6, 12]. В таких случаях необходима работа антропологов, включающая проведение исследования, составление экспертного заключения и привлечение общественного мнения к таким вопросам. Однако процесс проведения этнологической экспертизы не урегулирован.

Наиболее острые противоречия возникают в связи с представлениями промышленников о “ничейной” земле. Нередко можно слышать, что компания оформила лицензию на территорию, по которой, как оказалось, кочуют оленеводы. Промышленники часто не знают и не учитывают особенностей кочевого образа жизни, а российские законы не требуют от них проведения экспертизы. Только обязательная этнологическая экспертиза сможет определить потенциальные угрозы промышленного освоения той или иной территории.

Наибольшее неприятие со стороны общин коренных народов вызывает нерациональное использование ресурсов, а также бытовое загрязнение леса и тундры, огромное количество отходов — промышленных и бытовых, которые становятся причиной гибели оленей. Это вызывает глубокий стресс у коренных жителей тундры, которые в таких условиях и сами иногда забывают правила поведения, нарушают их. Бывает и так, что поведение “образованных” нефтяников и газовиков становится образцом для аборигенов.

Что касается **перспектив развития**, то, по мнению исследователей и самих коренных народов, государственная политика должна строиться не на разовой помощи, а на системе мер государственного протекционизма и активного сотрудничества с коренными народами. Ни компенсации, ни дотации, ни спонсорская помощь не могут решить проблему устойчивого развития коренного населения. Разрабатываемые меры и программы должны быть нацелены на создание условий для самостоятельного развития традиционных отраслей хозяйствования и культуры коренного населения Арктической зоны РФ. Для значительной его части осознание своей самобытности, неразрывности с родной землей и своим народом связано с сохранением традиционной культуры.

В то же время есть понимание того, что в современных условиях аборигенам важно установить более плотный диалог с органами власти и промышленными компаниями. Сегодня актуальна **концепция культурно-ориентированной модернизации и многовариантного саморазвития** коренных малочисленных народов Севера, предполагающая не просто “этническое выживание”, но обеспечение условий устойчивого развития северян при сочетании разных типов хозяйственной деятельности, включая освоение современных профессий, утверждение механизмов самоорганизации и помощь государства [13].

Культура коренных малочисленных народов Севера является стратегическим ресурсом развития российской экономики, основанной на знаниях, инновациях, творчестве. Отметим, что “Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года” предусматривает более активное использование опыта коренных малочисленных народов в практике хозяйственной деятельности, муниципального и государственного управления. Важно, чтобы интеграция этнической культуры и развитие этнотуризма, разработка оригинальных торговых марок, градостроительства (архитектурный дизайн городов Арктики) обеспечили поддержку традиционного знания народов Севера.

Для долгосрочных целей развития российской Арктики необходимо установление партнёрских отношений между всеми участниками природопользования и хозяйственной деятельности. Нужен также контроль государства, но не менее важна и активность самих северных аборигенов. За последние два десятилетия они обрели авторитетные организации, имеют сильных лидеров, обеспечили представительство в органах власти разного уровня, достигли успехов в области культуры, в развитии ремёсел и художественного промысла. Однако пока “большая экономика” проходит мимо аборигенов, они до сих пор лишены права участия в ней, нет и по-настоящему прибыльного местного бизнеса. Зато сохраняются извечные проблемы, связанные с обеспечением здоровья населения, обучением и занятостью молодёжи, достойной поддержкой со стороны добывающих частных компаний, возмещением нанесённого и потенциального ущерба. Все эти вопросы нужно решать безотлагательно, чтобы не накапливать социально-культурные риски в развитии Арктики, в системе национальной безопасности в целом.

Работа выполнена в рамках Программы фундаментальных исследований Президиума РАН “Поисковые фундаментальные научные исследования в интересах развития Арктической зоны Российской Федерации” (проект “Коренные народы и промышленное освоение Арктики: преодоление рисков и стратегии развития”).

ЛИТЕРАТУРА

1. Этнологическая экспертиза: Народы Севера России. 1956–1958 годы / Под ред. Соколовой З.П., Пивневой Е.А. М.: ИЭА РАН, 2004; То же. 1959–1962 годы. М., 2005; То же. 1963–1980 годы. М., 2006; То же. 1981–1984 годы. М., 2006; То же. 1985–1994 годы. М., 2007.
2. Портал народов Севера. Департамент по делам КМНС. <http://www.dkmns.ru/home/napravleniya-deyatelnosti>
3. Европейская языковая хартия и Россия / Под ред. Соколовского С.В. и Тишкова В.А. // Исследования по прикладной и неотложной этнологии. Вып. 218. М.: ИЭА РАН, 2010.
4. Север и северяне. Современное положение коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока России / Отв. ред. Новикова Н.И., Функ Д.А. М.: ИЭА РАН, 2012.
5. *Вахтин Н.Б.* Языки народов Севера в XX веке. СПб.: Дмитрий Буланин, 2001.
6. *Василькова Т.Н., Евай А.В., Мартынова Е.П., Новикова Н.И.* Коренные малочисленные народы и промышленное освоение Арктики (Этнологический мониторинг в Ямало-Ненецком автономном округе). М.; Шадринск: Шадринский Дом печати, 2011; *Головнёв А.В., Лёзова С.В., Абрамов И.В. и др.* Этноэкспертиза на Ямале: ненецкие кочевье и газовые месторождения. Екатеринбург: Изд-во АМБ, 2014.
7. *Мартынова Е.П., Новикова Н.И.* Тазовские ненцы в условиях нефтегазового освоения. М.: ИП А.Г. Яковлев, 2012.
8. *Головнёв А.В.* Антропология движения. Древности северной Евразии. Екатеринбург: УрО РАН; Волот, 2009.
9. *Новикова Н.И.* Охотники и нефтяники: Исследования по юридической антропологии. М.: Наука, 2014.
10. *Погодаев М.А.* Влияние изменения климата на традиционный образ жизни и традиционную хозяйственную деятельность коренных малочисленных народов Севера // Современное состояние и пути развития коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации / Под ред. Штырова В.А. М.: Изд-во Совета Федерации РФ, 2013.
11. Значение охраны священных мест Арктики: Исследование коренных народов Севера России. М.: АКМНСС и ДВ РФ, 2004.
12. Обзор документации проекта “Сахалин-2” // Люди Севера: права на ресурсы и экспертиза / Отв. ред. Новикова Н.И. М.: Изд. дом “Стратегия”, 2008.
13. Современное положение и перспективы развития малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока. Независимый экспертный доклад / Отв. ред. Тишков В.А. М., Новосибирск: Изд-во Ин-та археологии и этнографии СО РАН, 2004.

НАУЧНАЯ СЕССИЯ ОБЩЕГО СОБРАНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

DOI: 10.7868/S086958731506002X

АРКТИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА В XXI ВЕКЕ

*ДОКЛАД
АКАДЕМИКА Л.И. АФТАНАСА*

Научно-исследовательский институт физиологии и фундаментальной медицины
liaftanas@physiol.ru

ЧЛЕНА-КОРРЕСПОНДЕНТА РАН М.И. ВОЕВОДЫ

Научно-исследовательский институт терапии и профилактической медицины
mvoevoda@yandex.ru

АКАДЕМИКА В.П. ПУЗЫРЁВА

Научно-исследовательский институт медицинской генетики
p.valery@medgenetics.ru

ДОКТОРА БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК В.Н. МЕЛЬНИКОВА

Научно-исследовательский институт физиологии и фундаментальной медицины
mevlanic@yandex.ru

Арктическая зона Российской Федерации включает в полном объёме территории Мурманской области, Ненецкого, Ямало-Ненецкого и Чукотского автономных округов, а также частично Карелии, Республики Коми, Якутии, Архангельской области и Красноярского края. Её экономический потенциал, измеряемый триллионами долларов, создаётся не только крупными месторождениями углеводородов (нефти и газа), цветных металлов (золота, меди, никеля и др.), но и биологическими ресурсами Северного Ледовитого океана, уже сейчас стимулирующими изучение и систематизацию (биопроектирование) молекул и генов морских организмов (охота за “золотыми” генами в Арктике).

Ожидаемый приток трудового контингента и прогнозируемое увеличение численности населения арктических посёлков выдвигают на первый план задачи отбора работников, медицинского обеспечения их жизнедеятельности, проведения межвахтовой реабилитации. Несмотря на интенсивное изучение проблем арктической медицины в конце прошлого века, многие вопросы, связанные с особенностями биологии, адаптации и патологии человека на Севере, остались без ответов. Это касается долговременных последствий жизни в условиях Арктики — сохранения репродуктивного потенциала, прохождения поздних стадий онтогенеза. Также не определена щадящая здоро-

вые длительность проживания в высоких широтах.

Наряду с предоставляемыми Арктикой экономическими преимуществами, которые в настоящее время являются предметом геополитической экспансии разных государств, регион обнаруживает и слабые стороны: экстремальные для человека и техники климатические условия, необходимость значительных инвестиций, дотационность большинства северных субъектов РФ, продолжающийся отток населения в центральные и южные регионы страны. Кроме того, в связи с происходящими в мире глобальными изменениями климата и увеличением антропогенной нагрузки на окружающую среду особое внимание мировой общественности и специалистов в области медицинских и биологических наук привлекает проблема связанных с этими процессами изменений здоровья населения и состояния биосфер арктических регионов планеты. Данная проблема имеет и важный политический контекст, поскольку часто используется для спекулятивных обвинений России в нарушении норм хозяйственной деятельности и природопользования в Арктике.

В подобной ситуации для защиты национальных интересов и совершенствования систем жизнеобеспечения в регионе жизненно необходима

объективная, научно обоснованная оценка реального положения дел с использованием новейших технологий геномного, эпигеномного, метаболомного, протеомного и феномного видов анализа человека и биоты при соблюдении принципов эпидемиологических и экологических исследований, физиологического и иммунологического мониторинга. Этим обуславливается высокая актуальность научно-исследовательских и прикладных работ в области арктической медицины, направленных на обеспечение устойчивого социально-экономического развития региона и создание для коренного и пришлого населения максимально комфортных условий проживания, соответствующих современному уровню развития цивилизации.

В ходе широкомасштабных исследований, выполненных в 1970–1980-е годы различными научно-исследовательскими институтами, входившими в состав Сибирского отделения Академии медицинских наук СССР, было установлено, что патогенез заболеваний на Севере у пришлого и коренного населения имеет особенности, понимание которых позволило оптимизировать подходы к лечению и профилактике. В результате изучения механизмов адаптации человека к экстремальным климатическим условиям Севера и Арктики были сделаны важные теоретические обобщения, а на их основе разработаны рекомендации для организации труда и быта населения, занятого хозяйственным освоением северных регионов России. К таким обобщениям относятся синдромы полярного напряжения (В.П. Казначев), северной метеопатии (В.И. Хаснулин), липидной гиперпероксидации (В.Ю. Куликов). Полевые исследования физиологии вахтового труда и прерывистого действия энтропийных факторов привели к созданию концепции незавершённой адаптации (С.Г. Кривощёков). Изучение сезонных и суточных ритмов эндокринной системы сотрудниками школы профессора М.Г. Колпакова (Ю.П. Шорин, М.П. Мошкин), а также мелатониновой функции (В.А. Труфакин, А.В. Шурлыгина, А.А. Путилов) пролило свет на последствия и механизмы северного десинхроноза и сезонного аффективного расстройства. Значительный вклад в высокоширотные медико-физиологические исследования внесли антарктические зимовщики из числа сотрудников СО РАМН П.Е. Влощинский, В.И. Давиденко, С.Г. Кривощёков, М.П. Мошкин. Многолетнее изучение вахтового и сменного труда с позиций общего адаптационного синдрома позволило сформулировать рекомендации о щадящем рабочем режиме, которые используются в настоящее время на северных промышленных площадках. Глубокий анализ типа питания и обмена веществ у корен-

ного населения Арктики лёг в основу концепции полярного метаболического типа (Л.Е. Панин), который характеризуется особыми межгормональными отношениями и перераспределением вклада пищевых субстратов в пользу белково-жирового компонента.

Действие холодового фактора, актуальное даже при использовании современных систем жизнеобеспечения в Арктике, является предметом исследований в лаборатории термофизиологии НИИ физиологии и фундаментальной медицины (НИИФФМ) и в последние годы изучается с позиций взаимоотношений терморегуляторной и иммунной систем. Удалось выявить зависимость формирования иммунного ответа на антиген от температуры среды, что важно учитывать при вакцинации. Выдвинута и подтверждена гипотеза, согласно которой угнетение иммунного ответа при активации холодозащитных процессов в организме связано с конкурентными отношениями между кальций-зависимыми механизмами, в частности, TRP-ионными каналами, участвующими в активации обеих систем – терморегуляторной и иммунной. Дальнейшее углублённое исследование холодочувствительного кальций-зависимого ионного канала TRPM8 показало, что его фармакологическая активация уже в термонейтральных условиях усиливает метаболизм за счёт липолиза и модулирует параметры иммунного ответа, стимулируя антигенсвязывание, но угнетая антителообразование и значительно снижая уровень IgG в крови. Охлаждение на фоне активации TRPM8 характеризуется уменьшением порогов всех терморегуляторных реакций и усилением метаболического компонента экстренного несократительного термогенеза. Эти данные свидетельствуют о важной роли термочувствительных TRP-ионных каналов в формировании метаболизма целого организма, а также терморегуляторных и иммунных реакций при смене температурных условий (рис.).

В настоящее время установлено наличие целого ряда однонуклеотидных полиморфизмов в кодирующих и некодирующих участках генов TRP-ионных каналов (NCBI, Database SNP). Функциональное значение этих полиморфизмов первоначально оставалось неясным. При исследовании полиморфизмов гена *TRPM8* в лаборатории термофизиологии НИИФФМ впервые обнаружено, что люди с гетерозиготным генотипом, имеющие полиморфизм rs11562975 (6-й экзон) гена *TRPM8*, обладают повышенной чувствительностью к холоду и сниженной чувствительностью к ментолу, агонисту ионного канала TRPM8. У таких людей наблюдается также ослабление холодозащитных реакций. Полиморфизм rs11563208 (22-й экзон) гена *TRPM8* проявляется в усилении



Вовлечённость нейрогеномного уровня в процессы поддержания температурного гомеостаза организма на холоде

афферентного сигнала при действии низких температур, а гетерозиготы по полиморфизму rs11563071 (23-й экзон) этого гена имеют сниженную чувствительность к ментолу. Таким образом, данные об экспрессии генов TRP-ионных каналов свидетельствуют о вовлечении геномного уровня в формирование реакций на температурные воздействия.

О значимости холодового фактора в современной жизни северян говорит тот факт, что только в Якутии от общего охлаждения умирают около 100 человек в год. Треть выживших людей становится инвалидами. В Якутском научном центре комплексных медицинских проблем (ЯНЦ КМП) СО РАМН профессором Р.З. Алексеевым разработан метод проводимого в дореактивный период лечения отморожений с оледенением тканей. Этот метод защищён патентом РФ и заключается в сочетании согревающих процедур с эндотрахеальным наркозом, локальной и эпидуральной анестезией и артериальной инфузией спазмолитиков и антикоагулянтов. У сотен пострадавших применение этого метода позволило уменьшить втрое частоту случаев сухой гангрены и снизить уровень ампутации повреждённых конечностей.

Особенности физиологии и патологии жителей Севера с неизбежностью сказываются на таких витальных популяционных и эпидемиологических характеристиках, как заболеваемость, смертность, продолжительность жизни, которые в течение многих лет изучались НИИ терапии и профилактической медицины (НИИТПМ), в том числе в рамках программы МОНИКА. Было обнаружено увеличение частоты инсультов в Сибири и на Дальнем Востоке в северо-восточном направлении с ростом доли геморрагической формы. В то же время атеросклероз среди коренных народностей Севера встречается реже, нежели у жителей регионов с умеренным климатом. По данным коронарографических исследований, количество поражённых артерий при ишемической болезни сердца у лиц якутской национальности меньше, чем у русского населения Республики Саха, с меньшей степенью стенозирующего повреждения артерий. Сравнительное исследование суточного профиля артериального давления у тюменцев и северян показало преобладание среди северян тех, у кого отсутствовало ночное снижение давления, а наоборот, отмечался его подъём.

Состояние генетического здоровья населения Арктики (включая сибирские популяции), которое

изучает НИИ медицинской генетики (НИИМГ), иллюстрируется распространённостью наследственной патологии у коренных жителей региона. Наследственные болезни в Якутии, Хакасии, Туве и на Алтае имеют этнические и географические особенности, связанные с генетической историей популяций, их генофондом и условиями среды обитания. В целом частота аутосомно-доминантных, аутосомно-рецессивных и X-сцепленных заболеваний в популяциях коренного населения Сибири в 1.5–2 раза превышает этот показатель у славянского населения региона. Так, у алтайцев суммарный груз наследственных болезней составляет 4 больных на тысячу населения, тогда как у русского населения Республики Алтай — 2 на тысячу. Сходная картина наблюдается и в Республике Хакасия.

Наиболее специфичный спектр наследственной патологии наблюдается в Якутии — районе с самым суровым климатом в Северном полушарии и наименьшей плотностью населения из всех обследованных территорий. Частота некоторых наследственных болезней у якутов в ряде случаев в десятки раз превышает среднемировую. Такие этноспецифические заболевания можно условно назвать “якутскими болезнями”. К ним относятся спиноцеребеллярная атаксия I типа, миотоническая дистрофия, окулофарингеальная мышечная дистрофия, наследственная энзимопеническая метгемоглобинемия, якутский синдром низкорослости (или 3-М синдром).

При изучении эпидемиологии наследственных болезней в Якутии были описаны и новые нозологии и открыты их гены. Р.Р. Максимовой и её коллегами исследован 3-М синдром, который является редкой наследственной формой карликовости и характеризуется низким ростом, лицевыми дизморфиями, короткой шеей, брахидактилией, микромелией кистей и стоп. При этом интеллектуальное развитие больных соответствует норме. Обнаружен ген, обуславливающий развитие синдрома, и найдена одна основная (мажорная) мутация у якутов. В ходе дальнейших исследований, проведённых НИИМГ и ЯНЦ КМП, было показано, что механизмом накопления 3-М синдрома у якутов является эффект основателя.

Ещё одна наследственная форма низкорослости, встречающаяся почти исключительно у якутов, — нанизм с колбочковой дистрофией, атрофией зрительных нервов и пельгеровской аномалией лейкоцитов (SCOP-синдром). Как и при 3-М синдроме, в исследованиях ЯНЦ КМП был выявлен ген этого заболевания и показана одна мажорная мутация в якутской популяции. Эффект основателя у якутов, который привёл к накоплению болезни в популяции, датируется относительно недавним временем — около тысячи

лет назад и связан с процессом расселения якутов из центральных районов по территории республики.

Исследования генофонда населения Сибири, Дальнего Востока и Северной Азии позволяют получить генетический “контекст”, в рамках которого можно изучать популяционно-генетические механизмы распространения патологии на Севере. В частности, при анализе генофондов по Y-хромосоме впервые зафиксированы эффекты основателя у якутов. Географическое распределение основных гаплогрупп Y-хромосомы у населения Северной Азии и сопредельных территорий наглядно показывает, что доминирующий вариант у якутов — это гаплогруппа N1c. Она же является основным вариантом у таких народов Арктики, как чукчи, ненцы, энцы, саамы. У других коренных народов Севера доминируют иные гаплогруппы, механизмом накопления которых служат миграции, дрейф генов и изоляция расстоянием. У эскимосов, кетов и селькупов чаще всего встречается гаплогруппа Q, у эвенков, коряков и юкагиров — гаплогруппа C.

Изучение генофондов на полногеномном уровне также позволяет проводить поиск сигналов адаптации к суровому климату Арктики и выявлять гены болезней, связанные с адаптацией. Один из таких сигналов демонстрируют гены белков-“разобщителей”, или термогенинов (*UCP*), ассоциированные с диабетом II типа и ожирением. Предковый вариант гена *UCP3*, связанный с низкой эффективностью преобразования энергии в тепло, распространён в популяциях тропического и субтропического климата. По мере расселения современного человека на север повышается частота производного аллеля, высокоэффективно преобразующего энергию в тепло. Максимальная частота этого варианта, превышающая 65%, обнаружена в циркумполярных популяциях Евразии — у якутов, кетов, хантов. В азиатских популяциях также наблюдается низкая степень гаплотипического разнообразия в гене *UCP3*, показывающая консервацию адаптивно значимого варианта.

Белки *UCP* являются митохондриальными мембранными переносчиками анионов. Их функция — разделение механизмов окислительного фосфорилирования и синтеза АТФ, что способствует выработке тепла. Полиморфные маркёры генов *UCP* ассоциированы с такими болезнями и эндотипами, как ожирение, избыточная масса тела, диабет II типа, рассеянный склероз, атеросклероз. Фактором, определившим спектр частот *UCP*-генов на территории Арктики и Сибири, являлся естественный отбор, направленный на закрепление на Севере генетических вариантов, способствующих переработке энергии в тепло. Результаты полногеномных тестов на естествен-

ный отбор в локусе кластера генов *UCP2–UCP3* демонстрируют значимую роль направленного отбора, благоприятствующего распространению производного и более теплоэффективного аллеля в популяциях коренных жителей Севера. Таким образом, географические варианты наследования разобщающих белков являются примером генетической адаптации арктических и северных популяций к низкотемпературным условиям проживания.

Следует также отметить, что проведённые в последнее время эволюционно-генетические и палеоантропологические исследования позволяют рассматривать территорию Сибири как одну из зон антропогенеза современного человека. Находка нового вида *Homo* на Алтае (денисовский человек) и секвенирование его полного генома позволили зафиксировать существенный вклад генетического материала денисовца в геномы населения Азии (до 0.3%) и Океании (до 5%).

Перечисленные открытия в области изучения функционирования человеческого организма в условиях холодного климата далеко не исчерпывают полного перечня результатов, полученных в стенах учреждений Сибирского отделения РАМН, правопреемником которого в настоящее время выступает Сибирское отделение медицинских наук ФАНО России. Невозможно упомянуть и всех участников исследований, внёсших вклад в развитие сибирской медицинской науки.

Достижения сибирских учёных в области арктической медицины получили широкое признание отечественной и мировой научной общности. Сибирское отделение РАМН было одним из учредителей авторитетной экспертной научно-практической международной организации — Международного союза исследователей приполярной медицины (International Union for Circumpolar Health, IUCH), а ведущие учёные отделения принимают активное участие в работе Совета — основного исполнительного органа Союза. Совет, в свою очередь, осуществляет экспертные функции в области медицины в межгосударственной политической организации — Арктическом совете. Несколько сибирских учёных-медиков были удостоены высшей награды Союза — премии Дж. Хилдса: В.П. Казначеев (1987), Ю.П. Никитин (1990), К.Р. Седов (1993), Л.Е. Панин (1996), М.Т. Луценко (2000), С.Г. Кривощёков (2003), В.А. Труфакин (2006), М.И. Воевода (2012).

Однако если в недалёком прошлом Сибирское отделение РАМН было одним из мировых лидеров в области арктической медицины и играло важную роль в совершенствовании системы охраны здоровья населения в северных и арктических регионах России, то в результате резкого сокра-

щения бюджетного финансирования объём исследований в данной сфере с конца прошлого столетия и вплоть до настоящего времени драматически уменьшился. Свёртывание поисковых работ в области арктической медицины, особенно в азиатской части России, в период, когда в мире их актуальность возрастает, не может не вызывать серьёзной обеспокоенности у нас и наших коллег.

На современном этапе для решения медико-биологических проблем Арктики нам представляется оптимальным прибегнуть к двум принципиально важным инструментам. Во-первых, требуется создать специализированную федеральную программу, направленную на сохранение и развитие задела, наработанного в научно-исследовательских учреждениях бывшей РАМН (ныне Отделение медицинских наук РАН и Управление медицинских наук ФАНО России). Для этого должны быть использованы новые методические возможности: программа должна включать проведение геномного, метаболомного и протеомного видов анализа, углублённое функциональное обследование различных систем организма для разработки новых способов ранней диагностики заболеваний у северян, оптимизации подходов к их профилактике и лечению с учётом особенностей развития заболеваний в экстремальных климато-географических условиях Арктики и Севера. Основные прикладные результаты такой программы — это медико-биологические критерии профессионального отбора для работы в Арктике вахтовым методом, научно обоснованные программы профилактики хронических заболеваний у пришлых жителей и представителей этнических групп коренного населения. Научными рекомендациями должно быть также обеспечено создание системы оптимальной первичной и специализированной медицинской помощи в северных районах России. Реализация перечисленных задач будет способствовать стабилизации и улучшению демографической ситуации в северных и арктических регионах, увеличению продолжительности жизни коренного и пришлого населения, росту производительности труда в базовых отраслях промышленности и в целом повышению качества жизни на этих территориях.

Вторым инструментом может стать территориально распределённый консорциум научно-исследовательских учреждений в форме Федерального научного центра (ФНЦ) арктической и экологической медицины, созданный на базе институтов, расположенных в городах Сибири: НИИТПМ (Новосибирск), НИИФФМ (Новосибирск), НИИ психического здоровья (Томск), ЯНЦ КМП (Якутск), НИИ медицинских проблем Севера (Красноярск), Научного центра про-

блем здоровья семьи и репродукции человека (Иркутск). Основной целью ФНЦ должен быть мониторинг особенностей состояния здоровья населения Крайнего Севера и Сибири в условиях глобального изменения климата и возрастающей техногенной нагрузки на экосистемы и жителей этого региона России. Важной задачей является изучение экологически обусловленной специфики генетических, эпигенетических, иммунологических, нейрофизиологических и когнитивных механизмов развития патологических процессов и адаптации у коренных и пришлых жителей региона для разработки новых подходов к профилактике, диагностике и лечению основных социально-значимых заболеваний человека. ФНЦ также должен разрабатывать новые технологии лечения, имеющие высокую готовность к клиническому внедрению и учитывающие особенности патологических процессов и специфику оказания медицинской помощи в арктических регионах.

Значимой представляется и фундаментальная сторона медико-биологических исследований в Арктике, которые позволяют установить пределы поведенческой, физиологической и генетической приспособляемости человека к экстремальной среде — как приезжего в индивидуальном аспекте, так и аборигена в биоисторическом контексте. Такие работы выявляют границы географической изменчивости биологии человека и функционирования организма в запредельных условиях. Север — это не воспроизводимая в лаборатории природная модель онтогенетического и филогенетического развития индивидуальных и видовых адаптаций и патологии человека “на краю Ойкумены”. Арктика, где в отличие от интенсивно изучаемой Антарктиды издавна проживает оседлое население, даёт возможность исследовать общебиологические закономерности, познание которых в свою очередь облегчит решение частных задач практической медицины.

НАУЧНАЯ СЕССИЯ ОБЩЕГО СОБРАНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

DOI: 10.7868/S0869587315060353

КОСМИЧЕСКАЯ ПОГОДА СЕГОДНЯ И ПОСЛЕПОСЛЕЗАВТРА

ДОКЛАД АКАДЕМИКА Л.М. ЗЕЛЁНОГО,
ЧЛЕНА-КОРРЕСПОНДЕНТА РАН А.А. ПЕТРУКОВИЧА

Институт космических исследований РАН
lzelenyi@iki.rssi.ru; apetruko@iki.rssi.ru

Сегодня многие из докладчиков показывали фотографии белых медведей и полярных сияний как двух традиционных символов Арктики. Но никто не говорил об опасности, которую таят в себе символизируемые явления, особенно те, видимое проявление которых — полярные сияния. Это не просто замечательное, потрясающее воображение световое шоу, которое дарит нам арктическая и антарктическая природа и которое надо увидеть хотя бы раз в жизни, но прежде всего последнее звено в сложной цепочке плазменных процессов, связывающих Солнце и Землю и объединяемых термином “космическая погода”. Все живые организмы, обитающие в Арктике, и все расположенные здесь технические системы подвержены её опасному влиянию.

Полярное сияние — самое яркое из многочисленных свечений атмосферы Земли. Это свечение вызывается воздействием на атомы атмосферы электронов, поступающих непосредственно от Солнца, а также ионов и электронов, предварительно ускоренных в земной магнитосфере. Подлинную природу авроральных сияний поняли лишь в середине XX в., после открытия на одном из первых советских космических аппаратов, направленных к Луне, такого важного явления, как солнечный ветер. Солнечная корона не пребывает в равновесии — от неё постоянно исходит поток горячей плазмы, получивший красивое название “солнечный ветер”. Фактически мы живём в плазменной атмосфере хотя и небольшой (по астрономическим представлениям), но весьма активной звезды.

Магнитное поле Земли имеет сейчас достаточно большую величину (0.5 Гс на поверхности), и создаваемая им магнитосфера (рис. 1) в целом защищает нашу планету от потоков солнечной плазмы и космической радиации. Исключением являются полярные и приполярные области. Магнитное поле соединяет их с внешними областями магнитосферы, где разыгрываются главные события геомагнитных бурь и суббурь — ключе-

вых процессов поглощения энергии солнечного ветра магнитосферой. Плазма магнитосферы и солнечного ветра может поступить к Земле только вдоль магнитного поля и, проникая в атмосферу, создаёт своеобразное кольцо свечения вокруг полюса, которое называется *авроральным овалом*.

Именно в авроральной зоне воздействие солнечной и геомагнитной активности на Землю особенно заметно. Электроны, вторгающиеся в атмосферу, создают на высотах ~100–200 км электрические токи, которые вызывают магнитные вариации, структура ионосферы (верхний ионизованный слой атмосферы) оказывается неоднородной и очень быстро меняющейся.

Полярные сияния, магнитные вариации и другие проявления активности в авроральной зоне — так называемые геомагнитные суббури — можно наблюдать практически каждый день, в зависимости от характеристик солнечного ветра. Однако когда аномальное усиление солнечного ветра вызывает магнитные бури, например после солнечных вспышек, размер овала и его активность резко увеличиваются. Во время сильных бурь мощность, диссипируемая в овале, может достигать сотен гигаватт, а электрические токи — миллионов ампер.

Учитывая эти факты, можно сказать, что современной земной цивилизации повезло дважды: во-первых, в настоящее время Земля имеет достаточно сильное магнитное поле, неплохо её защищающее, во-вторых, магнитные полюса Земли достаточно близки к географическим. Наиболее опасные проявления космической погоды разыгрываются поэтому в относительно малолюдных полярных районах. Вместе с тем полярная область — это своеобразный экран, на который проецируются все основные проявления космической погоды в магнитосфере.

Несмотря на своё название, космическая погода кардинальным образом влияет на техниче-

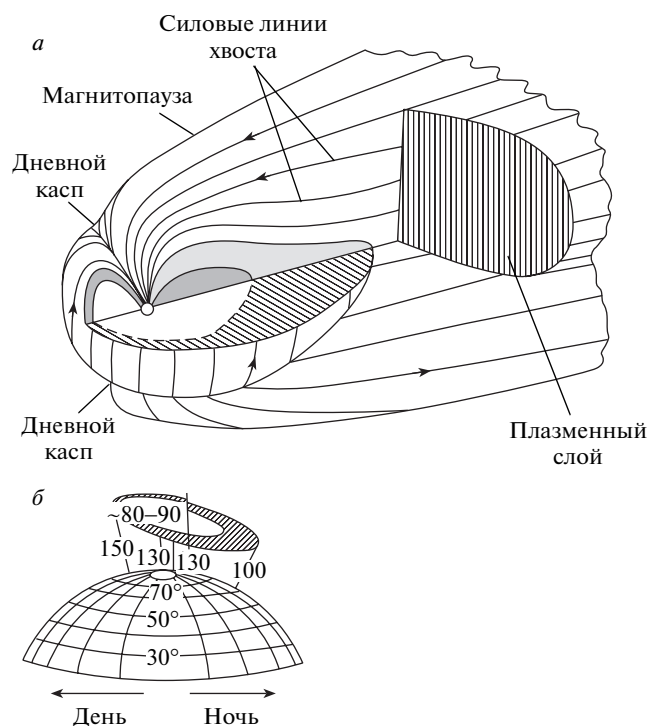


Рис. 1. Магнитосфера Земли (а) и авроральный овал (б)

ские системы и биосферу полярных и приполярных областей Земли. Геомагнитные вариации не только мешают работе компаса и других подобных систем, но и создают индукционные токи в протяжённых проводящих конструкциях: нефте- и газопроводах, линиях электропередач и других кабельных сетях. В Канаде и на Аляске (почему — объясним далее) накоплен печальный опыт крупных аварий, которые могут возникать после даже не самых сильных солнечных событий. Много проблем создают и вариации в ионосфере, приводящие к нарушениям радиосвязи, сбоям в приёме сигнала спутниковых навигационных систем. В возмущённые периоды становится практически невозможным использование загоризонтных радаров.

В Российской академии наук разработана подробная программа исследований солнечной активности. В настоящее время учёные из иркутского Института солнечно-земной физики создают многофункциональный наземный комплекс для изучения космической погоды. Федеральная космическая программа включает специальный раздел, посвящённый спутниковым исследованиям Солнца и солнечно-земных связей. Научные приборы для этих космических аппаратов изготавливаются в основном в институтах РАН и двух ведущих университетах. Совместно с Росгидрометом академические институты реализуют многоспутниковую программу под названием “Геофизика” для мониторинга космической погоды в околоземном космическом пространстве и на Земле.

На наш взгляд, важно добиться участия Академии наук и в другой космической программе — “Арктика”. Абсолютно необходимым условием понимания солнечно-земных связей и полноценного мониторинга являются наблюдения за глобальной картиной авроральных свечений. РАН выступила с инициативой установки на спутнике для мониторинга приполярных областей специального прибора — авровизора, который должен обеспечить получение необходимых данных для математических моделей кратко- и среднесрочного прогноза космической погоды.

Обсуждаемая проблема включает ещё несколько очень важных аспектов, требующих тщательного изучения. Они связаны с эволюцией магнитного поля Земли, которое создаётся токами в жидком и хорошо проводящем ядре Земли в ходе сложного и до конца пока не понятого нелинейного процесса, называемого *магнитным динамо*. Хотя результирующее геомагнитное поле представляется неискущённому взгляду постоянным, на самом деле оно хаотическим образом меняется на временных масштабах в сотни тысяч лет. Видимое проявление этой динамики в наши

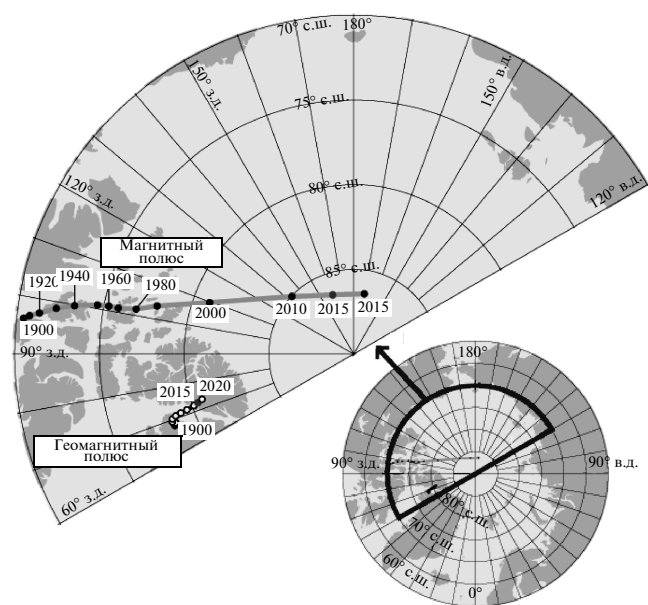


Рис. 2. Дрейф магнитного полюса (местной магнитной вертикали) и геомагнитного полюса (полюса магнитного диполя) за последнее столетие

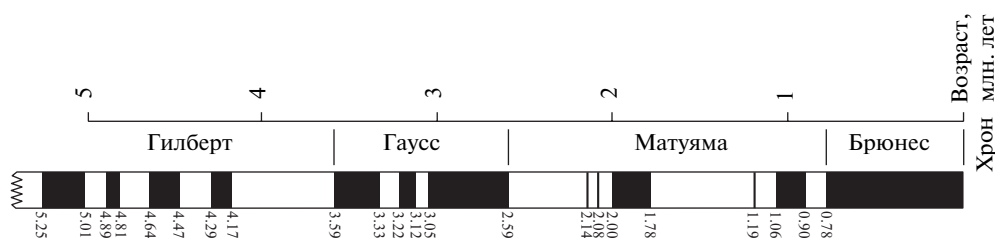


Рис. 3. Схема смены полярностей геомагнитного поля по палеомагнитным данным за последние 5 млн. лет. Чёрным цветом обозначены периоды с современной полярностью, белым — с противоположной

дни — постепенное снижение амплитуды поля (примерно на 10% за 100 лет) и движение магнитных полюсов Земли. Сейчас северный магнитный полюс находится в канадской части Арктики, поэтому полярная шапка и овал располагаются над Канадой и авроральная зона спускается там до умеренных плотно заселённых широт. В российской же части она, наоборот, смещена к полюсу. Однако северный магнитный полюс постепенно сдвигается в сторону России (рис. 2). Это значит, что в среднесрочной перспективе (десятки лет) весь букет негативных проявлений солнечной активности начнёт более заметно влиять на осваиваемые в настоящее время северные регионы нашей страны.

В заключение необходимо сказать несколько слов об относительно отдалённой во времени проблеме, непосредственно не связанной с сегодняшними проблемами Арктики, но с которой человечество обязательно столкнётся если не завтра, то послезавтра. Многие учёные рассматривают факт движения магнитных полюсов как сигнал о начале катастрофических изменений, ведущих к смене полярности магнитного поля Земли. Мы хорошо знаем это явление, называемое *инверсией магнитного поля*, по наблюдениям за Солнцем. Инверсии магнитного поля происходят там почти регулярно с периодом примерно 11 лет, и в момент инверсии наблюдается максимум солнечной активности.

Земное магнитное динамо устроено несколько иначе: палеомагнитные данные показывают, что изменения полярности носят более хаотический характер с характерной периодичностью в несколько сотен тысяч лет (рис. 3). Последнее такое изменение произошло около 800 тыс. лет назад. Как эта инверсия отразилась на уже существовавшей тогда биосфере, сейчас сказать трудно, но, по-видимому, она не имела катастрофических последствий.

Однако для современного человечества последствия неизбежной магнитной инверсии будут гораздо серьёзнее, чем наблюдаемые сейчас проявления космической погоды. Инверсия, в соответствии с большинством имеющихся математи-

ческих моделей, будет происходить с существенным уменьшением общей амплитуды магнитного поля. Полностью поле не “выключится”, не будет и никакого “переворота полюсов” как переворота воображаемого магнита внутри Земли. По всей видимости, основной компонент стабильной конфигурации, так называемое *дипольное поле*, имеющее характерную форму с двумя полюсами, сильно ослабнет, начнёт хаотически вращаться, а затем (в конце инверсии) восстановится постепенным ростом дипольного компонента уже противоположного знака.

Основными в ходе инверсии будут квадрупольные и октупольные конфигурации поля, соответственно с четырьмя и восемью полюсами. Магнитосфера Земли ослабнет и приобретёт сложную, причудливую форму. Вторжение солнечных частиц окажется возможным практически в любых широтах, а не только в арктических и антарктических авроральных зонах. Все вредные проявления солнечной активности станут обычными для жителей и экваториальных, и среднеширотных районов Земли. Ослабление магнитного поля — достаточно мощного щита, защищающего Землю от потоков космической радиации (солнечных и галактических космических лучей) — приведёт к резкому увеличению доз радиации, получаемой жителями практически всех широт. Длительные полёты человека в космос (в сегодняшнем варианте) станут невозможными.

Конечно, необходимы точные расчёты радиационных нагрузок на различных стадиях процесса инверсии. Для этого нужно разработать как количественные модели эволюции самого земного магнитного динамо, так и образующихся магнитных структур со сложной топологией, возникающих на месте привычной магнитосферы.

Радиация и выпадение солнечных частиц непосредственно повлияют и на структуру ионосферы, со всеми вытекающими отсюда последствиями для радиосвязи и навигации. Существенным образом изменится и озоновый слой, что повлечёт за собой дополнительные

опасности, связанные с усиленным ультрафиолетовым облучением.

Трудно описать в кратком выступлении все возможные особенности жизни человечества на этой “новой Земле”. Станет очевидным, что невидимое и очень опосредованно ощущаемое нами магнитное поле действительно является одним из ключевых факторов функционирования биосферы и техносферы нашей планеты. Учёные РАН давно обсуждают эту проблему. Председатель Объединённого учёного совета СО РАН академик Н.Л. Добрецов, говоря о будущей инверсии, предлагает целый комплекс экспериментальных исследований, связанных в первую очередь с мониторингом магнитного поля.

К сожалению, дать ответ на очевидно возникающий вопрос, когда именно произойдёт смена магнитных полюсов Земли, сейчас невозможно. Ясно одно: это *обязательно* случится в ближайшем или отдалённом будущем. И это глобаль-

ная проблема, затрагивающая всё человечество. Мы считаем, что Россия могла бы выступить инициатором сначала национальной, а затем и международной программы разработки моделей инверсии и её последствий.

В последние годы, особенно после падения челябинского метеорита, в СМИ активно обсуждается проблема астероидно-кометной опасности. Тема зрелищная, связанная с яркими внешними эффектами, взрывами. К сожалению, никаких действенных мер борьбы с возможной бомбардировкой Земли крупным астероидом современная цивилизация предложить не может. Магнитная инверсия — совсем другое дело. Это тихая, медленно подкрадывающаяся к нам катастрофа, однако при правильной и заблаговременной подготовке человечество, безусловно, способно противостоять такой серьёзной, но понятной и предсказуемой опасности. И работу в этом направлении надо начинать уже сейчас.

НАУЧНАЯ СЕССИЯ ОБЩЕГО СОБРАНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

DOI: 10.7868/S0869587315060080

ВЫСТУПЛЕНИЯ УЧАСТНИКОВ НАУЧНОЙ СЕССИИ
ОБЩЕГО СОБРАНИЯ РАН

АКАДЕМИК Л.Д. ФАДДЕЕВ

Очень жаль, что не хватило времени для описания вклада Отделения математических наук в дело изучения Арктики. На общем собрании отделения было очень содержательное обсуждение, в докладах рассматривалась проблема взаимодействия льда с искусственными конструкциями и корпусами судов, обратная задача сейсморазведки, применение малых спутников для мониторинга длинных транспортных цепей, исследование климата. Отмечалось, что все эти вопросы требуют развития современных методов математического моделирования, причём отделение располагает нужными для этого специалистами.

Хочу поддержать тех, кто высказался за продолжение академических программ. Наше отделение участвует в нескольких таких программах. Они объединяют разные науки, позволяют развивать универсальную науку. Можно сказать, что универсальная наука связана с программами Президиума РАН.

ЧЛЕН-КОРРЕСПОНДЕНТ РАН
А.Н. ЧИЛИНГАРОВ

Как действующий представитель Президента Российской Федерации по развитию Арктики и Антарктики хочу предложить включить в наше постановление несколько пунктов. Во-первых, по аналогии с успешно прошедшим Международным полярным годом, когда было принято много совместных программ, считаю необходимым отметить, что мы поддерживаем Международное полярное десятилетие, которое поможет международному сотрудничеству в Арктике. Эту инициативу уже поддержали Всемирная метеорологическая организация и Союз инженерных и научных советов.

Во-вторых, сегодня участие в заседании принимали министр природных ресурсов и экологии РФ и руководитель Гидрометеорологической службы, и я думаю, надо записать, что мы должны продолжать такое сотрудничество. Очень важно, чтобы Академия наук активно содействовала в представлении заявки России по границам континентального шельфа Российской Федерации.

В-третьих, без арктического флота и экспедиционной деятельности изучение Арктики невозможно, поэтому надо включить в постановление запись о создании Академфлота и с предложением о создании такой структуры обратиться к Президенту РФ (он эту тему знает) и к Правительству.

И последнее. Я как полярник очень рад, что есть люди, готовые заниматься изучением Арктики.

ДОКТОР ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИХ
НАУК Г.И. ИВАНОВ

Прежде всего хочу поблагодарить руководство Академии наук за предоставленную возможность рассказать о тех результатах, которые мы вместе с коллегами из Министерства природных ресурсов и экологии и из “Роснедра” получили в Арктическом регионе.

Коротко представлю нашу компанию. Создание в 1972 г. Морской арктической геолого-разведочной экспедиции (ОАО “МАГЭ”) положило начало систематическому изучению геологии морей российского сектора Арктики, в первую очередь для оценки нефтегазового потенциала. При участии компании были открыты практически все известные нефтегазовые месторождения западно-арктического шельфа России. МАГЭ сегодня — это современная, динамично развивающаяся компания, которая предоставляет широкий спектр геолого-геофизических услуг по изучению строения шельфовых морей, транзитных и прибрежных зон Арктики и Мирового океана. В настоящее время её главный офис располагается в Мурманске, кроме того, компания имеет два филиала в Москве и Санкт-Петербурге и представительство в Сочи.

МАГЭ выполняет практически весь спектр геолого-разведочных работ. Компания владеет четырьмя специализированными научно-исследовательскими судами, не на словах, а на деле прошедшими модернизацию: “Николай Трубятчинский”, “Геолог Дмитрий Наливкин”, “Профессор Куренцов”, “Геофизик”. Введённое в строй в 2013 г. новое специализированное геофизическое судно “Николай Трубятчинский” имеет в своём арсенале твердотельную косу длиной 12 км, однолуче-

вой эхолот Simrad EA600, 38/200 kHz и многолучевые эхолоты SeaBat 7160, 50 kHz для глубин до 3000 м и SeaBat 7125-SV2, 200/400 kHz для глубин до 500 м.

В 2014 г. компания обследовала методом отражённых волн общей глубинной точки 2D около 30000 км (бюджет — 16000 и недропользователи 15000) и около 9000 км² 3D, что составило больше половины (59%) программы сейсморазведочных работ 3D, проводимых в водах РФ. Работы этого года охватили практически весь арктический шельф: Карское море, море Лаптевых и Восточно-Сибирское море. Главная задача экспедиции “Арктика-2014”, отличающая эту экспедицию от всех предыдущих, заключалась в выполнении комплексных геофизических работ с целью создания геолого-геофизической основы для оценки перспектив нефтегазоносности. Район исследований охватывает как глубоководную, так и мелководную часть Арктического бассейна. Основными положительными структурами в глубоководной части являются хребет Гаккеля, хребт Ломоносова и поднятие Менделеева, которые разделяют котловины Нансена, Амундсена и Подводников. В состав экспедиции входили судна “Академик Фёдоров” и НИС “Николай Трубачинский” при поддержке атомного ледокола “Ямал”. Судно “Академик Фёдоров” было специально переоборудовано для выполнения подлёдной сейсморазведки. Работы выполнялись с июля по октябрь 2014 г. В экспедиции “Арктика-2014” принимали участие практически все постоянные члены экспедиций в Северный Ледовитый океан. За организацию, планирование и обеспечение работ, общее руководство полевыми работами, а также непосредственное выполнение сейсморазведочных работ отвечала ОАО “МАГЭ”.

Компания разработала собственный аппаратный комплекс и создала инновационную технологию для работы в арктических условиях (технологии подлёдной съёмки — IPD). Устройство ледовой защиты для буксировки забортного сейсмооборудования, установленного на судне, находится сейчас на стадии патентования.

Система заглубления сейсмического оборудования — ледовая защита — позволяет выполнять работы в сложных ледовых условиях и буксировать оборудование подо льдом. Большая часть работ проходила во льдах сплошностью 9–10 баллов и толщиной до 160 см. На некоторых профилях встречался двухлетний лёд толщиной до 240 см и торосы до 4 м. Зачастую ледокол “Ямал” сначала пробивал себе дорогу, а после возвращался и пробивал дорогу для “Академика Фёдорова”. Впервые в мире удалось пересечь Северный полюс со всем комплексом геофизических работ (сейсмика МОВ ОГТ, ОГТ-МПВ, гравика, локация бокового обзора).

Если Артур Николаевич Чилингаров в своё время взглянул из глубоководного орбитального аппарата “Мир” на поверхность океанского дна в районе Северного полюса, то мы пошли дальше и “просветили” дно на 4–5 км, пытаясь “увидеть” нефтяные залежи. В настоящее время продолжается обработка полученного материала.

В 2015 г. мы планируем начать работы по созданию единой глубинной геологической модели Баренцева моря совместно с Геологическим институтом РАН. Вместе с Мурманским морским биологическим институтом Кольского научного центра РАН и Институтом океанологии РАН продолжим работы по созданию геоэкологических карт на листах S-53, S-54 (море Лаптевых), R-46-46 (Карское море) и S-36-38 (Баренцево море). Кроме того, будут расширены исследования рудного потенциала арктических морей.

ДОКТОР ЭКОНОМИЧЕСКИХ НАУК В.И. ПАВЛЕНКО

Место и роль государств в изучении и освоении Арктики, предпосылки и цели международного сотрудничества в сфере исследований макрорегиона базируются на национальных интересах и приоритетах экономического развития как циркумполярных, так и нерегиональных стран.

Рассматривая проблемы международной интеграции научных исследований в Арктике, следует отметить особую роль созданной в 1996 г. межправительственной организации арктических государств — Арктического совета и его постоянных членов: России, США, Канады, Норвегии, Дании (Гренландии), Исландии, Финляндии и Швеции. Арктические государства в последние несколько лет демонстрируют стремление к сотрудничеству и более тесной координации действий. Примером тому могут служить несколько подписанных соглашений. Одно из них — юридически обязывающее — связано с предотвращением и ликвидацией нефтяных загрязнений в Арктической зоне. Целевой группой готовится проект соглашения по развитию научно-исследовательского сотрудничества, Российскую академию наук в которой представляет академик А.И. Ханчук.

Международный арктический научный комитет (МАНК), учреждённый в 1990 г. совместным решением правительств восьми арктических государств, является наблюдателем Арктического совета и фактически выполняет роль интегратора международных исследований Арктики. МАНК обеспечивает концентрацию усилий международного научного сообщества на изучение глобальных явлений в Северном полушарии Земли, оказывающих влияние на природные комплексы и процессы в Арктике. В соответствии с Уставом РАН представительство в МАНК обеспечивается национальными научными организациями. На-

шу страну представляет Российская академия наук. В 2014 г. я был избран вице-президентом Международного арктического научного комитета.

В настоящее время членами МАНК являются 23 государства. Это более чем в полтора раза превышает количество арктических стран. И нередко интересы нерегиональных государств вступали в противоречие с интересами арктических стран — учредителей МАНК, прежде всего России. В 2009 г. я использовал право вето на изменения структуры МАНК в пользу интересов неарктических стран. Это было важно с точки зрения отстаивания национальных приоритетов исследований Арктики.

Рабочими группами МАНК реализуются 17 международных проектов в сфере фундаментальных исследований Арктики в различных областях знаний — это геология и геофизика, океанология, климатология, гляциология, физика и химия криосферы, магнетизм и физика атмосферы, биология и экология, биологические ресурсы, физиология человека в экстремальных природных условиях, жизнедеятельность и среда обитания населения, этнография и культура аборигенных народов. Нашу страну представляют 42 учёных из 27 исследовательских организаций академии.

В отличие от других арктических стран в России нет национальной исследовательской программы Арктики. РАН является единственной структурой в стране, реализующей план “арктических” НИР в рамках комплексной программы “Поисковые фундаментальные научные исследования в интересах развития АЗРФ”. В 2014 г. свыше 70 научных организаций выполняли 100 проектов общим объёмом финансирования всего 200 млн. руб. В то же время в Арктической зоне Российской Федерации существует объективный запрос власти, бизнеса и общества на формирование новой базовой отрасли науки, обеспечивающей сбалансированное и инновационное развитие экономики и территорий. Это требует современных программных и институциональных решений, лежащих в научно-исследовательской и инновационно-технологической сферах.

Разработка национальной программы фундаментальных исследований Арктики, несомненно, будет способствовать укреплению лидирующих позиций России в макрорегионе.

ЧЛЕН-КОРРЕСПОНДЕНТ РАН В.В. РОЖНОВ

Я хотел бы привлечь внимание уважаемых участников Общего собрания к тому, что Арктика является не только богатейшим источником углеводородов и полезных ископаемых, но и средой обитания живых организмов. Арктические экосистемы, живая природа выполняют чрезвычайно важные жизнеобеспечивающие функции, которые позволяют существовать человеку.

У нас есть достаточно хорошая система мониторинга климатических изменений, но полностью отсутствует система мониторинга живой природы, которая отражает антропогенные воздействия, происходящие на фоне сильнейших климатических изменений. Я предлагаю обратиться в правительство, скорее всего, это должно быть Министерство природных ресурсов и экологии РФ, создать государственную систему мониторинга живой природы. Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН имеет серьёзные практические наработки в этой области. Мы готовы взяться за научное и научно-методическое сопровождение создания такой системы при соответствующем финансировании этих работ.

ЧЛЕН-КОРРЕСПОНДЕНТ РАН Л.И. ЛОБКОВСКИЙ

Я бы хотел кратко затронуть проблему геодинамического обоснования обновлённой заявки Российской Федерации в Комиссию ООН по границам континентального шельфа России в Северном Ледовитом океане.

Существуют не менее двух десятков различных геологических моделей эволюции Арктики, которые по-разному трактуют происхождение тектонических структур Арктического бассейна. Однако все эти модели в лучшем случае являются чисто кинематическими и не опираются на реальный физический механизм движения литосферных плит или блоков коры. Поэтому очень трудно выбрать из них наиболее реалистичную модель.

Коллективы ряда институтов Российской академии наук (ИО РАН, ГИН РАН, ИФЗ РАН, ИНПГ СО РАН) под руководством академика Н.П. Лавёрова на протяжении последних лет (начиная с 2010 г.) участвовали в подготовке обновлённой заявки РФ в Комиссию ООН по границам континентального шельфа в части её обоснования на основе создания адекватной геодинамической модели эволюции Арктики. Со стороны Министерства природных ресурсов и экологии РФ общей подготовкой заявки, включая разработку геодинамической модели, руководил Ю.Б. Казмин.

Новая модель призвана объяснить основные геологические особенности строения и развития литосферы Арктического региона. В частности, необходимо объяснить устойчивое субширотное растяжение литосферы Арктики, начиная примерно со 120 млн. лет назад и до современности. Также требовалось дать объяснение существованию крупных магматических провинций, о которых говорил в своём докладе В.А. Верниковский.

Наша модель опирается на данные сейсмической томографии. Главный вывод состоит в том,

что субдукция или погружение Тихоокеанской плиты под Евразийскую и Арктическую континентальные окраины происходит до подошвы верхней мантии, где поток погружаемого вещества меняет направление движения и идёт горизонтально вдоль границы верхней и нижней мантии, распространяясь на несколько тысяч километров под континент. Это означает, что в верхней мантии под окраиной континента имеет место горизонтально вытянутая конвективная циркуляционная ячейка, связанная с субдукцией Тихоокеанской плиты. В такой модели циркуляции верхняя ветвь ячейки образует возвратный поток, текущий в сторону Тихого океана, который, подобно конвейеру, “тащит” литосферу Арктики в ту же сторону, растягивая её в субширотном направлении. Восходящий поток ячейки, расположенный в её фронтальной зоне и несущий фрагменты гидратированных пород океанской коры, при подъёме и декомпрессии вещества создаёт условия для его частичного плавления, приводящего к крупномасштабным магматическим излияниям, которые известны в литературе под общим названием арктического плюма. Такой восходящий поток ослабляет прочность литосферы, и под действием растягивающих напряжений происходит отрыв от Баренцево-Карской окраины первой “меловой полосы” блоков коры в виде хребтов Альфа и Менделеева и образования утонённых областей континентальной коры в их тылу, формирующих котловины Макарова и Подводников. Постепенное продвижение фронта ячейки в глубь Баренцевоморской окраины в конце концов приводит к отрыву второй, “кайнозойской полосы”, тектонических блоков в форме хребта Ломоносова от Баренцевоморской окраины и образованию в тылу отодвигающегося хребта Евразийского бассейна.

Представленная здесь геодинамическая модель (за ней стоит большой вычислительный эксперимент, о котором я делал доклад год назад на заседании Президиума РАН) выгодно отличается от всех ранее предложенных кинематических моделей эволюции Арктики тем, что она основана на реальном физическом механизме, вытекающем из данных сейсмической томографии.

Я думаю, что разработанная российскими учёными новая модель эволюции Арктики, несмотря на известные сложности мировой геополитической обстановки, может рассматриваться в качестве фундаментального геодинамического базиса заявок в Комиссию ООН по границам континентального шельфа в Северном Ледовитом океане, которые будут подавать Дания, Россия и Канада в ближайшее время.

ЧЛЕН-КОРРЕСПОНДЕНТ РАН А.Л. МАКСИМОВ

Здесь уже говорили о проблеме адаптации человека в Арктике. С докладом, аналогичным тому, что прочитал академик Л.И. Афтанас, я выступал на заседании общего собрания Отделения физиологических наук. В настоящее время в Арктике, помимо аборигенного населения, проживает укоренённое население из числа европеоидов — либо уроженцев региона в первом и последующих поколениях, либо родившихся непосредственно в этом регионе, либо представляющих второе и последующие поколения. Поэтому важно, чтобы предпочтения касались не только аборигенного населения, но и популяций из числа европеоидов. Сейчас случаются так называемые межэтнические групповые социальные конфликты, когда жители одного посёлка сталкиваются из-за того, что у одного предпочтения есть, поскольку он записался в аборигены, а рядом живущий укоренённый, то есть родившийся здесь, никаких предпочтений и льгот, например, на добычу красной рыбы, икры и прочее не имеет.

Следует также обратить внимание на то, что сейчас “зависла” проблема с районированием территорий с экстремальными условиями проживания на основе индекса дискомфорта. Этот вопрос дошёл до обсуждения в Госдуме, был поддержан, но потом положен под сукно. Думаю, наступает время, когда нужно снова обратить внимание на районирование территорий с точки зрения индекса дискомфорта, то есть того интегрального показателя, который должен учитывать не только климатогеографические и социальные, но и медико-биологические факторы, негативно действующие на людей, проживающих в условиях Севера. Это снимет много вопросов, возникающих при географическом районировании Севера только на основе климатогеографических критериев. Если на государственном уровне будет принята научно обоснованная методика исчисления индекса дискомфорта, то он может быть рассчитан для конкретного населённого пункта или той области, где осуществляется человеческая деятельность. Тогда отпадёт необходимость определения понятий “ближний” и “дальний” Север с целью установления компенсационных выплат населению. В результате будут получены объективные, научно обоснованные критерии для определения конкретных предпочтений в зависимости от величины индекса дискомфорта не только для северных регионов.

Естественно, территории с дискомфортными условиями проживания, требующие расчёта индекса, могут оказаться не только на Севере, но и на Крайнем Юге, в высокогорьях, Антарктиде и т.д. Этот вопрос должен быть поднят и поддержан Академией наук для дальнейшего продвиже-

ния. Возможно, в результате удастся создать некий Северный кодекс, представляющий собой свод законов, которые будут касаться проживания и жизнедеятельности человека в циркумполярных и арктических регионах.

АКАДЕМИК А.И. ХАНЧУК

В этом году по инициативе академика В.Е. Фортова начаты исследования по программе Президиума РАН “Поисковые фундаментальные научные исследования в интересах развития Арктической зоны Российской Федерации”. На конкурс поступило 419 заявок, поддержано 100 проектов. Общее финансирование составило 300 млн. руб., из них 100 млн. направлено на подготовку и проведение морских экспедиций.

Программа включает следующие направления: окружающая среда, социально-экономические и политические проблемы, нефтегазовые и минеральные ресурсы Арктики и глубокая переработка, функциональные материалы и оборудование. В каждом направлении есть конкретные разделы. В первую очередь из-за небольшого финансирования поддерживались проекты, имеющие существенный задел, возможность реализации в ближайшие годы, носящие междисциплинарный характер.

Конечно, очень важное направление — функциональные материалы и оборудование российского производства. Очевидно, что в современных условиях успехи в освоении Арктики во многом будут зависеть именно от того, как его удастся реализовать.

По итогам 2014 г. планируется электронная публикация результатов по каждому проекту. Предстоит большая работа с министерствами, ведомствами, субъектами Федерации, государственными и частными компаниями по продвижению наших результатов. По ряду проектов компании уже выразили свою заинтересованность.

В заключение хочу поддержать предложение о большей координации в научно-техническом изучении Арктики.

ЧЛЕН-КОРРЕСПОНДЕНТ РАН В.В. КОЛОМЕЙЧЕНКО

Я своё предложение посылал главному учёному секретарю академику И.А. Соколову и получил положительную оценку. Для быстрого освоения Арктики и Северного морского пути нужно в Якутске срочно организовать Международный научный арктический сельскохозяйственный центр на базе двух НИИ и вузов. Он должен быть более высокого уровня, чем Дальневосточное, Сибирское или Уральское отделения РАН. Предложить через ООН и Продовольственную и сельскохозяйственную организа-

цию ООН (ФАО) сотрудничество в нём с учёными других северных стран — Норвегии, Дании (Гренландия), Исландии, Канады, США (Аляска), Японии и т.д.

ЧЛЕН-КОРРЕСПОНДЕНТ РАН Р.В. ГОЛЬДШТЕЙН

Общее собрание РАН проходит в знаменательный для истории исследования и освоения Арктики период — 100-летие со времени Российской гидрографической экспедиции по Северному морскому пути. В 1914–1915 гг. экспедиция под началом капитана 2-го ранга Бориса Андреевича Вилькицкого на судах “Таймыр” и “Вайгач” впервые прошла от Берингова пролива до Белого моря с зимовкой в тяжёлых льдах Карского моря у западных берегов полуострова Таймыр. (Описание экспедиции и её научных результатов содержится, в частности, в книге Н.И. Евгенова и В.Н. Купецкого «Полярная экспедиция на ледоколах “Таймыр” и “Вайгач” в 1910–1915 годах»). Это был не первый опыт проведения в России уникальных транспортных операций во льдах. Так, в 1892 г. была наведена железнодорожная ледовая переправа через Волгу в районе Свияжска (Казань). В дальнейшем железнодорожные ледовые переправы возводили и на реках, и на Байкале. Подчеркну, что в те времена выполняли как гидрографические, так и научно-технические исследования и разработки по проблемам освоения и вовлечения в хозяйственную деятельность областей с замерзающими акваториями.

Другой пример: сотрудники Института механики АН СССР и Ленинградского физико-технического института АН СССР принимали активное участие в теоретических и экспериментальных исследованиях, послуживших основой для создания “Дороги жизни” по Ладожскому озеру, выработки рекомендаций по расчёту несущей способности ледяного покрова, режимам движения и по поддержанию трассы в рабочем состоянии. Создание “Дороги жизни” — яркое свидетельство плодотворного сотрудничества учёных АН СССР, вузов и военных инженеров и гидрометеорологов Краснознамённого Балтийского флота. В работах участвовали ученики академика Б.Г. Галёркина (в то время директора Института механики АН СССР) С.С. Голушкевич и Г.С. Шапиро. Группу физиков возглавлял профессор П.П. Кобеко.

К сожалению, сегодня на сессии из 14 докладов был представлен только один по физике и ни одного по механике. Между тем каждый этап освоения Арктики требует решения разнообразных проблем механики льда и ледяного покрова. Эти проблемы во многом обусловлены необходимостью организации круглогодичной навигации по Северному морскому пути, создания ледо-

стойких платформ и островов (ледовых или насыпных) для разведки и добычи углеводородного сырья на шельфе арктических морей, а также инфраструктуры для его транспортировки морским и сухопутным путём, развития систем мониторинга и прогноза состояния нарушенности ледяного покрова и процессов в системе атмосфера—ледяной покров—океан, прогнозирования схода ледников, образования и дрейфа айсбергов.

Специфика взаимодействия тех или иных объектов с ледяным покровом в том, что оно, как правило, определяется процессами, происходящими в нескольких резко различающихся геометрических масштабах. Количество масштабов, которое нужно учитывать, зависит от того, какие характеристики взаимодействия необходимо найти. Так, при проводке судов ледоколом (или ледоколами) можно выделить масштаб порядка длины прокладываемого канала (внешний масштаб, $L \sim 1$ км) и масштаб, сопоставимый с длиной ледокола (внутренний масштаб, $l \sim 100$ м). Напряжённо-деформированное состояние (НДС) ледяного покрова и локальные процессы обламывания кромки льда у корпуса ледокола зависят и от толщины льда, $h \sim 1$ м. Трансформация внешних нагрузок (ветровых, волновых, температурных) в НДС в окрестности вершины канала, где находится ледокол, происходит на масштабе L . Локальные нагрузки, создаваемые ледоколом, определяются масштабом l . Нами предложен подход к анализу и оценке ледопроеходимости ледоколов, основанный на применении идей механики разрушения и метода внешних и внутренних разложений (Р.В. Гольдштейн, Н.М. Осипенко, 1983). Параметром, управляющим НДС и процессами разрушения вблизи ледокола, оказывается коэффициент интенсивности напряжений в вершине канала, моделируемого во внешней задаче разрезом в упругой пластине, находящейся на гидравлическом основании. Поскольку вблизи корпуса ледокола возможны разные механизмы разрушения (например, образование секторов, смятие, скол, трещины на продолжении канала), можно выделить несколько уровней критических значений коэффициента интенсивности напряжений, которые соответствуют тому или иному механизму локального разрушения. Такая классификация позволяет, в частности, сформулировать вопросы, которые можно рассматривать в рамках внешней или внутренней задачи. Анализируя внешнюю задачу, удаётся разработать рекомендации по тактике проводки судов в условиях ледового сжатия и освобождения судов от сжатия (так, удаляясь от судна по некоторой дуге, ледокол создаёт в его окрестности состояние растяжения, ледового покрова, в то время как внешнее нагружение создаёт сжимающие напряжения в окрестности судна). Выделение в процессе проводки судов ледоколом внешней и внутренней за-

дач приводит к методикам отдельного моделирования в ледовом бассейне многопараметрического процесса взаимодействия ледокола и ледяного покрова, позволяет решать задачи оптимизации режимов проводки судов в различных ледовых условиях, проектирования новых ледоколов с повышенными характеристиками ледопроеходимости. Проблемным остаётся вопрос о повышении эффективности работы ледокола в торосистых льдах.

Поскольку в процессе взаимодействия ледяного покрова с ледостойкой платформой также можно выделить несколько геометрических масштабов (масштаб платформы по фронту, радиус изгиба ледяного покрова, толщина льда), то для анализа возможных сценариев взаимодействия и количественной оценки ледовых нагрузок в каждом из них можно применять упомянутый выше подход. Так, для плавающих платформ с системой закорения одним из опасных оказывается сценарий, связанный с возможным поворотом платформы вследствие асимметричности ледовой нагрузки, вызываемой неодновременностью актов разрушения ледяного покрова в области контакта с платформой. Этот сценарий предложен и обоснован в совместных работах ООО «Газпром ВНИИГАЗ» и Института проблем механики РАН. Актуальными остаются проблемы построения адекватной механической модели тороса и оценки ледовых нагрузок при взаимодействии платформы с торосом, разработки методов управления ледовой обстановкой с целью снижения ледовых нагрузок и обеспечения безопасной эксплуатации ледостойкой платформы. Аналогичная проблема важна и применительно к акваториям портов на арктическом шельфе, к проектированию и созданию систем активной и пассивной защиты объектов на шельфе от возможных катастрофических воздействий больших масс льда.

Множество разнообразных задач механики деформирования и разрушения ледяного покрова возникает при анализе и интерпретации ледовой обстановки и эволюции нарушенности ледяного покрова по данным космического мониторинга. Моделирование формирования наблюдаемых упорядоченных систем нарушений сплошности в ледяном покрове, рассматриваемом на региональном и больших масштабах с учётом совокупности внешних воздействий, даёт возможность оценивать изменчивость НДС ледяного покрова по данным его мониторинга, исследовать обменные процессы в системе атмосфера—ледяной покров—океан, столь важные для прогнозирования климатических изменений и операций во льдах.

Понимание и количественное описание закономерностей деформирования и разрушения льда и ледяного покрова с учётом взаимного влияния процессов, происходящих в различных масштабах, требует проведения экспериментальных ис-

следований механических характеристик льда как материала и ледяного покрова как специфической конструкции (в натурных и лабораторных условиях, а также в условиях ледовых бассейнов), построения соответствующих определяющих соотношений, пригодных для моделирования статических, кинетических и динамических процессов во льдах с учётом их структуры и термодинамического состояния. Хотя в этой области, начиная с 1960-х годов, многое сделано, количество и разнообразие нерешённых актуальных задач продолжает нарастать. Это связано как с необходимостью обеспечения разработки месторождений в областях с тяжёлыми ледовыми условиями, так и с потребностью повышения точности и долгосрочности прогнозирования процессов в Арктике. Развитию механики льда и ледяного покрова, широкомасштабным экспериментальным исследованиям в Арктике уделяется большое внимание за рубежом. Приведу лишь один пример: в 1991–1996 гг. Научно-исследовательское управление Военно-морского флота США организовало проведение разносторонних исследований по механике льда в арктических условиях. В разработке и реализации уникальной программы комплексных экспериментальных и расчётно-теоретических работ приняли участие многие ведущие учёные-механики США.

В заключение подчеркну, что привлечение учёных-механиков к решению актуальных научно-технических проблем освоения российской Арктики, безусловно, будет способствовать реализации планов по интенсификации хозяйственной деятельности и обеспечению безопасности страны в Арктическом регионе.

АКАДЕМИК Ю.В. ЦВЕТКОВ

Хочу поблагодарить Президиум РАН за эту Научную сессию, посвящённую вопросу государственной важности. Все доклады, которые здесь прозвучали, прекрасны. Но мне кажется, что всё-таки есть некоторые упущения.

Прежде всего проблема освоения Арктики не может быть решена без тщательного рассмотрения состояния минеральных ресурсов региона и процессов их освоения. Здесь этому вопросу был посвящён только доклад академика Н.С. Бортникова, и в какой-то степени его коснулся академик В.А. Мельников. Между тем речь идёт о крайне важной проблеме в целом, ведь, потеряв ряд республик, Россия осталась во многом без своего сырья. Недавно академик Л.И. Леонтьев докладывал на Президиуме РАН о подходах к освоению отечественных титановых месторождений, для того чтобы обеспечить сырьевую базу по титану и ряду других металлов. К сожалению, результат этого доклада можно считать практически нулевым:

никаких серьёзных откликов от руководящих органов не поступило.

Кроме того, освоение Арктики невозможно без создания конструкционных и функциональных материалов, которые сохраняют необходимые эксплуатационные свойства при работе в арктических климатических условиях. Это один из наиболее острых вопросов.

Несколько слов вне основной тематики Научной сессии. Сегодня членам академии сообщили, что им повысят “стипендию”. Мне кажется, что такое решение должно было, по крайней мере, рассматриваться наряду с повышением зарплаты сотрудникам академических институтов, иначе нам перед ними будет просто неудобно.

На мой взгляд, те члены академии, которые в настоящий момент не присутствуют на Общем собрании, заслуживают порицания. Я, несмотря на свой достаточно преклонный возраст, всегда стараюсь участвовать в собраниях. Полагаю, что это является прямой обязанностью каждого члена академии. Прошу к моим словам отнестись серьёзно.

Необходимо решением собрания поручить руководству академии отстаивать программы Президиума и отделений РАН. При этом целесообразно прибегнуть к поддержке Минобороны, ибо ряд планируемых исследований полезен с точки зрения повышения обороноспособности, особенно специализированная программа по технологиям двойного назначения.

АКАДЕМИК Г.А. МЕСЯЦ

Слушая сегодня доклады, я ещё раз убедился, что нет проблемы, которую нельзя было бы обсудить на Общем собрании Российской академии наук.

Как минимум 60–70% из того, о чём здесь говорилось, было осуществлено в рамках программ фундаментальных исследований РАН, которые проводятся уже 12 лет. В частности, это четыре программы, которые были созданы по предложению В.В. Путина. Одна из них – программа, о которой говорил академик А.И. Ханчук, и три программы региональных отделений на Урале, Дальнем Востоке и в Сибири.

В этом году был объявлен конкурс и отобраны работы по программам фундаментальных исследований РАН. Но, к сожалению, вчера на заседании Научно-координационного совета ФАНО было сказано, что возможны секвестр бюджета в пределах 10% и ликвидация этих программ. Секвестр сейчас, когда 85% нашего бюджета – это зарплата, а 15% – это деньги, которых не хватает даже на коммунальные расходы, означает, что фактически Академия наук остаётся без каких-

либо средств на фундаментальные и поисковые работы.

Считаю необходимым включение в решение сегодняшнего Общего собрания РАН пункта о том, что ФАНО должно сохранить программы фундаментальных исследований в Российской академии наук, которые прекрасно зарекомендовали себя в течение последних 12 лет. Иначе мне трудно представить, сможем ли мы вообще организовать какие-либо научные сессии в будущем.

АКАДЕМИК В.А. РУБАКОВ

Нам обязательно надо сохранить программу Президиума и программы отделений РАН, в противном случае у нас не будет взаимодействия по Арктике, по физике высоких энергий с Европейским центром ядерных исследований. Я поддерживаю просьбу Г.А. Месяца записать это в решение нашего собрания.

АКАДЕМИК Р.И. НИГМАТУЛИН

Я приведу три причины, по которым нельзя отказаться от программ фундаментальных исследований (ПФИ РАН).

Во-первых, ПФИ РАН предполагают конкурсное рассмотрение. Именно за слабую конкурсность при распределении ресурсов нас критико-

вали, ведь около 90% средств из бюджета РАН (теперь ФАНО) распределяется в зависимости от численности сотрудников институтов. Убирая ПФИ РАН, мы усугубим ситуацию и утратим дифференциацию в распределении ресурсов между институтами и их лабораториями.

Во-вторых, ПФИ РАН под эгидой Президиума РАН объединяют лаборатории нескольких отделений, а под эгидой отделений — лаборатории нескольких институтов. В частности, в ПФИ РАН по Мировому океану принимают участие лаборатории отделений наук о Земле, математики, физики, энергетики, машиностроения, механики и процессов управления, биологических и химических наук, Сибирского и Дальневосточного отделений РАН. В отсутствие программ фундаментальных исследований РАН эта кооперация развалится.

В-третьих, ПФИ РАН — это единственный финансовый механизм, который остался сегодня у академии, Президиума и отделений, и нам нужно бороться за его сохранение.

На Совете по науке Президент РФ В.В. Путин сказал, что секвестра по науке не будет. Но если всё-таки секвестр состоится, то начинать надо с базового финансирования, а секвестрировать программы РАН надо в самую последнюю очередь.

НАУЧНАЯ СЕССИЯ ОБЩЕГО СОБРАНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

DOI: 10.7868/S0869587315060110

**ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОЕ СЛОВО ПРЕЗИДЕНТА РАН
АКАДЕМИКА В.Е. ФОРТОВА**

fortov@presidium.ras.ru

Прежде всего хочу поддержать тех членов академии — Г.А. Месяца, В.А. Рубакова, Р.И. Нигматулина, Ю.В. Цветкова, Л.Д. Фаддеева, кто высказался за сохранение академических программ фундаментальных исследований. Считаю эти программы нашим серьезнейшим ресурсом развития.

Если говорить о взаимодействии ФАНО и Российской академии наук, то во всех разговорах с М.М. Котюковым мы выдвигаем программы РАН в качестве наших приоритетов. В этом деле предполагается ясное разделение компетенций: Академия наук формирует научную сторону дела, исходя из приоритетов, которые определяют сами учёные, а ФАНО осуществляет финансовое сопровождение программ.

Что касается состоявшейся Научной сессии, на мой взгляд, она была очень интересной. Я узнал для себя много нового и понял, что пресса, которая сейчас очень часто пишет о “северах”, нередко искажает действительность. Научный анализ даёт нам совсем иную картину — не хуже и не лучше, но иную — правдивую. Я уверен, что, организовав эту сессию, мы поступили совершенно правильно, и нужно поблагодарить академика Н.П. Левёрова и всех докладчиков за ту большую работу, которую они провели.

Я могу согласиться с теми, кто, выступая в прениях, сетовал на то, что та или иная тема не получила освещения. Но ведь очевидно, что проблема Арктического региона громадная, у неё множество разных граней, и обсудить каждую из них в одном заседании практически невозможно. Будет подготовлена книга, в которой можно будет более подробно изложить те вопросы, на которые обращалось внимание в выступлениях и прениях.

Что следует отметить особо? Для присутствующих в этом зале это вещь тривиальная, но для тех, кто сейчас руководит наукой, вовсе не очевидная. Я имею в виду междисциплинарность. В Академии наук междисциплинарные исследования всегда были максимальным образом развиты. Мы все, учёные РАН, находимся, образно говоря, под одной крышей. Я, например, работая в академии, никогда не слышал о существовании каких-то преград, которые мешают реализовывать те или иные междисциплинарные идеи. Напротив, многие наши коллеги состоят в двух и более отделениях. Не было ни одного случая, когда какое-то одно отделение пыталось затормозить работу другого. Этого никогда не было и быть не может, потому что в Академии наук работают профессионалы с широкими взглядами в своей научной области. Именно поэтому в академии сильнее всего представлена междисциплинарность.

Обратите внимание на то, что сейчас ставится под сомнение структура нашей академии, необходимость тематических отделений, предлагается провести реструктуризацию, обсуждаются какие-то иные комбинации. Но изменения необходимы тогда, когда за ними стоит логика и чёткое понимание того, для чего они нужны. Нововведений ради нововведений, ради выполнения какого-то плана быть не может.

Я прошу всех членов академии в ближайшее время очень внимательно следить за событиями вокруг Академии наук. Поверьте, от нашей позиции, от того, как мы воспринимаем происходящее, зависит очень многое. Я призываю каждого из вас проявлять принципиальность, а иногда гражданское мужество. Мы избраны в академию для того, чтобы говорить правду и отстаивать наши академические интересы.

НАУЧНАЯ СЕССИЯ ОБЩЕГО СОБРАНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

DOI: 10.7868/S0869587315060274

**ПОСТАНОВЛЕНИЕ НАУЧНОЙ СЕССИИ ОБЩЕГО СОБРАНИЯ РАН
“НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ”**

Российская Арктика — особый регион Российской Федерации. Его значение исключительно велико с точки зрения потенциальных запасов углеводородов, минерального сырья и других полезных ископаемых. Этот регион играет важную геополитическую и военно-стратегическую роль. Его транспортный потенциал становится объектом пристального внимания всего мира.

Перспективы существенного повышения роли Арктического региона для дальнейшего экономического развития и обеспечения безопасности России в новых условиях современного мира обуславливают особую актуальность ускоренного развития исследований, нацеленных на решение научно-технических проблем освоения Арктики.

На Научной сессии Общего собрания членов РАН были представлены доклады, посвященные достижениям отечественной фундаментальной науки и направленные на научное обоснование решения крупных арктических проблем.

Научная сессия отмечает, что:

в институтах отделений по областям и направлениям науки РАН и региональных отделений РАН проводятся арктические исследования в рамках Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук;

обширные междисциплинарные исследования выполняются по комплексной программе фундаментальных исследований Президиума РАН “Поисковые фундаментальные научные исследования в интересах развития Арктической зоны Российской Федерации” с общим финансированием в 2014 г. в объеме 200 млн. руб.;

в исследованиях и освоении Арктики велика роль российских землепроходцев и исследователей; в течение большей части XX века Советский Союз, Россия были пионерами в освоении Арктики;

по ряду направлений арктических исследований достигнуты значительные успехи, особенно в изучении строения дна Северного Ледовитого океана и его складчатого обрамления, углеводородных и минеральных ресурсов, климатических особенностей Арктики, акустики глубоководной части Северного Ледовитого океана, арктической медицины, в решении сложных правовых проблем освоения Арктики и др.

Руководствуясь Основами государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу, Стратегией развития Арктической зоны Российской Федерации до 2020 года и учитывая предложения, высказанные в ходе обсуждения на настоящей Научной сессии, Общее собрание членов РАН ПОСТАНОВЛЯЕТ:

1. Одобрить направления научных исследований в области решения научно-технических проблем освоения Арктики.

2. Усиливать координацию научных исследований Арктики по Программе фундаментальных научных исследований государственных академий наук и по программам Президиума РАН, обращая особое внимание на обеспечение качественных междисциплинарных исследований.

3. Принять меры к усилению международных научных контактов со странами Арктического региона в области научных исследований, обратив особое внимание на реализацию совместных проектов в рамках Международной полярной инициативы, с целью упрочения безопасности, поддержания мира и стабильности в Арктике.

4. Считать первоочередной задачей необходимость укрепления кадрового потенциала исследователей в области решения научных и научно-технических проблем освоения Арктики.

5. Продолжить работу научных организаций РАН, находящихся в ведении ФАНО России, в научном обосновании заявки Российской Федерации в Комиссию ООН на установление внешней границы континентального шельфа в Северном Ледовитом океане.

6. Считать целесообразным обратиться в Правительство Российской Федерации с предложением о внесении дополнений в государственную программу Российской Федерации “Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации на период до 2020 года”, утвержденную постановлением Правительства РФ от 21 апреля 2014 г. № 366, в части геолого-геофизических исследований, гидрофизики, комплексных исследований арктических экосистем, гидрографии, климата, арктической медицины, создания материалов для арктических условий, создания оборудования и технологий поиска,

разведки и разработки месторождений углеводородов в зонах круглогодичных льдов, работ по проблемам агропромышленного комплекса, оценки рисков деятельности по освоению Арктики и др.

7. Считать необходимым проведение космического мониторинга геофизической среды и экосистем Арктического региона, включая комплексный мониторинг солнечной и магнитосферной активности, в интересах развития фундаментальной науки и обеспечения эффективной и безопасной эксплуатации технических систем. С этой целью предусмотреть выполнение соответствующих мероприятий в проекте Федеральной космической программы на 2016–2025 гг. в части, посвящённой Арктике, преимущественно силами научных организаций РАН, находящихся в ведении ФАНО России.

8. Считать необходимым укрепление и обновление академического научно-исследовательского флота и обеспечение финансирования глубоководных исследований на основе аппаратов “Мир”.

9. Отделению сельскохозяйственных наук РАН проанализировать вопрос о создании международного сельскохозяйственного Арктического центра и при необходимости представить обоснованные предложения в Президиум РАН.

10. Рекомендовать отделениям РАН по областям и направлениям науки и региональным отделениям РАН усилить взаимодействие с заказывающими управлениями Минобороны России на основе совместных разработок проектов двойного назначения.

11. Президиуму РАН принять меры к сохранению программ фундаментальных исследований как к апробированному конкурсному механизму эффективной реализации междисциплинарных исследований.

12. Членам РАН в соответствии с подпунктом “в” пункта 30 Устава РАН до 15 марта 2015 г. направлять в Президиум РАН свои предложения по вопросу стратегии развития РАН.

13. Поручить Научно-издательскому совету РАН совместно с отделениями РАН по областям и направлениям науки и региональным отделениям РАН подготовить материалы Научной сессии Общего собрания членов РАН “Научно-технические проблемы освоения Арктики”, а Академиздатцентру “Наука” РАН издать их в виде отдельной книги.

14. Обратить внимание членов РАН на выполнение пункта 31 (подпункт “в”) Устава РАН.

*Президент Российской академии наук
академик В.Е. ФОРТОВ,*

*главный учёный секретарь
Президиума Российской академии наук
академик И.А. СОКОЛОВ*

С КАФЕДРЫ
ПРЕЗИДИУМА РАН

DOI: 10.7868/S0869587315050151

Минувший год стал временем самого значительного за последние десятилетия изменения курса во взаимоотношениях России и стран Запада. Насколько долгосрочным окажется период размежевания, как определить этот этап и каковы варианты его эволюции, можно ли говорить о возобновлении “холодной войны” и кто несёт ответственность за сложившуюся ситуацию — это только часть вопросов, получивших освещение в заслушанном на одном из заседаний Президиума РАН сообщении С.М. Рогова и ставших предметом большой и оживлённой дискуссии. Их анализ, как показало заседание, поднимает и множество других тем и проблем, касающихся экономической ситуации в нашей стране и мире, таких как влияние западных санкций на разные сферы отечественного хозяйства, состояние мирового ядерного потенциала и неядерных вооружений, роль пропаганды в эскалации напряжённости, возможность реализовывать изоляционистскую стратегию в сегодняшнем глобализирующемся мире.

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РОССИЙСКО-АМЕРИКАНСКИХ ОТНОШЕНИЙ

С.М. Рогов

В 2014 г. разразился самый серьёзный за последние 30 лет кризис в отношениях между Россией и США. В разные исторические периоды, когда мир был многополярным, в том числе во время Первой и Второй мировых войн, Россия и США выступали в качестве союзников. В рамках биполярной системы международных отношений, которая сложилась после Второй мировой войны, СССР и США, наоборот, были противниками. Этот этап получил название “холодная война” и представлял собой глобальное идеологическое противоборство, противостояние двух противоположных социально-экономических систем. “Холодная война” была геополитическим конфликтом мирового масштаба, где на стороне СССР выступали и Варшавский договор, и международное коммунистическое движение, и левые социал-демократы в развитых странах Запада, и национально-освободительные движения в

бывших колониальных странах, а также беспрецедентной гонкой вооружений — как ядерных, так и обычных.

После окончания “холодной войны” было провозглашено партнёрство России и Запада, в частности, России и США, однако в силу ряда причин оно оказалось декларативным. Наиболее важная причина заключается в том, что не было создано эффективных механизмов постоянного взаимодействия. Не возникло также экономического партнёрства между Россией и США — наши торгово-экономические отношения не получили должного развития. Наконец, сохранилось плохо согласующееся с идеей партнёрства взаимное ядерное устрашение — система отношений в ядерной сфере, когда две страны в любую минуту готовы уничтожить друг друга.

На Западе окончание “холодной войны” было истолковано как “победа” США и НАТО, а Россия оказалась проигравшей стороной и превратилась, подобно Веймарской Германии после Первой мировой войны, в неравноправного участника международных отношений. Такое положение было обусловлено тем, что отношения строились на основе западных институтов, в функционировании которых Россия не была вовлечена. Помимо утраты своей роли на мировой арене, в результате распада СССР наша страна потеряла почти половину территории, лишилась более половины ВВП (сегодня ВВП России находится примерно на уровне ВВП РСФСР 1991 г.), население сократилось примерно в 2 раза, возник эффект “расколотой” нации, поскольку почти 20% этнических



РОГОВ Сергей Михайлович — академик, директор Института США и Канады РАН.
srogov@rambler.ru

русских остались проживать за пределами Российской Федерации и не имеют российского гражданства.

Образовавшийся на мировой арене “вакуум силы” был заполнен благодаря включению в Североатлантический альянс не только восточноевропейских стран — союзников СССР, но и ряда бывших союзных республик. Стали появляться примеры одностороннего применения военной силы Западом — в Косово, Ираке, Ливии и сегодня в Сирии.

Украинский кризис 2014 г. также в немалой степени явился, пусть и отдалённым, но следствием распада СССР. Попытки реинтеграции постсоветского пространства, предпринимавшиеся в последние годы Москвой, были истолкованы западными странами как стремление воссоздать советскую империю. Украина в такой геополитической ситуации оказалась ключевым игроком, поскольку без неё критической массы для постсоветской интеграции оказывается недостаточно. Украинский кризис превратился в так называемую “игру с нулевой суммой”. И хотя у России и Запада есть общие интересы и общая повестка дня — Афганистан, Иран, борьба с терроризмом, экология, климатические изменения и другие проблемы — они отошли на второй план при тотальном доминировании украинского вопроса.

Инициатором кризиса стал Европейский союз, особенно Польша и Швеция, активно продвигавшие идею “восточного партнёрства” — партнёрства ЕС с бывшими советскими республиками. Её суть заключается в экономическом отрыве Украины от России с соответствующими политическими и военными последствиями. (По иронии судьбы к этому времени министры иностранных дел Польши и Швеции Р. Сикорский и К. Бильдт, два главных автора этой идеи, уже покинули свои посты в силу изменившейся внутривосточной ситуации.)

Конфликт на Украине развивался по модели “маятника”. После того, как украинское правительство согласилось подписать Соглашение об ассоциации с ЕС, Москва поставила вопрос о необходимости провести обсуждение ситуации в формате трёхсторонней встречи представителей России, Европейского союза и Украины. На это предложение ЕС ответил категорическим отказом, подчеркнув, что Россия в данном случае не имеет права накладывать вето. И здесь нельзя не вспомнить, что вскоре после избрания на пост президента Украины П.А. Порошенко было принято решение создать подобную трёхстороннюю группу, а имплементацию соглашения об отмене пошлин на Украине отложить до конца 2015 г. Эти шаги могли быть сделаны и раньше, и то, что этого не произошло, — грубейшая ошибка со стороны Запада.

Следующим критическим моментом стали отказ В.Ф. Януковича от ассоциации с ЕС и озвученное им намерение подписать в обмен на экономическую помощь России соглашение о вхождении в Таможенный союз. Затем В.Ф. Янукович был свергнут в результате государственного переворота, который сразу получил официальную поддержку со стороны США и ЕС, а Россия, наоборот, не признала новую, нелегитимную власть.

Ключевым событием в развитии украинского кризиса стал референдум в Крыму по вопросам независимости от Украины и присоединения полуострова к Российской Федерации. Проблема самоопределения Крыма и включения его в состав постсоветской России должна была решаться в 1991 г., её надо было поднимать до подписания Будапештского меморандума, гарантирующего территориальную целостность Украины в обмен на отказ от ядерного оружия, и, чуть позднее, общего “Большого договора” с Украиной, тоже содержащего подобные гарантии. Бесспорно, сложилось противоречие между правом жителей Крыма на самоопределение и принципом территориальной целостности Украины, и сейчас трудно судить, как его можно было преодолеть, стоило ли, например, пойти путём Абхазии и Южной Осетии.

Дальнейшая эскалация конфликта, последовавшая за воссоединением Крыма с Россией, привела к гражданской войне в Донбассе, в которой основными действующими лицами стали полковые командиры. При этом неясно, кто их контролирует и не возникает ли ситуация, когда “хвост виляет собакой”: вызывает сомнение как управляемость батальонов Национальной гвардии со стороны киевских властей, так и степень российского влияния на руководителей самопровозглашённых Донецкой и Луганской республик.

Прекращение огня дало бы, по крайней мере, теоретическую возможность долговременной приостановки военных действий и эволюции ситуации по Приднестровскому сценарию. То есть Донбасс де-юре остался бы частью Украины, а де-факто пользовался бы очень большой автономией. Реализовать данный вариант довольно трудно: Донбасс значительно превосходит такие районы, как Приднестровье, Южная Осетия и Абхазия, по территории, населению, а значит, и по потребностям, а главным фактором, действующим против перспективы мирного урегулирования, является огромное число людей, с одной стороны, желающих добиться полной независимости Донбасса, с другой — готовых огнём и мечом поставить его под власть Киева. Получаемая украинскими властями экономическая и военная помощь со стороны западных стран также создаёт угрозу возобновления войны.

Таковы предпосылки жёсткой конфронтации, возникшей между США и Россией. Дальнейшее развитие событий, на мой взгляд, может идти по двум сценариям. Первый логично определить как модель “холодного мира”. Подобный режим отношений России с США, а также со странами Запада в целом будет в первую очередь характеризоваться небывалым разгулом пропаганды. Уже сегодня тональность политических заявлений и освещение ситуации в СМИ как в западных странах, так и в России напоминают антироссийскую и антиамериканскую пропаганду образца 1983 г. (когда над территорией СССР был сбит корейский гражданский самолёт). Возрождается стереотип, в соответствии с которым Россия — вечный враг Запада, а у нас на всех углах кричат, что Запад — вечный враг России.

Исключение России из “Большой восьмёрки” и отказ в членстве в Организации экономического и социального развития, которая является крупнейшим форумом ведущих экономически развитых стран, тоже соответствуют формату “холодной войны”. Делаются попытки, хотя, полагаю, они не будут иметь успеха, исключить Россию из “Большой двадцатки”, несмотря на то, что механизмов исключения из неё не существует. Прекратила работу российско-американская президентская комиссия, парализованы контакты между Россией и ЕС и взаимодействие Россия—НАТО. Заморожены двусторонние военные связи между Россией и США — заблокированы механизмы обменов и совместных учений.

Важным следствием обострения отношений является практически полная приостановка переговоров по вопросам разоружения. Фактически прекращена программа Нанна—Лугара, которая на протяжении двух десятилетий была важным механизмом российско-американского взаимодействия в сфере ядерной безопасности. Одновременно предпринимаются новые шаги в направлении развития военной инфраструктуры НАТО в Восточной Европе. Произошла переброска нескольких американских военных самолётов в Польшу и балтийские государства. Иницируются военные учения с участием НАТО на Украине, в том числе в акватории Чёрного моря. Таким образом, политический конфликт сопровождается военным размежеванием и ростом напряжённости в этой сфере международных отношений.

“Холодный мир” предполагает экономическое давление, также в полной мере имеющее место в виде последовательно введённых нескольких пакетов санкций против России. Не могу не отметить и уже совершенно беспрецедентный факт — сворачивание целого ряда научных контактов, чего не наблюдалось даже в годы “холодной войны”.

Необходимо учитывать ряд факторов, оказывающих негативное давление на развитие отношений России и Запада по модели “холодного мира”. Прежде всего стоит сказать о внутриаполитическом сдвиге в США. Опросы общественного мнения показывают максимальный уровень недоверия американских граждан к России, уровень враждебного отношения повторяет показатели середины 1980-х годов. Если начиная со второй половины 1980-х и в 1990-е годы нашу страну воспринимали как врага всего 4—5% опрошенных, то сейчас — до 40%. Примерно такие же цифры дают опросы и в нашей стране: 70% россиян считают США недружественной страной.

В унисон общественным настроениям действует и Конгресс США. Разрабатываются очень жёсткие, куда более жёсткие, чем те, что разрабатывает администрация Б. Обамы, законопроекты с требованием “наказать” Россию. Например, одна из резолюций Палаты представителей предлагает резко увеличить санкции против Газпрома в случае, если российская компания сократит поставки газа в Европу.

При том что определённые различия в подходах республиканцев и демократов присутствовали всегда, сегодня появились и новые особенности, которые следует принимать в расчёт. В Республиканской партии полностью доминируют неоконсерваторы, крайне негативно относящиеся к России. Так называемые политические реалисты — Г. Киссинджер, Д. Шульц и другие, принимавшие участие в политике разрядки, уже не задают тон при выборе стратегии и принятии ключевых решений. В Демократической партии ведущей силой являются либеральные интервенционисты — сторонники “крестового похода”, активной внешней политики вплоть до силовых методов продвижения прав человека и демократии. Таких взглядов придерживаются нынешний советник президента по национальной безопасности С. Райс и американский представитель в ООН С. Пауэр.

К ухудшению ситуации ведёт также упадок движения сторонников разоружения и контроля над вооружениями. Если 30 лет назад, в разгар “холодной войны”, оно представляло собой довольно влиятельную силу, с которой даже Р. Рейган должен был считаться, то теперь позиции разоруженцев очень слабы.

Не пользуется большим влиянием и предпринимательское лобби. В 2012 г. была наконец отменена поправка Джексона—Вэника, чего долгое время добивался американский бизнес. Но вместо этого Конгресс принял закон Магнитского. В результате за последние два года обороты российско-американской торговли не то что не возросли, но, напротив, снизились. И хотя американский бизнес выступал против санкций, подчиняясь решению администрации, он вынужден

Таблица 1. Удельный вес ведущих стран в мировой системе по ряду показателей, %, 2013 г.

Страна	ВВП	Экспорт	Население	Расходы на НИОКР	Военные расходы
США	16.4	9.9	4.5	31.1	37.0
Китай	15.8	10.2	19.4	17.5	11.0
ЕС	15.0	28.9	5.8	21.7	18.0
Индия	6.6	2.0	17.7	2.7	2.7
Япония	4.6	3.6	1.8	10.2	2.8
Россия	3.4	2.6	2.0	2.6	5.1
Бразилия	3.0	1.2	2.9	1.9	1.8

действовать в фарватере государственной политики.

В ноябре 2014 г. на состоявшихся промежуточных выборах в Конгресс республиканцы, к тому времени уже имевшие большинство в Палате представителей, получили контроль и над Сенатом. Это означает, что антироссийские резолюции, принимаемые Палатой представителей, но не подписываемые Б. Обамой, могут вступить в силу в обход президента США. Если рассматривать ещё более отдалённую перспективу, то нужно принимать в расчёт, что на президентских выборах 2016 г. победа будет одержана либо республиканцами с возвращением к власти неоконсервативной команды, либо Хилари Клинтон, которая занимает в отношении России не менее жёсткую позицию, чем неоконсерваторы. Достаточно вспомнить её сравнение В. Путина с Гитлером, а присоединение Крыма — с германской агрессией 1938 г. Поэтому можно сделать вывод, что перспективы новой “перезагрузки”, аналогичной той, что произошла после российско-грузинской войны 2008 г., впервые поставившей мир перед угрозой новой “холодной войны”, отсутствуют. Надеяться на приход к власти политика, подобного Б. Обаме, нормализовавшего российско-американские отношения, не следует.

Если говорить о геополитических факторах, то надо признать: восторжествовала атлантическая солидарность. Европейский союз, пусть и не очень охотно, проводит, иногда даже более активно, ту же линию, что и США. При этом всё большую роль в ЕС и НАТО начинают играть восточно-европейские страны. Они задают тон антиросийской риторике, и это очень важно, поскольку сегодня представители Восточной Европы занимают многие ведущие европейские посты. Так, председателем ЕС стал бывший премьер-министр Польши Д. Туск, а военный комитет в НАТО возглавил чешский генерал П. Павел. Со временем влияние такой расстановки на позицию Европы по вопросам международной политики в целом будет усиливаться.

Присоединение Крыма к России негативно сказалось также на отношениях на постсоветском пространстве, вызвав растерянность и в Казахстане, и в Белоруссии, и в ряде других государств, поскольку рассуждения о воссоединении российского мира открыты для разных интерпретаций. Выключение из процесса Украины хотя и не остановило, но затормозило развитие отношений в рамках Таможенного союза. Двойственную позицию заняли страны БРИКС, с одной стороны, категорически отказавшись присоединяться к санкциям против России, с другой — не поддерживая включение Крыма в состав Российской Федерации. Их позицию можно охарактеризовать как доброжелательный нейтралитет.

Таблица 1, включающая семёрку крупнейших стран мира по уровню ВВП, экспорту, населению, расходам на НИОКР и военным расходам, отражает конфигурацию современной многополярной системы международных отношений. Мы видим три главных центра силы — США, Китай и Европейский союз. Дальше следуют четыре страны — Индия, Япония, Россия и Бразилия, которые находятся, скажем так, во втором эшелоне этого полицентричного мира, далеко отставая от лидеров. Как видно из таблицы, Китай почти догнал США по величине ВВП (по паритету покупательной способности), обошёл по размерам экспорта. Расходы Китая на НИОКР составляют половину американских, расходы на военные цели — около 30%. Наконец, по численности населения КНР превосходит США почти в 4 раза. Как полагают ведущие эксперты, в ближайшее время Китай догонит США по ВВП (по паритету покупательной способности). Ещё примерно через 20 лет, в случае отсутствия серьёзных политических или иных потрясений, КНР сравняется с США также по размерам ВВП по обменному курсу. Конечно, на душу населения показатели будут другие, тем не менее “слон сравняется с китом”. Что касается военных расходов Китая, то они будут сопоставимы с аналогичными расходами США уже через 10 лет, по расходам на науку — через 10–15 лет.

Рост напряжённости в американо-китайских отношениях сдерживается сложившейся экономической взаимозависимостью этих двух стран: объём их взаимной торговли составляет более 500 млрд. долл. Однако противоречия между Вашингтоном и Пекином продолжают нарастать. К ним относятся коренные различия в идеологии, организации общественной жизни, наличие таких больных вопросов, как проблема Тайваня, Тибета, Синьцзяна, Гонконга, территориальные споры между Китаем и соседними государствами, союзными США, гонка вооружений в западной части Тихого океана. Формулируя задачи национальной обороны, Китай стремится не пустить США к своим берегам по так называемой первой линии островов, а потом и вплоть до Гуама. Создавая зону безопасности на море, китайцы, как и в своё время русские посредством наземной линии в Восточной Европе, хотят держать американцев подальше от собственной территории.

Из всего сказанного выше становится ясно, что от конфронтации между Россией и США наибольшую выгоду получает Китай, поскольку именно Китай является главным соперником США в XXI в. Но сегодня это соперничество отходит на задний план, поскольку главным объектом американского давления становится Москва, а не Пекин. Для китайских геополитиков нынешняя российско-американская конфронтация предстаёт своеобразным полигоном: они внимательно наблюдают за развитием ситуации, поскольку, если США “дождёт” Россию, то тогда Китай должен будет вести себя осторожнее. В то же время Пекин готов сотрудничать с Москвой, однако лишь на выгодных для себя условиях, как это было при закупке российского газа. КНР помогает нам диверсифицировать поставки газа, но по цене, которая соответствует в первую очередь китайским интересам. Если же задаваться вопросом о том, будет ли Китай воевать с Россией против НАТО за Крым, ответ очевиден: никогда. Но и Россия не будет воевать за Тайвань с США. Российско-китайское партнёрство имеет чётко очерченные границы. Кроме того, нужно понимать, что союзные отношения с Китаем будут очень сложно выстраивать также в силу определённых исторических предпосылок: полвека назад мы были “старшим братом”, а Китай — “младшим”; Китай не захотел оставаться “младшим братом”, захочет ли быть им Россия?

Обобщая, можно заключить, что, хотя нынешнее положение всё ещё представляет собой “холодный мир”, складываются предпосылки для обострения ситуации, когда может начаться новая “холодная война” — куда более жёсткое противоборство. Вместе с тем нужно признать, что буквального повторения ситуации 1950-х — первой половины 1980-х годов быть не может, поскольку нет глобального конфликта, нет проти-

востояния двух противоположных систем, нет социалистического лагеря и биполярности. Россия, в отличие от СССР, — участник мирового капиталистического хозяйства, а мир стал глобальным, полицентричным, и любое соперничество идёт в условиях многополярности, что и позволяет некоторым центрам силы оставаться в стороне от конфронтации России и Запада.

Новая “холодная война”, если она начнётся, приведёт к закреплению в политике США и других западных стран целого ряда доктринальных тезисов. Россия уже сейчас предстаёт в риторике западных лидеров как страна с нелиберальным, авторитарным режимом, как противник, а не как партнёр. Так, А. Расмуссен объявил о двух современных идеологических вызовах западным ценностям — это Исламское государство Ирака и Леванта и путинская Россия. То есть мы были представлены генеральным секретарём НАТО на одну доску с Исламским халифатом.

Полагаю, что Россию будут и далее стремиться исключить из системы принятия решений в международных делах, изолировать. Возможен официальный возврат к стратегии сдерживания. Об этом пока не упоминается в официальных документах, но на уровне дискуссий представителей политических элит такие разговоры ведутся, и довольно активно. Ставится вопрос, хотя опять-таки не на официальном уровне, о необходимости смены режима в России: пока у власти находится В.В. Путин, никакого примирения быть не может. Если события будут развиваться по такому сценарию, новая “холодная война” станет не временным эпизодом, а долгосрочным явлением, растянется на несколько лет, а то и больше.

Что это значит в экономическом плане? Фактически сегодняшние санкции в отношении России направлены на истощение и изматывание нашей страны. С этой целью США создали коалицию развитых стран и, возможно, в дальнейшем будет предпринята попытка воссоздать КОКОМ (комитет НАТО, который осуществлял в годы “холодной войны” контроль за продажей технологий СССР). Ограничение доступа России к высоким технологиям уже происходит, причём эти меры затрагивают не только военные технологии и технологии двойного назначения, но и технологии сугубо гражданского характера, например, применяющиеся в процессах добычи нефти и газа на шельфе. Учитывая, что российское машиностроение находится в крайне тяжёлом положении, преодолеть последствия этих санкций будет непросто.

Следующим инструментом давления будет использование энергетического оружия против России. Последствия сланцевой революции могут быть серьёзными, если США, компенсировав поставки российской нефти и газа, сумеют вытеснить Россию с европейского рынка.

Потеря возможности кредитования российских банков на Западе относится к мерам финансовой блокады. Несмотря на внушительные валютные резервы, которыми обладает Россия, и умеренный объём государственного долга, корпоративный долг чрезвычайно велик и превышает 500 млрд. долл. Наконец, отключение от системы SWIFT, по оценке А.Л. Кудрина, обойдётся России, как минимум, в 5% ВВП. Кроме того, надо учитывать, что на долю западных стран приходится более 60% объёма капитализации мирового рынка и мировых банковских активов (табл. 2). Показатели Китая, демонстрируя быстрый рост, достигают, например, по капитализации только порядка 10% мирового рынка против 31.9% у США. Что касается удельного веса России, то, если в 1950 г., когда «холодная война» была в самом разгаре, на долю СССР приходилось около 10% мирового ВВП, а впоследствии — до 15% и даже до 20% (прежде, чем советская экономика начала обваливаться), сегодня показатели имеют более скромные значения. Таким образом, в новой «холодной войне» Россия окажется в более неблагоприятных условиях, чем в середине XX в.

Экономическая стратегия администрации Б. Обамы в условиях глобализации строится на создании двух мощных экономических коалиций, в центре которых находятся США, — Транстихоокеанского и Трансатлантического партнёрств. Трансатлантическое партнёрство — это своего рода экономическая база НАТО, Транстихоокеанское должно объединить Японию, Австралию и другие страны Восточной Азии, с которыми у США есть двусторонние военные соглашения, и не включает Китай. На долю этих коалиций приходится более 60% мирового ВВП, экспорта и военных расходов и примерно 70% капитализации мирового рынка. Хотя неоизоляционисты, в частности демократы и профсоюзные движения, противятся такой интеграции, получение республиканцами контроля над Конгрессом США гарантирует активизацию мер в направлении формирования названных экономических блоков: переговоры о создании партнёрств могут быть завершены до окончания срока пребывания у власти администрации Б. Обамы. Доля стран, входящих в СНГ, — около 4% мирового ВВП, включая Украину, и 3.5% за вычетом украинской доли — делает баланс сил очевидным и для нас крайне неутешительным.

Серьёзным средством давления выступает внешнеторговая зависимость России. Половина внешней торговли нашей страны приходится на Европейский союз, а в целом на страны, которые присоединились к антироссийским санкциям, приходится примерно 60% внешнеторгового оборота. Вклад партнёров России по Таможенному союзу составляет: Белоруссии — 4% внешней торговли, Казахстана — 3% (табл. 3). При всей важно-

Таблица 2. Структура мирового фондового рынка, %, 2013 г.

Страна	Капитализация рынка	Банковские активы
США	31.9	12.1
Европейский союз	19.0	39.2
Япония	6.9	10.1
Канада	3.8	3.1
Западные страны	61.6	64.5

Таблица 3. Внешняя торговля России, 2013 г.

Страна	Млрд. долл.	%
Европейский союз	417.5	49.5
Китай	88.9	10.5
Украина	39.6	4.7
Белоруссия	33.6	4.0
Япония	33.2	3.9
США	27.7	3.3
Казахстан	26.5	3.1
Южная Корея	25.2	3.0
Швейцария	11.9	1.4
Всего	844.2	100.0

Таблица 4. Структура импорта России, %, 2013 г.

Страна	Импорт машин и оборудования	Импорт электроники
Европейский союз	49.6	31.2
США	5.7	2.9
Китай	19.8	34.7
Япония	4.8	2.1
Корея	3.5	3.7
Украина	3.8	3.2

сти евразийской интеграции она вряд ли приведёт к заметному увеличению российских экономических показателей.

Рассматривая структуру российского товарооборота с Европейским союзом и Китаем, приходится констатировать, что мы стали сырьевым придатком не только ЕС, но теперь и Китая. (Конечно, сырьё — это наше богатство, поэтому надо его умно использовать, ведь наш экспорт машин и оборудования — мизерный.) Из стран ЕС импортируются в первую очередь машины и оборудование, хотя заметно вырос их импорт и из Китая, но мы знаем, что качественный уровень промышленного производства здесь всё ещё значительно уступает передовым развитым странам (табл. 4). Статистика по внешней торговле с США говорит

Таблица 5. Владение ядерным оружием, %, 2013 г.

Страна	Доля в общемировом показателе
Россия	49.1
США	44.8
Франция	1.8
Китай	1.5
Великобритания	1.4
Индия	0.7
Пакистан	0.7
Израиль	0.5
Северная Корея	0.04

о существовании двойной бухгалтерии, американские и российские подчёты дают разные цифры. Если мы посмотрим на российскую статистику, то больше окажется американский импорт, если на американскую, то российский экспорт. Причина таких расхождений в том, что мы, в отличие от американцев, считаем только прямые поставки. Россия экспортирует в США энергоносители, сталь и химикаты, а получает машины, транспортные средства, компьютеры и электронику, около 12% импорта составляет продовольствие. Свыше 70% российского импорта из США — это летательные аппараты, различное технологическое и медицинское оборудование. На долю России приходится всего 0.7% экспорта и 1% импорта США, на долю США приходится 5% российского импорта и 2% экспорта. Прямые американские инвестиции в Россию не очень велики и составляют всего 14 млрд. долл.

Наконец, мера прямого экономического и политического давления — введение секторальных санкций. Секторальными их следует определять, поскольку в санкционные списки входят ключевые для российского рынка игроки из трёх основных секторов, на которые приходится больше половины всего ВВП России. В банковском секторе санкции наложены на Сбербанк, ВТБ, Газпромбанк, Россельхозбанк, Банк Москвы, Банк «Россия», Внешэкономбанк. В энергетическом секторе под удар попали Газпром, Лукойл, Роснефть, Сургутнефтегаз, Газпромнефть, Трансойл. Объектами санкций стали Ростех, Алмаз-Антей, НПО «Машиностроение», Уралвагонзавод, Объединённая судостроительная компания, Объединённая авиастроительная компания, Рособоронэкспорт, являющиеся ведущими предприятиями оборонной промышленности России. В краткосрочной перспективе санкции против названных компаний и банков вряд ли будут иметь тяжёлые последствия, но в среднесрочной перспективе воздействие на российскую экономику может оказаться весьма серьёзным.

Ещё одно следствие, которым будет чревато возобновление «холодной войны», — начало новой гонки вооружений. С конца 1980-х годов мировые военные расходы сокращались, особенно резко — у Российской Федерации. В начале XXI в. начался рост военных расходов, прежде всего благодаря увеличению бюджета Пентагона при администрации Дж. Буша-младшего. После финансово-экономического кризиса 2008–2009 гг. наблюдалось очередное уменьшение объёмов финансирования, идущего на военные нужды, а в последние годы наметилась новая тенденция: доля США и НАТО в общемировых военных расходах стала падать, поскольку при Б. Обаме американские военные расходы сократились почти на 100 млрд. долл. Вместе с тем бюджет Пентагона всё равно достигает 600 млрд. долл., тогда как оборонный бюджет России сегодня не превышает 100 млрд. долл., а тот факт, что в процентном отношении доля США сокращается, а доля Китая и России заметно увеличивается, побуждает Республиканскую партию требовать наращивания военных расходов, чтобы сохранить лидирующие позиции в области вооружений и обороноспособности.

В ядерной сфере всё ещё сохраняется стратегический паритет России и США. Об этом свидетельствуют данные по количеству ядерных вооружений, развёрнутых и неразвёрнутых (табл. 5), согласно которым Россия занимает первое место (почти 50% от мировых показателей) из-за большого количества тактических ядерных вооружений. При этом надо учитывать, что приведённая статистика сформирована на основе экспертных оценок, а не официальной информации.

Примечательно, что, как показывают цифры, представленные в таблице 6, количество стратегического ядерного оружия у США сокращается, а у России, напротив, увеличивается. Дело в том, что США существенно превосходили Россию по количеству развёрнутых пусковых установок (ПУ) и боеголовок. Поэтому Пентагон вынужден опускаться на те уровни, которые были согласованы в Договоре СНВ (700 развёрнутых ПУ и 1550 развёрнутых ядерных боезарядов). У России же оружия меньше не потому, что пришлось приводить имеющееся количество в соответствие с требованиями, заявленными в договоре СНВ, а потому, что советское оружие отслужило свой срок. Звучат, правда, обещания, что Россия к 2020 г. модернизирует стратегические ядерные вооружения на 100%, но, по моим расчётам, в лучшем случае мы выйдем на допустимый Договором СНВ уровень примерно к 2025 г.

Гонка вооружений получит новый импульс, если НАТО вернётся к стратегии коллективной обороны Запада против России. В случае победы республиканцев на выборах 2016 г. возможным представляется расширение НАТО за счёт вклю-

Таблица 6. Данные о выполнении Договора СНВ

Виды вооружений	США		Россия	
	2011	2014	2011	2014
Развёрнутые МБР*, БРПЛ** и ТБ***	882	794	521	528
Боеголовки на развёрнутых МБР, БРПЛ и ТБ	1800	1642	1537	1643
Развёрнутые и неразвёрнутые пусковые установки МБР, БРПЛ, ТБ	1124	912	865	911

* Межконтинентальные баллистические ракеты.

** Баллистические ракеты подводных лодок.

*** Тяжёлые бомбардировщики.

чения в альянс Грузии, Молдавии и Украины. Нельзя исключать формального разрыва Основного соглашения о России—НАТО, подписанного в Париже в 1997 г., который до сих пор обеспечивал определённую стабильность отношений между нашей страной и Североатлантическим альянсом и ограничивал размещение военной инфраструктуры и ядерного вооружения военного блока на территории стран Восточной Европы. Возврат к “холодной войне” также может обернуться размещением группировок американских войск в Польше и Прибалтике и развёртыванием ядерной инфраструктуры в Восточной Европе.

Сейчас много говорится о возможном разрыве Договора о ракетах средней и меньшей дальности (РСМД). Россия и США уничтожили такие вооружения более 20 лет назад, но Корея, Китай, Индия, Пакистан, Иран, Израиль, Саудовская Аравия по-прежнему располагают, в том числе в соответствии с официальными данными, РСМД на 2000–3000 км, которые могут достигать российской территории. Поэтому периодически звучат призывы выйти из Договора РСМД. Однако надо принимать в расчёт, что ответ США, как это уже произошло в начале 1980-х годов, может быть куда более опасным, более того, американцы могут опередить нас в развёртывании ракет средней дальности, поскольку соответствующие разработки имеются не только у России, но и у США. Чтобы понять, кому в действительности выгоден разрыв договора РСМД, достаточно вспомнить, как 30 лет назад начали размещаться американские ракеты в Германии с полётным временем до Москвы 10–12 минут. Из Эстонии и Польши полётное время составит всего 6–7 минут. В нынешних условиях, хотя режим контроля над вооружениями трещит по швам, интересам нашей безопасности отвечает сохранение как Договора СНВ, так и Договора РСМД. Это даёт нам, по крайней мере на ближайшие десятилетия, чувство уверенности, что наши стратегические силы смогут выполнять сдерживающую функцию.

Развёртывание стратегической ПРО, включая третий район на Восточном побережье США, не-

сомненно, будет продолжено. Сейчас базы ПРО есть только на Аляске и в Калифорнии, а в перспективе, возможно, появятся и в штате Нью-Йорк. К этим мощностям нужно добавить ПРО наземного и морского базирования в Европе, а также на Тихом океане. По прошествии 31 года со времени выступления Р. Рейгана с программой “звёздных войн” у Пентагона имеются 36 стратегических ракет-перехватчиков, хотя договор по ПРО ограничивает их число 100 перехватчиками. Можно сделать вывод, что эффективность сегодняшней американской ПРО крайне низка, и, пока не будет создан космический эшелон ПРО, повысить её не удастся. Все работы по космической ПРО при Б. Обаме были отменены, поэтому если не до середины XXI в., то до 2030 г. наше ядерное сдерживание останется надёжным. В ближайшие десятилетия Россия также сохранит способность в ответном ударе уничтожить любого противника, и США в том числе.

Вместе с тем использование ядерного оружия в качестве политического инструмента не может не вызывать сомнений. Кроме того, ядерное оружие, в отличие от обычного, не применялось со времён ударов по Хиросиме и Нагасаки. В сфере же обычных вооружений у нашей страны существуют серьёзные проблемы, в частности, колоссальное отставание от США по качеству высокоточных обычных вооружений. Американцы значительно опередили в этой области не только Россию, но и Западную Европу и Китай. Такой отрыв вызывает большие опасения, поскольку существует новое поколение дальнобойных высокоточных вооружений, позволяющих поражать стратегические объекты, сами ракеты и командные пункты. Но самая большая проблема, на мой взгляд, — это ухудшение ситуации в сфере обычных вооружений, тем более что в условиях экономической и технологической блокады России будет очень трудно сократить отставание по этому направлению.

Сегодня наша страна страдает от оттока капитала (он и раньше происходил, но сейчас усиливается), падения курса рубля, колебаний на бирже,

роста инфляции, прекращения доступа к высоким технологиям, падения цен на нефть и другие энергоносители. В результате российская экономика, которая сильно пострадала во время финансово-экономического кризиса 2008–2009 гг. и еле-еле начала выходить из него, находится в состоянии стагнации, а в перспективе нам грозит и новая рецессия. Но даже без учёта текущих трудностей российский бюджет страдает серьёзными изъятиями.

Согласно проекту бюджета РФ на 2015 г. предусмотрено сокращение финансирования здравоохранения на 23%, образования — на 6%, ЖКХ — в 6 раз при увеличении военных расходов на 22%. Согласно структуре бюджета, совокупные расходы на национальную оборону (19.3%, 3.86% ВВП) и национальную безопасность и правоохранительную деятельность (13.9%, 2.76% ВВП) сравниваются с расходами федерального бюджета на образование, здравоохранение и социальную политику, составляющими 32.2% федерального бюджета (6.44% ВВП). По данным мирового рейтинга по здравоохранению, Россия находится на 51-м, последнем месте. Подобная ситуация знакома — такое когда-то происходило с Советским Союзом: положение осаждённого лагеря, самоизоляция, дальнейшее отставание в социально-экономической сфере. Советская система с трудом, но справлялась с бременем гонки вооружений, а сможет ли выстоять Россия в условиях грозящей экономической автаркии и вытеснения с глобального рынка? Мы сталкиваемся с целым рядом опасностей, которые необходимо детально просчитывать. Я говорю тривиальности, но, к сожалению, в последнее время возникает ощущение, что какие-то шаги делаются без анализа спектра возможных последствий.

В современном полицентричном мире наблюдаются признаки “многополярного хаоса”: возник паралич таких международных институтов, как Совет Безопасности ООН, в кризисной фазе развития находится международное право. России, поскольку она не входит в число трёх основных центров силы, надо выстраивать устойчивые отношения со всеми центрами. Только такая внешняя политика позволит обеспечить экономическое развитие и безопасность страны.

Я полагаю, что ещё возможно не допустить институционализации новой “холодной войны”, предотвратить долговременную конфронтацию между Россией и США, между Россией и Западом в целом. Это требует очень больших усилий, а главное — продуманных действий, в том числе продуманной экономической политики, которая должна быть направлена на развитие национальной промышленности, сельского хозяйства, финансовой системы и научно-технического комплекса.

Что касается внутреннего конфликта на Украине, он должен получить политическое решение, основанное на принципах прекращения гражданской войны, децентрализации власти и внеблокового статуса этой страны. Такая возможность существует, можно об этом договориться и с США, и с Европейским союзом. Крым, напротив, представляется вопросом, по которому компромиссное решение невозможно. Россия никогда не отдаст Крым, а западные страны никогда не согласятся на признание полуострова нашей территорией. Поэтому может повториться история с Южно-Курильскими островами. Но если ситуация на Украине стабилизируется, нормализуются политические отношения России с Украиной, если Запад признает её внеблоковый статус, если возобновятся нормальные экономические контакты, то, я думаю, через 5–10 лет возникнут условия для поиска какого-то приемлемого решения.

И последнее, о чём я не могу не сказать, — это необходимость активизации контактов между научными сообществами России и США. Надо активно противодействовать любым попыткам препятствовать российско-американскому научному сотрудничеству.

После выступления С.М. Рогов ответил на вопросы.

Академик Л.М. Зелёный: Если анализировать события, начиная с осени 2013 г., где была развилка, точка бифуркации, после которой ситуация стала развиваться в описанном вами направлении, и можно ли было не допустить того положения, в котором сегодня оказалась Россия и мир в целом?

С.М. Рогов: Я полагаю, что было несколько таких точек. Первое ключевое событие — саммит 28–29 ноября 2013 г., на который собрались участники инициативы “Восточное партнёрство” и где должно было состояться подписание Соглашения об ассоциации и Соглашения об организации зоны свободной торговли между ЕС и Украиной. Как я уже отмечал, Россия тогда предложила обсудить последствия планировавшихся шагов в рамках трёхсторонней встречи, но Европейский союз решительно отказался от этого предложения. Второй точкой стало свержение В.Ф. Януковича. Напомню, что накануне президентом Украины и лидерами оппозиции было подписано Соглашение об урегулировании кризиса, гарантами которого выступили министры иностранных дел Польши и Германии и представитель Министерства иностранных дел Франции. Это соглашение не было выполнено, а новое правительство, пришедшее к власти нелегитимным путём, немедленно получило признание со стороны западных держав. Следующее ключевое событие — это, конечно же, события в Крыму, и я не могу предложить альтернативного, отличного от реализован-

шегося сценария. Наконец, последняя развилка — гражданская война на северо-востоке Украины, и она не пройдена, а значит, всё в наших руках.

Академик В.Л. Макаров: У меня возникло сомнение, не находимся ли мы во власти устаревших представлений. Ваш институт занимается изучением США и Канады, и не могу не спросить, действительно ли внутривнутриполитическая и экономическая ситуация в США позволяет им оставаться столь влиятельной силой на мировой арене? Ведь в последнее время постоянно сообщается об огромном внешнем долге этой страны, о противоречиях, существующих между отдельными штатами, и других проблемах.

С.М. Рогов: Вы правы, в последнее время российские СМИ пестрят заявлениями, предрекающими США чуть ли не скорую гибель. Однако это тот самый случай, когда хвост виляет собакой, то есть когда начинаешь верить собственной пропаганде. И самое страшное здесь, что на основе домыслов о развале США или Украины, о желании всех украинцев немедленного воссоединения с Россией и прочих пропагандистских заявлений принимаются политические решения. А я хочу напомнить, что по Закону о реорганизации РАН экспертиза важнейших вопросов государственной политики в нашей стране должна осуществляться академией, а не одними и теми же “говорящими головами”, которых мы ежевечерне наблюдаем на телевизионных каналах. Я не помню, чтобы за прошедший год власти обращались к Академии наук с просьбой дать экспертную оценку по какому-либо вопросу, будь то бюджет Российской Федерации, кризис на Украине или развитие российско-американских отношений. Что касается Института США и Канады, то его сотрудники, в том числе и ваш покорный слуга, проводят исследования и не скрывают результатов, проблема заключается в неустраиваемости научного анализа.

Академик В.Е. Фортов: Опишите чуть подробнее, каким может быть выход из противоречий между Россией и Западом по вопросу присоединения Крыма.

С.М. Рогов: Полагаю, всем очевидно, что Россия не может вернуть Крым Украине, а западные страны также не могут пойти на признание полуострова российской суверенной территорией. Сегодня проблема вообще не имеет решения, нужно, чтобы прошло какое-то время, наладились отношения России с Западом и с Украиной, возобновились экономические контакты, поутихли страсти, и тогда можно будет опробовать какие-то варианты. Уже сейчас здравомыслящие американские эксперты предлагают провести в Крыму новый референдум, на сей раз под эгидой ООН. Хотя в таком виде идея, безусловно, неприемлема, она может послужить отправной точкой для более взвешенного и устраивающего все стороны варианта. Другой вариант предполагает переговоры с Украиной о признании за Крымом особого

статуса. В XX в. была такая форма правления, как кондоминиум. Сейчас она невозможна, но опять-таки стоит подумать над какими-то вариациями данной модели. В любом случае Крым — вопрос не ближайшей перспективы, который будет очень тяжело решать, и это нужно понимать.

Академик Н.Л. Добрецов: Мне показалось, что тему противостояния США и Китая вы развили в своём докладе недостаточно. Поэтому позволю себе провокационный вопрос: если КНР — главный противник США, то не можем ли мы как-то использовать это в своих интересах?

С.М. Рогов: Из моего видения политической ситуации в мире следует, что единственно правильной для нашей страны будет стратегия взаимодействия со всеми центрами многополярного мира. Что касается партнёрства с Китаем, то оно должно выстраиваться с учётом всех тех обстоятельств, о которых я говорил. В любом случае превращение России в “младшего брата” Китая я считал бы большой ошибкой.

Академик Л.Д. Фаддеев: Складывается впечатление, что на лидеров европейских государств оказывается давление со стороны американцев. Так ли это, и если да, каковы инструменты такого давления?

С.М. Рогов: Этот вопрос требует длительного разговора. Кроме того, поскольку я не специалист по ЕС, его следовало бы адресовать директору Института Европы РАН А.А. Громыко, а не мне. Тем не менее выскажу свою точку зрения. За последние 60 лет действительно сложилось единое западное сообщество, которое привыкло действовать коллективно посредством совместных институтов, формировавшихся начиная со второй половины 1940-х годов. Члены этого сообщества привыкли к американскому лидерству и американской защите. Поэтому если, с одной стороны, ведущие европейские державы, такие как Германия и Франция, проявляли определённую автономию в отношениях с Россией (например, в 2003 г. мы вместе выступали против войны в Ираке), то, с другой — обе эти страны сыграли большую роль в раскручивании конфликта в Югославии, Косово и Боснии, участвовали в операции НАТО в Ливии и т.д. Что касается экономических отношений, то они у России более развиты с Германией, нежели с той же Францией, для немецких производителей Россия — большой рынок сбыта. Дополнительным сближающим фактором является благодарность немцев за возможность воссоединения ФРГ и ГДР, за разрушение берлинской стены. Однако этот фактор инерционен, более того, подобные настроения постепенно выветриваются, а события 2014 г., боюсь, окончательно заслонили события 1989 г. Место признательности занял возрождённый стереотип — образ России как врага.

Академик Р.И. Нигматулин: Как я понял из вашего доклада, главная проблема состоит не в том, что западные страны делают ошибочные шаги в

отношениях с Россией. Трудность нашего положения, во-первых, заключается в экономической слабости России. Многие сегодня радуются, ожидая, что санкции будут стимулировать развитие отечественного производства, подвигнут страну на действия, которые казались необязательными в ситуации экономического благополучия и возможности импортировать широкий ассортимент продукции. Во-вторых, слабость России связана не только с экономической составляющей, но и с существующей формой организации общества. Лидером в мире по такому показателю, как число миллиардеров на единицу ВВП, является Украина, а Россия занимает второе место. Мы видим, что происходит сегодня в соседней стране, и стоило бы задуматься над этим примером. Наконец, третье обстоятельство, делающее нашу страну уязвимой, — интеллектуальный уровень тех, кто ею управляет. Из вашего доклада, как, впрочем, и из факта проведения реорганизации РАН, следует, что его нельзя назвать удовлетворительным. Поэтому меня интересует ваше мнение относительно возможности повышения профессионализма, образовательного и интеллектуального уровня, национальной воли российской властной элиты. Ведь сегодня авторитет власти фактически держится на одном человеке — на В.В. Путине, который обладает большим авторитетом не только в России, но и за её пределами, в той же Германии, о чём мне известно от моих немецких коллег. Но не может всё держаться на авторитете одной личности, ведь этот фактор преходящ: И.В. Сталин тоже был авторитетным лидером, но через три года после смерти его тело было вынесено из Мавзолея.

С.М. Рогов: Чтобы ответить на ваш вопрос, надо посмотреть на то, как формировалась российская правящая элита, как складывалась система принятия решений в постсоветской России. В этом процессе было очень много метаний, движения зигзагами от анархии к закручиванию гаек, люди попадали в эшелоны власти, в том числе и

высшие, часто благодаря череде случайных стечений обстоятельств, знакомствам и др. Вместе с тем правильным было бы сравнивать становление демократии в России с подобными процессами в других странах. Например, потребовалось 200 лет, чтобы возникла зрелая американская демократия. Когда я впервые приехал в США, то во многих местах ещё встречались таблички “Только для чёрных” или “Только для белых”. Да и сегодня остаётся достаточно проблем, которые американцам предстоит решать в будущем. Поэтому, полагаю, в России должно смениться не одно поколение, прежде чем сформируется стабильная система демократического выбора руководителей. Но уже сегодня мы должны учитывать важнейшее условие возникновения такой системы — существование среднего класса. К сожалению, развитие среднего класса в России сталкивалось с несколькими кризисами, отбрасывавшими этот процесс назад. Первый был связан с дефолтом 1998 г., второй, по всей видимости, наступил сегодня, обстановка осаждённого лагеря и мобилизационная экономика будут затягивать это развитие.

Академик В.Е. Фортов: Вес России на международной политической арене не соответствует тем экономическим показателям, о которых вы говорили. Как я понимаю, это связано с наличием у нашей страны ядерного оружия. Попытаются ли западные страны как-то нейтрализовать этот фактор?

С.М. Рогов: Международный авторитет Российской Федерации в самом деле превышает её экономические показатели. Это обусловлено и нашей ролью на мировом энергетическом рынке, и местом в Совете Безопасности ООН, и ядерным потенциалом. Я согласен, что последний фактор — ведущий. До середины XXI в. или, по самым худшим прогнозам, до 2030 г. наше ядерное сдерживание будет оставаться надёжным. Поэтому внимание стоит обратить на выполнение Договора по РСМД и преодоление отставания от США в области обычных вооружений.

ВОЗМОЖНА ЛИ СЕГОДНЯ “ХОЛОДНАЯ ВОЙНА”?

ОБСУЖДЕНИЕ НАУЧНОГО СООБЩЕНИЯ

Открывая дискуссию, доктор политических наук **А.А. Громыко** отметил, что доклад С.М. Рогова приводит к выводу о невозможности достигнуть безопасности в Евроатлантическом и Евразийском регионах вне треугольника Россия—ЕС—США. Вряд ли оправдано добиваться своих целей, играя на противоречиях, существующих между участниками этого треугольника, тем не

менее Россия должна эти противоречия учитывать. Запад, по мнению А.А. Громыко, не представляет собой монолитное целое, не был он таковым и в годы “холодной войны”. Так, третий и четвёртый пакеты санкций против России, возможно, и не были бы введены без давления на ЕС со стороны США. Министры иностранных дел 28 государств трижды собирались по вопросу

принятия четвёртого пакета, а опубликованная частная беседа министра иностранных дел, а ныне маршала Сейма Польши Р. Сикорского показывает, что даже убеждённые евроатлантисты считают политику США пагубной для отношений Евросоюза и России. Хотя украинский кризис дал НАТО второе дыхание, сомнительно, чтобы европейские налогоплательщики охотно согласились на увеличение налогов в пользу военного бюджета. Тенденция последних 20 лет была обратной — военные бюджеты европейских государств сокращались. Эти факты свидетельствуют в пользу перспективности переговоров с ЕС, а значит, необходимости активных действий России в этом направлении.

Россию и западные страны будет склонять к нормализации отношений и такой фактор, как дестабилизация вокруг и внутри Европы. Точки напряжённости находятся на южных и юго-восточных, а теперь и восточных (Украина) границах Европы, напряжённость, кроме того, пронизывает европейские страны ввиду внутренних противоречий и сложной экономической ситуации — Европа не вышла из кризиса и сегодня находится на грани дефляции. Огромную угрозу представляет исламский мир, а также противостояние между исламистами и националистами. Постоянными очагами напряжённости остаются Ливия, Сирия, Афганистан, Пакистан, Ирак (Б. Обама стал четвёртым президентом США, введшим в эту страну войска). А.А. Громыко выразил надежду, что в такой ситуации здравый смысл и трезвый расчёт возьмут верх и предсказания о возобновлении “холодной войны” не сбываются.

В целом согласившись с анализом, представленным С.М. Роговым, член-корреспондент РАН **И.С. Иванов** выразил сомнение в правильности той тональности разговора, которая становится повсеместной и отражает некую обречённость, неверие в возможность повернуть вспять сложившуюся ситуацию. В новейшей истории отношений России с Западом было много сложных периодов (война на Балканах, вторжение США в Ирак и др.), но диалог ни разу не прекращался, всегда шёл поиск приемлемых форматов переговоров и устраивающих все стороны решений. В 1997 г. Россия и НАТО подписали “Основополагающий акт о взаимных отношениях, сотрудничестве и безопасности между Российской Федерацией и Организацией североатлантического договора”, призванный создать основы регулирования двусторонних отношений. В 2002 г., после бомбардировок в Югославии, которые наша страна сумела остановить путём переговоров, в Риме было подписано Соглашение о создании Совета Россия—НАТО. В мае 2003 г. в Санкт-Петербурге прошёл уникальный саммит России и Европейского союза, в котором приняли участие руководители

10 стран, в тот момент ещё не вошедших в состав ЕС. Двумя годами ранее после террористических актов в США была сформирована совместная антитеррористическая коалиция, и благодаря совместным усилиям ликвидирован режим талибов в Афганистане. В 2005 г., когда отмечалось 60-летие победы в Великой Отечественной войне, в Москву прибыли руководители всех европейских государств, за исключением Литвы, Латвии и Эстонии, президент США, лидер Китая, генеральный секретарь НАТО и другие лидеры мировой политики. И.С. Иванов отметил, что возможность такого же широкого международного представительства на праздновании 70-летия Победы больше не представляется очевидной. Причины, столь кардинально изменившие ситуацию за последние 10 лет, должны быть подвергнуты тщательному анализу, по результатам которого следует разработать план дальнейших действий, ориентированных на возобновление диалога, поскольку лишь так можно прийти к каким-то договорённостям.

Возлагать ответственность за нынешнюю ситуацию только на западные страны, с точки зрения И.С. Иванова, было бы ошибкой. Резкая антизападная пропаганда в долгосрочной перспективе будет играть против российских интересов, в том числе против модернизации экономики, поскольку создаётся впечатление, что Россия может жить изолированно, полностью себя обеспечивая. Но в современном мире такое положение невозможно, Россия является частью глобальной мировой социально-экономической системы, и вопрос заключается не в том, как выжить вне этой системы, а в том, какое место в ней можно занять. Это не значит, что Россия должна со всем соглашаться и позволять диктовать себе невыгодные условия. Переговоры не подразумевают слабости, как полагают многие, наоборот, здесь тоже есть свои проигравшие и свои победители, а иногда выходом может быть только компромисс. В подтверждение своих слов И.С. Иванов напомнил присутствующим, что именно переговорный процесс позволил в 2003 г. разрушить консенсус среди стран — участниц НАТО и вынудил лидеров Германии и Франции выступить против военной операции США в Ираке. Успех или неудача зависят от профессионализма дипломатов и от чёткого понимания стоящих перед ними целей, причём как тактического, так и стратегического характера. Необходимо, подчеркнул И.С. Иванов, искать пути взаимодействия без ущерба для национальных интересов и престижа страны, однако руководствоваться надо не стратегией изоляционизма, а целью максимизировать участие в международном разделении труда, во всех международных организациях и институтах. К опасениям С.М. Рогова о том, что властная элита начинает верить пропаганде и действовать в соответствии с лож-

ным пониманием ситуации, И.С. Иванов присо-вокупил тревогу за формирование неадекватной картины у молодёжи, то есть у тех, кому предстоит строить отношения в мире в будущие десятилетия.

Налаживание новых путей взаимодействия с КНР И.С. Иванов определил как односторонний диалог, сравнив положение, в которое загоняет себя Россия, с положением Ирана. Исламская республика, попав под давление санкций, также пыталась выстроить более тесное сотрудничество с Китаем и в результате оказалась в зависимости от него: Китай навязывал Ирану заниженные цены на энергоносители, платежи в собственной валюте и т.д. Во многом по этой причине сегодняшнее иранское руководство идёт на диалог с западными странами, стараясь добиться снятия санкций. Не стоит думать, что Россия будет исключением, а санкции позитивно скажутся на отечественной экономике, от санкций ещё никто не выигрывал, заключил И.С. Иванов.

Академик **Н.И. Иванова** поддержала выступивших перед ней ораторов, заявив о невозможности новой “холодной войны”. За прошедшие десятилетия изменился мир, а главное, изменилась Россия. Сегодня это страна с рыночной экономикой, с довольно сильным бизнес-сообществом. Изменились и Соединённые Штаты, которые при всём их экономическом, финансовом, научно-техническом и геополитическом доминировании существенно ослабляет угроза исламского экстремизма. Более того, эта угроза стоит и перед нашей страной, и бороться с ней поодиночке невозможно. Поэтому, считает Н.И. Иванова, можно говорить об этапе конфронтации в отношениях России и США, но не о “холодной войне”. Вместе с тем академик указала на опасность самого термина, порождающего ложную аналогию и способного стать пусковым механизмом самосбывающегося прогноза.

Затем Н.И. Иванова привела несколько аргументов в подтверждение тезиса о том, что сегодняшняя ситуация далека от модели “холодной войны”. Во-первых, она обратила внимание на то, что президент США Б. Обама не проводит санкции через Конгресс, как это делали его предшественники в период “холодной войны” с СССР, а значит, он оставляет возможность для разворота ситуации и снятия санкций. Во-вторых, какими бы тяжёлыми последствиями ни обернулись для отечественной экономики уже введённые санкции, надо понимать: могли быть предприняты и куда более жёсткие меры, например, ограничение обслуживания российской гражданской авиации. Тот факт, что никто о подобных шагах не говорит, также свидетельствует в пользу отсутствия “холодной войны” в отношениях Россия–Запад. Наконец, в-третьих, нет острого обострения в иных, напрямую не связанных с политикой сферах жизни, в том числе в области научного сотрудничества. Н.И. Иванова

не согласилась с С.М. Роговым относительно затруднений при осуществлении научных контактов. Единственное явное изменение — отсутствие режима максимального благоприятствования, но никаких запретов на участие зарубежных коллег в мероприятиях и исследованиях со стороны западных правительств нет. Вместе с тем в сложившихся условиях академия должна более активно осуществлять свою функцию по налаживанию научных связей и противостоять возникающей панике, заметила Н.И. Иванова.

Своё выступление академик **А.М. Васильев** начал с цитирования двух высказываний. Первое принадлежало министру иностранных дел Российской империи А.М. Горчакову, который после поражения в Крымской войне произнёс: “Россия сосредотачивается...”, второе — Дэн Сяопину, заявившему в начале своих реформ: “Я желаю, чтобы Китай не высовывался”. Смысл обеих фраз в том, что эффективно решать вопросы мировой политики можно, лишь наведя порядок в собственной стране. Если ВВП СССР, по данным ЦРУ, составлял 40% от ВВП США, то ВВП Рос-

сии — $\frac{1}{7}$ нынешнего ВВП США, то есть соотношение данного показателя у США и России примерно совпадает с соотношением ВВП России и Румынии. То же соотношение для СССР и Китая было 4 : 1, а сегодня мы имеем обратную пропорцию, причём в самое ближайшее время ВВП России, по всей видимости, будет составлять уже $\frac{1}{5}$ ВВП КНР. Эти цифры, заявил А.М. Васильев, свидетельствуют о необходимости сосредоточиться на решении внутрироссийских проблем. И решать эти проблемы надо, сотрудничая со всеми государствами в тех областях и по тем направлениям, где России это выгодно. Не стоит забывать также, что сотрудничество по отдельным вопросам возможно даже в условиях конфронтации, примером чему служат совместные действия США и Ирана против террористической организации Исламское государство Ирака и Леванта (ИГИЛ).

По мнению академика **Г.В. Осипова**, тема доклада должна быть вписана в более широкий контекст, что позволит сделать взвешенные выводы. В странах Запада, если рассматривать не только их текущее состояние и ближайшее будущее, но и отдалённые перспективы, не всё обстоит так благополучно, как следует из представленных С.М. Роговым данных. Эти перспективы нельзя не учитывать при принятии решений. Нужно брать в расчёт и то, что нынешний международный процесс строится вокруг нескольких государств — лидеров мировой политической сцены. Большое число государств не самостоятельны и существуют за счёт помощи стран-лидеров, а чтобы получить такую помощь, нередко идут на шантаж. США и Россия — постоянные объекты такого шантажа, и он вполне может спровоцировать

ядерное столкновение, на грани которого мир почти оказался в 2008 г. в связи с ситуацией в Грузии. Поэтому выход нужно искать в налаживании диалога с американцами, в разъяснении тех угроз мировой безопасности, к которым ведёт конфликт на Украине и возникающая на этой почве конфронтация США и России, в противостоянии попыткам столкнуть обладающие ядерным оружием страны. Движение к дальнейшему размежеванию будет ошибкой, поскольку может позволить американцам развязать против России вооружённый конфликт или воспользоваться какими-то внутренними проблемами для дестабилизации внутрисоединённой ситуации.

Г.В. Осипов с сожалением отметил, что российское государство тратит недостаточно времени и сил на отслеживание ситуации в проблемных странах, таких, как Украина. По его данным, в Соединённых Штатах Украина исследуется в том или ином ракурсе в рамках работы около сотни институтов, и политические задачи по исключению этой страны из сферы российского влияния получают тем самым серьёзное научное обеспечение.

Проблематика поиска подходящего определения для текущей международной ситуации была продолжена в выступлении заместителя директора Института США и Канады РАН **В.А. Кременюка**. За 40 лет противостояния Соединённых Штатов и Советского Союза все привыкли к конкретному типу “холодной войны”, одной из главных отличительных особенностей которого было приблизительное равенство двух основных противников. Именно отсюда вытекали и другие характерные черты того противостояния: понятные и малоизменчивые правила игры, стремление создать сетку договорённостей во избежание случайного вооружённого столкновения и с целью ограничить гонку вооружений и т.д. Существование подобной симметрии позволило в итоге подойти к вопросу о необходимости заканчивать “холодную войну”. Сегодня “холодная война” может быть только асимметричной. Симметрия между США и Россией сохраняется лишь в одной сфере — сфере стратегических вооружений. Пример “холодной войны” в условиях огромной асимметрии — противостояние США и Северной Кореи. Для страны с меньшим экономическим, геополитическим, научно-техническим потенциалом вести подобную войну означает не самой диктовать повестку дня, а иметь возможность лишь реагировать на те шаги, которые предпринимает более сильный противник. Россия будет вынуждена изыскивать способы ответа, позволяющие не опозориться в глазах собственных граждан, показать, что страна достаточно сильна, но они не могут и не будут пропорциональны действиям оппонентов.

Второй существенный момент, о котором стоит задуматься уже сегодня, связан с тем, что любая война должна рано или поздно закончиться. Каким может быть её завершение в данном случае? Несомненно, что “горячей” войны не будет ни одна сторона, следовательно, выход в политике разрядке, в изменениях, подобных тем, которые были осуществлены во второй половине 1980-х годов М.С. Горбачёвым. Однако нужно помнить, какими непростыми оказались решения, принятые в то время, и за многие из них последнего руководителя СССР до сих пор обвиняют в слабости. Через 5–10 лет, истощив ресурсы, окончательно от всех отмежевавшись, наша страна окажется в куда более драматичном положении, чем Советский Союз, и сейчас трудно представить, каковы могут быть тогда рычаги для отстаивания собственных интересов. Таким образом, продолжая втягиваться в этот конфликт, Россия будет тратить ресурсы на то, что не принесёт ни победы, ни политических выгод, ни чувства удовлетворения.

Отсутствием здравого смысла назвал член-корреспондент РАН **Р.С. Гринберг** оценку сложившейся ситуации как благоприятной, когда россиян чуть ли не призывают благодарить западные страны за введение санкций, которые позволят наконец-то взяться за ум и начать развивать импортозамещение. Именно таково содержание высказываний большей части представителей отечественной властной элиты. При этом позиция Академии наук практически не слышна, хотя должна быть заявлена, по крайней мере, по двум пунктам. Первый вопрос, по которому академии следует высказаться, — международные отношения. Прежде всего нужно снизить градус риторики и указать на то, что нынешнее положение — это ещё не “холодная война”. Безусловно, и Западом, и Россией был допущен ряд ошибок. Р.С. Гринберг поддержал С.М. Рогова в его констатации факта подмены, когда выход из “холодной войны” стал восприниматься западными странами как победа над Советским Союзом. Естественным следствием этого стало позиционирование Соединёнными Штатами себя как единственной сверхдержавы, ответственной за судьбы человечества.

Ошибка России на Украине состояла в невозможности смириться с тем, что бывшая союзная республика стала независимым государством. Нежелание допустить вступления Украины в НАТО в итоге привело к ещё большему сближению нашего соседа с Североатлантическим альянсом и ещё большему желанию стать его членом. Сегодня Украина оказалась потерянной для нашей страны на долгие годы. В этой ситуации именно Россия, по мнению Р.С. Гринберга, должна выступить инициатором восстановления отношений.

Возвращаясь к вопросу санкций и их влияния на российскую экономику, Р.С. Гринберг не согласился с мнением об их выгоды или малой значимости. Эффект санкций будет проявляться постепенно, и последствия будут тяжёлыми практически во всех секторах экономики, поэтому необходим не только оперативный, но и упреждающий экономический анализ, чтобы к ним подготовиться. Что касается импортозамещения, то оно не может быть тотальным, а поэтому необходимо выбрать приоритеты. При этом руководствоваться нужно тремя принципами: поддерживать те направления и производства, которые можно вывести на конкурентоспособный уровень; сохранять предприятия по соображениям обеспечения как экономического развития, так и социальной стабильности; поддерживать производства, значимые для сохранения обороноспособности страны, невзирая на критерии рентабельности и эффективности. Экономическое положение в стране — вторая тема, требующая заявления со стороны Академии наук, и оно должно содержать не только констатацию сложившейся ситуации, но и конкретные инициативы на ближайшие годы.

Академик **Е.М. Примаков** отметил, что после крушения биполярной системы Европа начала дистанцироваться от США, превалировали центробежные силы и идеи европейской интеграции. Нынешний кризис открыл для США возможность вернуться к более тесному политическому альянсу с ЕС, и именно этой целью продиктованы все их действия на Украине. По мнению Е.М. Примакова, если бы Россия ввела на восток Украины регулярные войска, Европа попала бы в зависимость от Соединённых Штатов на долгие десятилетия, поэтому оказание помощи ополченцам без непосредственного участия в вооружённом конфликте, к чему, казалось бы, подталкивала российская пропаганда, было, безусловно, верным решением.

Проблему сокращения импорта Е.М. Примаков разделил на две составляющие: импорт товаров и услуг, которые могут быть замещены за счёт развития отечественного производства и предпринимательства, и импорт оборудования и материалов, необходимых для научно-технического развития. Их замещение представляет собой более нетривиальную задачу, но, к сожалению, привлекает меньшее внимание со стороны правительства, СМИ и академии.

Е.М. Примаков высказал своё мнение и по вопросу сближения с Китаем, подчеркнув, что поиск оснований и подходов военно-политического сотрудничества имел бы смысл в перспективе ожидаемого глобального столкновения. Но такого столкновения в ближайший период не будет, и из этого надо исходить при выстраивании международных отношений с разными партнёрами.

Нельзя забывать об общих интересах России и западных стран, прежде всего о необходимости противодействовать угрозе исламского экстремизма. Опасность ИГИЛ, его мощь и способность привлекать и аккумулировать разрозненные экстремистские силы явно недооцениваются, не осознаётся самодостаточность этой террористической организации в финансовом отношении, достигаемая за счёт продажи нефти с захваченных в Сирии и Ираке месторождений. Симптоматично, что даже ряд мусульманских стран поддерживает действия США и Североатлантического альянса против ИГИЛ, поскольку не меньше западных стран опасается исламского экстремизма. Вторая причина, препятствующая радикальному размежеванию России и Запада, — существование мировой экономической системы. Е.М. Примаков поддержал тезис И.С. Иванова о невозможности изоляционизма в условиях экономических процессов, носящих глобальный характер.

Первой темой выступления академика **А.А. Кокошина** стало ядерное сдерживание, которое, по его мнению, остаётся краеугольным камнем российской политики национальной безопасности и присутствует в качестве важного фактора при формировании международной стратегии и принятии конкретных решений. Именно оно ограничивает эскалацию напряжённости в отношениях России и Запада и будет выступать в этой роли в ближайшие 50–70, а может, даже 100 лет. В этой связи особого внимания заслуживает проблема ПРО, затронутая в докладе С.М. Рогова.

Противоракетная оборона является едва ли не ключевым пунктом программы обеспечения стратегической стабильности, надёжности и эффективности российского ядерного и неядерного сдерживания. В условиях ограниченных ресурсов и конкуренции между различными НИИ, конструкторскими бюро, государственными и частными компаниями необходимо чётко понимать технологическое состояние в области ПРО. Однако в общественном сознании (при немалом участии СМИ и распространяемой ими мифологией) превалируют стереотипы, унаследованные от периода 1980-х годов, когда речь шла о разработке лазерного и пучкового оружия, электродинамических ускорителей, разнообразного оборудования, ориентированного на космическое размещение. А.А. Кокошин предложил вынести на Президиум обсуждение задач детального исследования технологий ПРО, отметив, что было бы правильным решением какую-то часть результатов обнародовать. Такие публикации играли бы важную роль, позволяя американским учёным и государственным деятелям, занимающимся схожей проблематикой и рационально мыслящим, знакомиться с выкладками российских коллег, также остающихся на позициях здравого смысла. В свою очередь российская сторона должна более

внимательно отслеживать настроения внутри американского научного и политического сообщества, в частности, активно ведущуюся пропаганду идеи “ядерного нуля”.

Не стоит забывать и о китайской стороне, которая с большим беспокойством следит за действиями США в области ПРО. Даже при отсутствии высоких показателей эффективности, материальном и технологическом старении американская противоракетная оборона вынуждает китайских лидеров готовиться к наращиванию стратегических ядерных вооружений. По сведениям А.А. Кокошина, КНР способна в кратчайшие сроки резко увеличить количество носителей и боевых блоков. В случае реализации подобного сценария ситуация в мире получит мощный импульс к новой дестабилизации, когда на соседей КНР, являющихся союзниками США, будет оказываться огромное психологическое давление, и США придётся реагировать на изменившийся баланс сил.

Помимо вопроса ядерного сдерживания А.А. Кокошин высказался по проблеме научно-технических приоритетов в условиях сокращения импорта. Главной предпосылкой её успешного решения является, по его мнению, развитие экспертизы и прогнозирования. Если оценка перспектив экономики в целом проводится в России на удовлетворительном уровне, то анализу научно-технической составляющей экономического развития уделяется явно недостаточное внимание. Однако поставленную Президентом РФ задачу “новой индустриализации” невозможно решить без чётких представлений о потенциале тех или иных разработок, их значении для различных областей национального хозяйства и обеспечения конкурентоспособности России в мире.

Академик **В.Е. Фортов** отметил своевременность представленного доклада, указал на необ-

ходимость суммировать и углубить полученные результаты с тем, чтобы донести позицию академии до Правительства РФ. При этом он предложил меньше внимания уделять обсуждению вопроса “кто виноват?” (вспомнив при этом слова Марка Аврелия о том, что “в споре виноват умнейший”) и сосредоточиться на поиске ориентиров и конкретных действий по выходу из сложившейся ситуации. По поводу информационной картины, какой она предстаёт в отечественных СМИ, В.Е. Фортов сказал, что формируемые таким образом общественные настроения действительно работают против национальных интересов. В этой связи Академия наук также должна вести активную работу, поскольку в её компетенцию входят и задачи просветительского характера. Необходимо информировать не только властные структуры, но и граждан о состоянии различных отраслей и направлений как военного, так и гражданского назначения. Следовательно, предстоит налаживать работу со СМИ, осваивать формат выступлений, предназначенных и для научной, и для более широкой аудитории. Подобная деятельность является приоритетной не только в связи с текущими проблемами в стране, она стоит в повестке дня в плане развития самой академии. Завершая дискуссию, В.Е. Фортов кратко обрисовал перипетии в отношениях Российской академии наук и НАН Украины, приведшие с приходом нового правительства к практически полному замораживанию научных контактов, и выразил надежду на то, что со временем их удастся возобновить.

Материалы обсуждения подготовила к печати
С.В. ПИРОЖКОВА, кандидат философских наук
Институт философии РАН
pirozhkovasv@gmail.com

DOI: 10.7868/S0869587315060067

УЧЁНЫЙ, УЧИТЕЛЬ, ГРАЖДАНИН

К 90-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ АКАДЕМИКА Г.И. МАРЧУКА



8 июня 2015 г. исполняется 90 лет со дня рождения выдающегося учёного и организатора науки Гурия Ивановича Марчука. Он родился в селе Петро-Херсонец Грачёвского района Оренбургской области. Как вспоминал Гурий Иванович [1], его деды были крестьянами, переселенцами из-под Киева. В голодном 1900 г. они переехали вместе с большой группой земляков на юг Уральских гор близ Оренбурга, основав село Петро-Херсонец, где и прожили всю свою большую трудовую жизнь. Это корни Г.И. Марчука, который всегда чувствовал себя человеком от земли, способным противостоять большим и малым жизненным бурям.

Родителями Гурия Ивановича были учителя сельской школы в Духовницком, расположенном на берегу Волги вблизи Саратова. В этом селе прошло детство Г.И. Марчука, на которое пришлось и голодные годы, и первые успехи (в 1940 г. он в числе лучших учеников был награждён по-

ездкой в Москву), и начало Великой Отечественной войны, и работа трактористом и помощником комбайнёра, и участие в комсомольской работе, и учёба на пятёрки с мечтой о поступлении в Московское высшее техническое училище им. Н.Э. Баумана.

Решающую роль в жизни Гурия Ивановича сыграла встреча с профессором математики Кириллом Фёдоровичем Огородниковым из Ленинградского государственного университета, который был эвакуирован из блокадного Ленинграда в Саратов. К.Ф. Огородников приезжал в Духовницкое как лектор обкома партии, рассказывал о положении в стране и на фронте, а при посещении дома Марчуков посоветовал молодому человеку поступать в Ленинградский университет, в котором можно было получить серьёзное математическое образование.

Студенческие годы и аспирантура. Как отличник, Г.И. Марчук без экзаменов поступил на математико-механический факультет ЛГУ. Профессура была отличной, например, математический анализ читал автор знаменитых учебников Г.М. Фихтенгольц. Условия для занятий и жизни были по-военному суровы: в комнатах общежития обитало по сорок человек, там же читались лекции, которые студенты записывали в самодельных тетрадях из обёрточной бумаги, сидя на кроватях. Хотя вчерашнему деревенскому школьнику постигать высоты науки было непросто, первую экзаменационную сессию он сдал на “отлично”.

Однако в марте 1943 г. Г.И. Марчук был призван в Красную армию и направлен в Школу артиллерийской инструментальной разведки (АИР) для резерва Главного командования. Через шесть месяцев он её окончил, получил звание младшего сержанта и как один из лучших учеников был оставлен в школе для работы преподавателем, а вечерами штудировал математику по университетской программе. Весной 1944 г. он успешно сдал экзамены за первый курс математико-механического факультета ЛГУ. В дальнейшем Г.И. Марчук дослужился до старшего сержанта и командовал отделением, которое готовило метеосводки для

артиллеристов. В конце войны школа АИР располагалась в г. Луге и входила в состав 9-го учебного разведывательного полка, дислоцированного в зоне Ленинградского фронта.

В 1945 г. после демобилизации Гурий Иванович продолжил учёбу в Ленинградском университете, получал именную стипендию Чебышёва, занимался общественной работой и спортом, неоднократно становился чемпионом ленинградских вузов в беге на длинные дистанции. На четвёртом курсе Г.И. Марчук был избран председателем студенческого научного общества, принимал участие в организации студенческих олимпиад и научных конференций. На активного студента обратил внимание академик В.И. Смирнов — автор пятитомного учебника по высшей математике. Он подарил ему оттиск своей с академиком С.Л. Соболевым статьи, посвящённой функционально-инвариантным решениям дифференциальных уравнений. Изучение этой работы дало Гурию Ивановичу заряд новых идей, которыми он впоследствии воспользовался. Неоценимое влияние оказал также семинар В.И. Смирнова, в котором участвовало много молодёжи, в том числе будущие выдающиеся учёные В.С. Владимиров, О.А. Ладыженская и другие. Дипломную работу в 1949 г. Г.И. Марчук выполнял под руководством профессора Г.И. Петрашени, основоположника известной школы математиков — специалистов по теории упругости, к нему же он поступил в аспирантуру. В 1950 г. вышла их совместная публикация [2], посвящённая классической задаче теории упругости, актуальной и в наши дни.

В 1950 г. из Москвы в Ленинград приехала представительная комиссия для набора аспирантов в академические институты, потерявшие много научных кадров в военные и послевоенные годы. Хотя у Гурия Ивановича к этому времени уже была почти закончена кандидатская диссертация, он согласился на перевод в Геофизический институт Академии наук СССР (ГеоФИАН), директором которого был знаменитый полярник академик О.Ю. Шмидт. Здесь работали мощные группы учёных — математиков и геофизиков — во главе с А.Н. Тихоновым, А.М. Обуховым и Е.С. Кузнецовым. В ГеоФИАНе Г.И. Марчук под руководством выдающегося гидромеханика, создателя первой в мире успешной математической модели прогноза погоды, члена-корреспондента АН СССР И.А. Кибеля подготовил и в 1952 г. защитил кандидатскую диссертацию на тему «Динамика крупномасштабных полей в бароклинной атмосфере». В Геофизическом институте Гурий Иванович познакомился с другим аспирантом И.А. Кибеля — Николаем Ивановичем Булеевым, они стали близкими друзьями и коллегами на долгие годы.

В этом институте Марчук начал цикл работ, посвящённых исследованию динамики атмосфе-



Семейная фотография Марчуков. 1908 г.

ры, главным результатом которых является создание эффективных методов решения систем уравнений, описывающих атмосферную динамику в различных приближениях. Важно отметить, что большинство разработанных Г.И. Марчуком (частично с соавторами) методов было затем реализовано в моделях прогноза погоды и внедрено в оперативную практику Гидрометеорологической службы СССР или в моделях общей циркуляции атмосферы и климата. В 1951 г. Г.И. Марчук совместно с Н.И. Булеевым написал статью (в открытой печати [3] она увидела свет только в 1958 г.), в которой анализировались функции влияния метеопараметров на формирование тенденций геопотенциала, температуры и поля вертикальных движений. Эту работу можно с уверенностью назвать классической. В ней фактически сформулировано уравнение для псевдопотенциального квазигеострофического вихря (правда, такая терминология в работе не использовалась), и на базе этого уравнения предложен алгоритм вычисления тенденции геопотенциала с помощью аналитически построенной функции Грина для обращения трёхмерного эллиптического оператора, что стало для Гидрометеослужбы СССР основой схемы краткосрочного прогноза погоды на долгие годы.

Обнинск: становление учёного. В 1953 г. правительственным постановлением Г.И. Марчука перевели в Лабораторию «В», подведомственную Государственному комитету по атомной энергии и расположенную в Калужской области, в г. Обнинске. Друг Гурия Ивановича по аспирантуре Н.И. Булеев тоже оказался в этой организации, и они оба возглавили лаборатории, входившие в математический отдел, которым руководил Е.С. Кузнецов, хорошо знакомый им по ГеоФИАНу. Вскоре Е.С. Кузнецов уехал из Обнинска, и Г.И. Марчука назначили заведующим математическим отделом. Гурий Иванович полностью погрузился в атомную проблематику, организовал учебные и научные семинары по изучению физики ядерных



Гурий Иванович с родителями во время отпуска из армии. 1943 г.

процессов и по разработке алгоритмов расчёта ядерных реакторов.

В 1953–1955 гг. Г.И. Марчук участвовал в проекте по созданию термоядерного оружия, что тогда держалось в строжайшем секрете. Хотя основные работы по водородной бомбе были сосредоточены в арзамасской (ныне г. Саров) группе Ю.Б. Харитона и московской группе Я.Б. Зельдовича, в Лаборатории “В” исследовалась альтернативная физическая схема, основанная на горении дейтериевой сферы. В 1955 г. Лаборатория “В” была преобразована в Физико-энергетический институт. Главной задачей математического отдела ФЭИ стали расчёты ядерных реакторов для атомных электростанций и подводных лодок. Эта государственной значимости проблема была блестяще решена, и в 1961 г. Г.И. Марчук в составе коллектива учёных был удостоен Ленинской премии в области науки.

В 1957 г. он защитил докторскую диссертацию, посвящённую численным методам расчёта ядерных реакторов. По её материалам была опубликована первая книга Гурия Ивановича [4], переведённая на несколько языков и ставшая одной из первых монографий по вычислительной математике. В 1961 г. вышла его вторая, существенно расширенная книга [5] на эту тему. В этих монографиях, а также в других книгах Г.И. Марчука по ядерной тематике (всего их семь), изданных позже самостоятельно или в соавторстве с учениками и коллегами, были заложены основы математических моделей и методов, определивших на десятилетия вперёд направления развития науки в данной области: интегральное тождество Марчука, ставшее основой для построения аппроксимаций диффузионных уравнений; многогрупповое представление нейтронных полей, описываемых интегродифференциальным уравнением Больцмана; методы сферических гармоник; теория сопряжённых уравнений для ценности нейтронов;

алгоритмы расчёта сечений ядерных реакций и т.д.

С первых лет своей работы в науке Г.И. Марчук неукоснительно следовал принципу “нет учёного без учеников”. В Обнинском филиале Московского инженерно-физического института он организовал и возглавил кафедру прикладной математики, читал лекции и, как потом в течение всей жизни, много работал с аспирантами и научной молодёжью. В ФЭИ у Гурия Ивановича уже было 13 защитившихся кандидатов, многие из которых потом стали докторами наук.

Академгородок: учёный-организатор. 1962 год стал для Г.И. Марчука в определённом смысле переломным. Алгоритмы и технологии расчёта ядерных реакторов были поставлены на поток. Надо было определяться с дальнейшими стратегическими направлениями научной деятельности. В то время в строящемся новосибирском Академгородке академик С.Л. Соболев возглавлял Институт математики с Вычислительным центром СО АН СССР. По предложению С.Л. Соболева и по приглашению председателя Сибирского отделения академика М.А. Лаврентьева Гурий Иванович с семьёй переезжает в Новосибирск, чтобы возглавить там вычислительное направление в качестве заместителя директора Института математики. В том же году Марчук был избран членом-корреспондентом АН СССР на объявленную для Сибирского отделения вакансию “ядерная энергетика”.

С.Л. Соболев предоставил Гурию Ивановичу свободу действий в формировании направлений вычислительной и прикладной математики, а также в создании современного вычислительного центра. В то время институт располагал только одной ЭВМ М-20, мощности которой заведомо не хватало для решения актуальных для Сибирского отделения АН СССР задач. Очевидной была необходимость расширения машинного парка. М.А. Лаврентьев понимал стратегическую важность ускоренного развития прикладной математики и программирования для всех научных направлений Академгородка. Поэтому были предприняты необходимые организационные меры по созданию самостоятельного института во главе с Г.И. Марчуком — Вычислительного центра СО АН СССР, официальной датой рождения которого стало 1 января 1964 г.

Под руководством Г.И. Марчука в Вычислительном центре развернулись интенсивные исследования по актуальным направлениям вычислительной математики и её применениям в ряде важных проблем науки и техники — физике атмосферы и океана, теории переноса излучения, геофизике, механике сплошной среды, а также работы в области вычислительной техники и её программного обеспечения. По этим направлениям Гурий Иванович организовал постоянно действу-

ющие научные семинары, тематические конференции и симпозиумы. Вскоре возглавляемый Марчуком коллектив стал основным научным центром исследований в области вычислительной математики в Сибири. Чрезвычайно плодотворной была и научная деятельность самого Марчука, особенно в вычислительной математике. Его теоретические результаты по аппроксимационным подходам, принципам расщепления, теории итерационных алгоритмов и другим численным методам легли в основу многих известных монографий, в частности [6].

Важной задачей Гурий Иванович считал подготовку молодых кадров. Он придерживался знаменитого “принципа Физтеха”, явившегося замечательным изобретением в области высшего образования в советскую эпоху. На практике этот принцип означал создание в академических институтах базовых вузовских кафедр под руководством ведущих учёных, которые с первых курсов привлекали студентов к жизни научных коллективов. В 1964 г. Марчук возглавил организованную по его инициативе на механико-математическом факультете Новосибирского государственного университета кафедру математических методов в динамической метеорологии со специализацией по вычислительной математике. Позднее она вошла в состав кафедры вычислительной математики, которую в 1961 г. организовал и до 1972 г. возглавлял лауреат Нобелевской премии академик Л.В. Канторович. Руководство объединённой кафедрой было возложено на Г.И. Марчука, и он осуществлял его вплоть до 1980 г. В Новосибирском университете Гурий Иванович читал лекции по новейшим достижениям в области вычислительной математики.

В рамках Вычислительного центра бесперебойно функционировал компьютерный парк, один из мощнейших в Советском Союзе, обслуживавший многие сотни пользователей из институтов Сибирского отделения АН и других организаций. В 1975 г. по инициативе Гурия Ивановича для обеспечения этих функций был организован Главный производственный вычислительный центр СО АН СССР, и коллектив создателей его концепции был удостоен Государственной премии СССР.

Сверхзадача как элемент управления в науке. Анализируя различные аспекты научно-организационной деятельности Г.И. Марчука, который в 1968 г. был избран академиком по Отделению океанологии, физики атмосферы и географии АН СССР, необходимо иметь в виду, что управление научными коллективами подчиняется стандартным принципам теории управления. Согласно этой теории, должна существовать целевая функция (функционал) и сформулированы средства (алгоритм) достижения цели. Даже в таких абстрактных разделах науки, как теоретическая ма-

тематика, этот принцип сохраняет своё значение: задаются приоритетные направления (цели) и подбираются люди, которые могут их реализовать. Здесь возможны два подхода: поиск специалиста под направление или формирование направления под специалиста (если, конечно, направление признаётся перспективным). Г.И. Марчук всё это прекрасно понимал, и его “алгоритм”, как представляется, определялся, исходя из следующих требований.

Необходимо всегда формулировать “сверхзадачи” (по терминологии К.С. Станиславского). Гурий Иванович утверждал, что, даже если сверхзадача не будет решена, её постановка позволит решить множество более простых задач, представляющих значительный интерес (в истории науки много таких примеров: теорема Ферма, проблема Гольдбаха, термоядерный синтез и др.). Иллюстрациями уникального системного подхода Г.И. Марчука к постановке и решению фундаментальных проблем могут служить методы и технологии расчёта ядерных реакторов, моделирование общей циркуляции атмосферы и океана, вычислительная иммунология. При подборе руководящих кадров следует пользоваться обоими подходами — формулировать направления “под личности” и подбирать личность под направление. Академический институт нужно формировать как целостный научный коллектив, а не простой набор лабораторий. Этой цели должен служить регулярный общепитетский семинар, который способствует формированию “коллективного мозга”. Это условие Г.И. Марчук считал неперемennым, повторяя, что “без семинара нет института”. Другим интегрирующим фактором является общая технологическая база, на создание и поддержание которой должны быть направлены усилия всего коллектива. Необходимым условием решения крупных задач Гурий Иванович считал создание в институте доброжелательной атмосферы.

Очевидно, что всегда существует некоторый набор ограничений — финансовых, технологических и других. Иногда они могут быть настолько жёсткими, что не позволяют решить поставленную задачу. Тогда нужно переформулировать либо задачу, либо понятие решения. Среди ограничений важное место принадлежит психологии людей, их установкам. Гурий Иванович всегда считывал на энтузиазм исполнителей, отдавая ему предпочтение перед материальными стимулирующими факторами.

Обратимся к некоторым из “сверхзадач”, в постановке и решении которых на основе численного моделирования принимал непосредственное участие Г.И. Марчук. Следует заметить, что, в отличие от классической теоретической математики, в вычислительной математике метод — это решение задачи с заданной точностью, метод по своей сути приближённый, но его точность доказывается математически строго с помощью со-



Г.И. Марчук — член-корреспондент АН СССР, директор ВЦ СО АН СССР — в машинном зале. 1964 г.

ответствующих теорем. Качество метода, как правило, оценивается широтой его использования, которая, в свою очередь, определяется простотой метода, его изяществом, эффективностью. Во всех областях знаний, в которых Гурий Иванович был особенно активен, он ставил своей целью создание методов, которые отвечали бы перечисленным требованиям, в первую очередь требованию общности. Стремление создавать вычислительные методы такого класса является следствием “двумодального таланта” Гурия Ивановича — таланта учёного и таланта организатора, поскольку речь здесь идёт не только о решении конкретной задачи, но о возможном решении целого класса задач.

В середине прошлого столетия уже пришло осознание того факта, что главной проблемой прогноза погоды является неустойчивость траектории климатической системы к малым возмущениям начальных данных и внешних воздействий. Это означает, что для повышения качества прогноза необходимо переходить к полным (не квазигеострофическим) уравнениям с включением неадиабатических притоков тепла даже для моделей краткосрочного прогноза погоды. В начале 1960-х годов Г.И. Марчук инициировал крупномасштабную программу исследований в этом направлении. Началом её реализации можно считать работу [7], в которой сформулирована неадиабатическая модель краткосрочного прогноза погоды по полным уравнениям с описанием процессов переноса и трансформации полей влажности в атмосфере, переноса излучения, радиационных и фазовых притоков тепла. В качестве метода решения сформулированной системы уравнений Марчук предложил метод расщепления по физическим процессам и геометрическим

переменным. Этот метод позволяет свести сложную задачу к ряду более простых. Отсюда очень близко к идеям параллельных вычислений, которыми Г.И. Марчук начал заниматься задолго до того, как они были реализованы в “железе”.

Идейно с методом расщепления связано другое (в определённом смысле обратное) направление, относящееся к формулированию задач высокой физической сложности на базе построения некоторой модульной структуры. Разработанная под руководством Гурия Ивановича система краткосрочного прогноза погоды с применением метода расщепления была внедрена в оперативную практику Западно-Сибирского управления Гидрометеослужбы. Результаты, полученные Марчуком в области численных методов решения задач прогноза погоды (например, [8]), сейчас уже стали классическими. В той или иной форме метод расщепления по физическим процессам в настоящее время используется практически во всех мировых моделях общей циркуляции атмосферы и океана. За цикл работ в области методов гидродинамического прогноза погоды Гурий Иванович в 1975 г. был удостоен академической премии им. А.А. Фридмана.

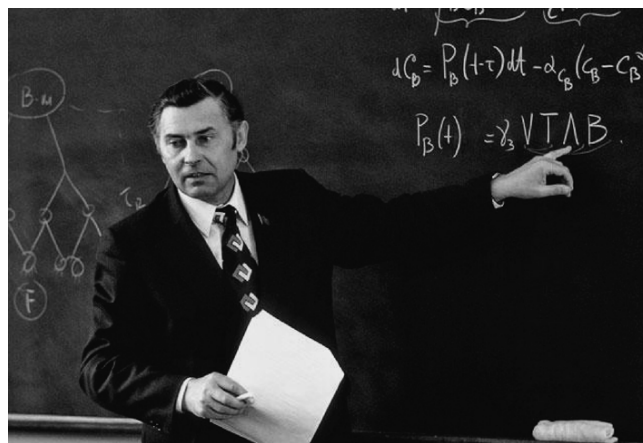
В области математического моделирования циркуляции океана можно выделить четыре основных направления, несомненный приоритет в которых принадлежит Г.И. Марчуку и которые интенсивно развиваются его учениками и последователями. Три из них связаны с теоретическими исследованиями: анализ корректности математических задач динамики океана; создание экономических схем их численного решения на основе методов расщепления; формулировка и решение прямых и обратных задач динамики океана с помощью метода сопряжённых уравнений. Четвёртое направление базируется на сочетании фундаментальных теоретических исследований и натурного эксперимента — крупнейшей в истории развития российской науки о климате научно-наблюдательной программы “Разрезы”. Важное направление в изучении проблемы взаимодействия атмосферы и океана, предложенное Марчуком, основано на использовании специальным образом сформулированных сопряжённых уравнений для нелинейной системы уравнений атмосферы и океана (идея, которая ранее была им реализована для линейных операторов при исследовании задач нейтронной физики и спутниковой метеорологии).

К важнейшим проблемам современного развития науки относится прогноз изменений климата и оценка их последствий для окружающей среды и социума. Эти проблемы исключительны как по сложности математических моделей, так и по объёму необходимых вычислительных ресурсов. В 1973 г. по инициативе Г.И. Марчука Отделением океанологии, физики атмосферы и географии АН СССР было принято решение о разработке математических моделей климата, ос-

нованных на моделях общей циркуляции атмосферы и океана. Совместная модель циркуляции атмосферы и океана, вычислительная технология которой базировалась на использовании законов сохранения и неявных методов расщепления, была построена в Вычислительном центре СО АН СССР [9]. Важной особенностью публикации [9] является то, что в ней, по-видимому, впервые проблема моделирования общей циркуляции атмосферы и океана обсуждалась во всем её многообразии — от физической постановки и математической формулировки до вычислительной технологии. За цикл работ “Модели и методы в задачах физики атмосферы и океана” Г.И. Марчук с коллегами в 2000 г. был удостоен Государственной премии РФ в области науки и техники.

Нельзя не упомянуть цикл исследований, выполненных Марчуком в области моделирования изменений среды под воздействием загрязнений, вызванных производственной деятельностью человека [10]. Выдвинутая им идея использования для этих целей теории сопряжённых уравнений переноса и диффузии примесей позволила сформулировать и решить проблему оптимизации размещения промышленных предприятий, при котором загрязнение определённых экологических зон минимально. Следует отметить, что метод сопряжённых уравнений для нелинейных задач, предложенный Марчуком, до конца ещё не осмыслен, хотя уже ясно, что он может быть эффективно использован при исследовании интегральных законов сохранения, методов построения разностных схем, обладающих целым набором законов сохранения, методов диагноза формирования решений в нелинейных задачах математической физики. За работы в области моделирования экологических процессов в 1988 г. Гурий Иванович был удостоен международной премии им. А.П. Карпинского.

Характерная черта исследовательского мышления Марчука — постоянный интерес к новым, неожиданным применениям математики. Создавая методы решения сложных задач теории ядерных реакторов, метеорологии, океанологии, окружающей среды, Гурий Иванович на определённом этапе терял к ним интерес, оставляя разработку деталей алгоритмов и физического анализа своим многочисленным ученикам. Как учёный и научный организатор крупного масштаба, Марчук понимал, что на первое место в XXI столетии выйдут науки о жизни. Будучи убеждённым, что язык математики есть язык любой естественной науки, он начал активно работать в области математизации биологии и стал одним из основателей нового актуального направления прикладной математики — математического моделирования в иммунологии и медицине. В 1974 г. его внимание привлекла проблема математического моделирования иммунных реакций человеческого организма, возникающих в результате вирусных и бактериальных инфекций. Ему впервые удалось



Лекцию по вычислительной математике читает академик Г.И. Марчук

построить систему нелинейных дифференциальных уравнений с запаздывающим аргументом, адекватно описывающих такие процессы. Этот и последующие результаты Г.И. Марчука в области математической иммунологии [11] получили международную известность и признание. В настоящее время они интенсивно развиваются и находят применение в медицинской практике. Направление вычислительной иммунологии, которое создал Гурий Иванович, было его любимым детищем: он предложил не только методы решения известного класса задач, но и сформулировал сами уравнения, описывающие на феноменологическом уровне иммунологические процессы. За цикл работ “Развитие и создание новых методов математического моделирования” Гурию Ивановичу в 1981 г. была присуждена золотая медаль им. М.В. Келдыша АН СССР.

Талант пытливого исследователя счастливо сочетался у Марчука с талантом научного организатора, в немалой степени благодаря его человеческим качествам и неисчерпаемой энергии. В 1969–1975 гг. он — заместитель председателя Сибирского отделения АН СССР, а с 1975 г. преемник М.А. Лаврентьева на постах председателя СО АН СССР и вице-президента Академии наук СССР. Заложенная им концепция выхода научных исследований на применение их результатов в производстве и национальная программа “Сибирь” на много лет вперёд определили такую стратегию и политику взаимодействия с народным хозяйством регионов. Гурий Иванович регулярно посещал научные и промышленные центры Сибири, заключал с директорами крупнейших предприятий — заводов им. В.П. Чкалова, “Сибсельмаш” и многими другими — договоры о сотрудничестве с Сибирским отделением АН СССР, предпринимал значительные усилия по укреплению взаимодействия с Академией медицинских наук СССР и ВАСХНИЛ. По его инициативе успехи Сибирского отделения неоднократно



Академики М.А. Лаврентьев и Г.И. Марчук

но обсуждались на заседаниях Совета министров и Госплана СССР. Во многом благодаря активной консолидирующей роли Г.И. Марчука авторитет фундаментальной и прикладной науки в Советском Союзе был поднят на самый высокий уровень.

Москва: государственный деятель. В 1980 г. по рекомендации Политбюро ЦК КПСС Г.И. Марчук был избран заместителем председателя Совета министров СССР и назначен председателем Государственного комитета по науке и технике (ГКНТ). Он переезжает в Москву с группой молодых учёных из 20 человек и на этой базе создаёт Отдел вычислительной математики, позже реорганизованный в институт. За короткий срок с привлечением ряда московских учёных был сформирован творческий коллектив международного уровня. Одновременно в Московском физико-техническом институте на факультете проблем физики и энергетики Гурий Иванович организовал и возглавил кафедру математического моделирования физических процессов, что обеспечило приток в науку блестящего пополнения — молодых кандидатов и докторов наук. Позже он использовал этот опыт при создании ещё одной кафедры — вычислительных технологий и моделирования — на факультете вычислительной математики и кибернетики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

Объединяя ведущих специалистов в области вычислительной математики, физики атмосферы и океана, математического моделирования в иммунологии и медицине, Институт вычислительной математики РАН имеет в настоящее время уникальную возможность выполнять фундаментальные и прикладные исследования междисциплинарного, синтетического характера. К основным направлениям научной деятельности института относятся вычислительная математика, математическое моделирование и параллельные вычисления. В рамках этих направлений проводятся фундаментальные исследования в области вычислительной математики — развивается тео-

рия численных методов линейной алгебры, сопряжённых уравнений и параллельных вычислений; разрабатываются эффективные методы и вычислительные технологии решения больших задач математической физики; проводится численное моделирование циркуляции атмосферы и океана, разрабатываются глобальные климатические модели и математическая теория климата; осуществляются анализ и моделирование сложных систем в приложении к окружающей среде, экологии, иммунологии, медицине и биоинформатике.

Беспрецедентно популярными и престижными стали организованные Гурием Ивановичем регулярные научные семинары в конференц-зале ГКНТ СССР, в которых принимали участие сотрудники как академических, так и отраслевых институтов. Для Марчука было характерно стремление довести постановку научного вопроса до полного его понимания. Особенно отчётливо это проявлялось на семинарах, где он требовал от докладчиков полной ясности в освещении сути проблемы, что чрезвычайно важно для молодых сотрудников. Подобная кристаллизация идей позволяла Марчуку строить систему знаний, в которой каждому “кирпичику” отводилось своё место.

За время работы в ГКНТ Г.И. Марчук многое сделал для укрепления отраслевых научных организаций и налаживания их взаимодействия с академическими институтами, а также для развития международного сотрудничества, в том числе в рамках Совета экономической взаимопомощи социалистических стран. Занимая высокие государственные посты, Гурий Иванович находил время для занятий наукой, правда, теперь уже только по выходным дням и во время отпуска.

В 1986 г. Общим собранием Академии наук СССР Г. И. Марчук был избран её президентом и оставался на этом посту до реорганизации в 1991 г. АН СССР в Российскую академию наук. Во время пребывания Гурия Ивановича на высших руководящих должностях значительно укрепилась отечественная Академия наук, именно ему в большой степени обязаны развитием филиалы Сибирского отделения, а также Дальневосточное и Уральское отделения РАН, без которых сейчас невозможно представить структуру академии.

Научная, педагогическая и организационная деятельность Г.И. Марчука была неотделима от его активного участия в общественной и политической жизни. Он неоднократно состоял в районных, городских и областных партийных комитетах (в Коммунистическую партию Советского Союза вступил студентом в послевоенные годы), был делегатом партийных съездов, избирался в ЦК КПСС, Верховный Совет РСФСР и Верховный Совет СССР. Гурий Иванович глубоко чувствовал государственную важность развития фундаментальных и прикладных наук, внедрения их результатов в промышленное производство и

сельское хозяйство. Занимая самые высокие посты, он никогда ни на йоту не опускал планку личной моральной ответственности за порученные дела. Марчук придавал архиважное значение публичным выступлениям в защиту и для пропаганды науки, которая стала делом его жизни. Его публицистические работы печатались в десятках самых разных газет и журналов, а тематика статей поражала разнообразием, глубиной проникновения в материал и эмоциональностью воздействия.

На всех уровнях своей профессиональной карьеры Гурий Иванович активно взаимодействовал с руководителями партийных органов, которые контролировали всю исполнительную власть в стране. Марчук пользовался большим авторитетом у всех первых секретарей сибирских обкомов КПСС, что очень помогало при образовании и укреплении филиалов Сибирского отделения АН в Иркутске, Омске, Якутске и других областных центрах. На высоких постах заместителя председателя Совета министров СССР, члена президиума Совмина, председателя Государственного комитета по науке и технике и президента АН СССР Гурий Иванович неоднократно общался с первыми лицами страны и отстаивал свою позицию относительно развития научно-технического потенциала страны как жизненно важного фактора подъёма экономики. Огромному государству нужны были перемены, но последовавшая перестройка и развал СССР закончились катастрофой, которая в полной мере отразилась на положении науки и образования.



На приёме у Раджива Ганди. Дели, 1988 г.

Выдающийся вклад внёс Гурий Иванович в развитие международных научных связей, и эта деятельность естественно сочеталась у него с личными дружескими отношениями с ведущими мировыми учёными и общественными деятелями, среди которых Жак-Луи Лионс во Франции, Индира, Раджив и Соня Ганди — в Индии. С большим успехом проходили его лекции и доклады во многих ведущих мировых научных центрах и университетах. В течение долгих лет он руководил Обществом российско-индийской дружбы, был сопредседателем Совета Долгосрочной програм-



Г.И. Марчук на заключительном Общем собрании АН СССР в МГУ им. М.В. Ломоносова. Декабрь 1991 г.

мы научно-технического сотрудничества между СССР (позднее Россией) и Индией.

В декабре 1991 г. Г.И. Марчук произнёс свою прощальную в качестве президента АН СССР речь на Общем собрании Академии наук. Этот доклад — «Трагедия науки», впервые опубликованный в газете «Правда» 24 декабря 1991 г., а затем в других изданиях, пронизан болью за Отечество и потрясает своим пророческим видением предстоящего («на развалинах растёт только чертополох»), но в то же время пронизан верой в преодоление неизбежных разочарований и утрат: «Залогом тому служат интеллектуальная мощь нашего сообщества, присущее ему понимание интересов народа и наше неизбывное стремление служить благу России, всего народа!».

В последние два десятилетия, связанные с тяжёлой борьбой за сохранение российской науки, Гурий Иванович, опираясь на свой огромный научно-организационный и государственный опыт, защищал исторические академические ценности во имя процветания Отечества. Его многочисленные яркие выступления и статьи являются не просто мудрым предостережением не принимать драматические решения (что, к сожалению, произошло), но пронизаны верой в стоические силы нашего народа, в его способность сохранить и усилить позиции страны в мировом научном и технологическом развитии.

Учитель. Гурий Иванович Марчук был Учителем в самом высоком смысле этого слова. Если говорить формально, то прямых учеников у него было около 60, среди которых кандидаты и доктора наук, члены-корреспонденты РАН и академики. Многие из его учеников стали директорами институтов, руководителями крупных исследовательских коллективов, и все они в совокупности образовали научную школу Г.И. Марчука. Некоторые известные учёные, испытывавшие научное и личное влияние Гурия Ивановича, также причисляют себя к его ученикам. Здесь уместно привести любопытный эпизод из жизни Марчука. Во время учёбы в аспирантуре у него была общественная нагрузка — курировать студенческую группу, в которую входили А.С. Алексеев, Е.И. Шемякин и В.Г. Дулов, впоследствии члены Академии наук и директора институтов, но так и оставшиеся «под началом» Гурия Ивановича, когда он возглавлял СО АН СССР.

На самом деле школ Марчука существует несколько, и среди них первое место заведомо занимает сибирская школа вычислительной математики и информатики, которая сейчас включает, помимо Новосибирска, Иркутск, Красноярск, Омск, Томск, Якутск и другие центры. Конечно, в этом феномене огромная заслуга таких учёных, как А.С. Алексеев, С.К. Годунов, А.П. Ершов, М.М. Лаврентьев, Н.Н. Яненко и другие. Но именно Гурий Иванович сумел привлечь этих выдающихся исследователей в Вычислительный центр, который в период своего расцвета насчитывал

около 1300 сотрудников и стал своего рода альма-матер для новых институтов, творческих коллективов и научных школ мирового уровня.

Хотя основополагающие направления исследований, проводимых в рамках школ Г.И. Марчука, это методы расчёта ядерных реакторов, физика атмосферы и океана, математическая иммунология и медицина, он, кроме того, оставил яркий след во многих смежных областях — математической геофизике, теории и методах решения обратных задач, вычислительной информатике, автоматизации построения алгоритмов и их отображении на архитектуру ЭВМ.

Независимо от служебных и общественных обязанностей Гурий Иванович уделял много времени, в том числе личного, работе с аспирантами и молодыми учёными. Причём его руководство совсем не было менторским и тем более начальственным. Каким-то неуловимым образом он создавал атмосферу увлечённого поиска, после встреч с ним молодые люди с энтузиазмом стремились добиться намеченных результатов. Гурий Иванович не стеснялся вникать вместе с молодёжью в новые для себя вопросы, пытливость и заинтересованное участие в семинарах и конференциях были характерны для него в течение всей жизни, что являлось прекрасным примером для учеников, избравших непростой путь в науку. Г.И. Марчук отнюдь не был кабинетным учёным, его кредо «без семинара нет института» подчёркивало общественный характер научной деятельности. Немаловажную роль играло и личное обаяние Гурия Ивановича: он умел зажечь аудиторию яркими идеями, щедро делился с коллегами своим огромным жизненным опытом, знанием людей и философским пониманием действительности.

В последние годы жизни Гурий Иванович много времени уделял просветительской деятельности. В 1995–2000 гг. он был президентом Всероссийского общества «Знание», а с 2008 г. — президентом Международного гуманитарного общественного фонда «Знание». Его талантливые публичные выступления, многочисленные статьи в периодике на актуальные темы отличали глубокое проникновение в сущность проблем, позитивный конструктивизм и гражданский пафос, они сыграли выдающуюся роль в популяризации достижений отечественных учёных и поддержке авторитета Академии наук. Написанные Г.И. Марчуком «ненаучные» книги [1, 12, 13], в которых анализируются социальные, производственные и жизненные проблемы и он делится тёплыми воспоминаниями об учениках, коллегах и друзьях, — это бесценные уроки мудрого человека и Учителя. Имя Марчука присвоено Общенациональному совету просветительских организаций.

Важной частью жизни Гурия Ивановича была его семья. Он и его жена Ольга Николаевна прожили вместе 62 года, вырастили троих сыновей — Александра, Андрея и Николая — все они математики, доктора наук, есть шесть внуков и шесть правнуков.

Многогранная научная деятельность Г.И. Марчука получила широкое признание и на родине, и за рубежом. Он стал кавалером правительственных орденов, Героем Социалистического Труда, почётным доктором многих зарубежных университетов, членом ряда иностранных академий, лауреатом престижных национальных и международных премий. За выдающийся вклад в создание новых моделей и методов решения задач в физике ядерных реакторов, физике атмосферы и океана и иммунологии Гурий Иванович был удостоен высшей награды Академии наук — Большой золотой медали им. М.В. Ломоносова.

Гурий Иванович Марчук скончался 24 марта 2013 г., он похоронен на Новодевичьем кладбище. Его уход — это окончание целой эпохи учёных-создателей, оставивших бесценное интеллектуальное наследство.

В.П. ДЫМНИКОВ,
академик,

Институт вычислительной математики РАН,
dymnikov@inm.ras.ru

В.П. ИЛЬИН,
доктор физико-математических наук,
Институт вычислительной математики
и математической геофизики СО РАН,
ilin@sscc.ru

А.К. ЛАВРОВА,
Институт вычислительной математики РАН,
gera@inm.ras.ru

В.Н. ЛЫКОСОВ,
член-корреспондент РАН,
Институт вычислительной математики РАН,
lykossov@yandex.ru

ЛИТЕРАТУРА

1. *Марчук Г.И.* Встречи и размышления. М.: Мир, 1995.
2. *Петрашень Г.И., Марчук Г.И., Огурцов К.И.* О задаче Лэмба в случае полупространства // Уч. зап. ЛГУ. Серия математ. 1950. Т. 35. Вып. 21. С. 71–118.
3. *Булеев Н.И., Марчук Г.И.* О динамике крупномасштабных атмосферных процессов // Труды Института физики атмосферы АН СССР. 1958. № 2.
4. *Марчук Г.И.* Численные методы расчёта ядерных реакторов. М.: Атомиздат, 1958.
5. *Марчук Г.И.* Методы расчёта ядерных реакторов. М.: Атомиздат, 1961.
6. *Марчук Г.И.* Методы вычислительной математики. М.: Наука, 1980.
7. *Марчук Г.И.* Теоретическая модель прогноза погоды малой заблаговременности // Известия АН СССР. Серия геофиз. 1964. № 5.
8. *Марчук Г.И.* Численные методы в прогнозе погоды. Л.: Гидрометеиздат, 1967.
9. *Марчук Г.И., Дымников В.П., Залесный В.Б. и др.* Математическое моделирование общей циркуляции атмосферы и океана. Л.: Гидрометеиздат, 1984.
10. *Марчук Г.И.* Математическое моделирование в проблеме окружающей среды. М.: Наука, 1982.
11. *Марчук Г.И.* Математические модели в иммунологии: вычислительные методы и эксперименты. М.: Наука, 1991.
12. *Марчук Г.И.* Молодым о науке. М.: Молодая гвардия, 1980.
13. *Марчук Г.И.* Жизнь в науке. М.: Наука, 2000.

DOI: 10.7868/S0869587315050175

АКАДЕМИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ В ГОДЫ ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ

География, исследуя меняющийся мир, способна не только прогнозировать позитивные и негативные сдвиги в развитии природы и общества, но и корректировать их [1]. В 1941–1945 гг. перед страной остро стояли проблемы обеспечения армии и тыла достоверной географической информацией. Институт географии АН СССР с первых месяцев войны активно включился в обеспечение фронта и тыла военно-географическими данными и специальными картами [2–7]. Выполнялся важный социальный заказ общества — создавались условия эффективного вовлечения территории страны и её стратегических ресурсов в дело Победы. Инновационная и интеграционная составляющие науки проявлялись в период войны не в приращении теории и технологий, а в значительной степени благодаря сложившемуся до войны единству географической науки, комплексному характеру её исследований и тесному взаимодействию её физического и экономико-географического “крыльев”. В условиях мобилизации всех ресурсов максимально использовался ландшафтный подход, позволявший оперативно проводить картографический синтез для воспроизводства военно-географических сюжетов.

Из великих испытаний академическая география вышла с честью, что отмечалось в том числе на страницах “Вестника АН СССР” [4, 5, 8]. Оперативность и способность географической науки быстро мобилизоваться для выполнения в трудные периоды социального заказа, задач, выдвигаемых государством, в полной мере проявились в годы Великой Отечественной войны.

Информационную базу представленного здесь исследования составили многочисленные публикации географов, в том числе непосредственно участвовавших в работах Института географии АН СССР в период войны [9–13], отчётные материалы Института географии АН СССР за 1941–1943 гг. [14], а также воспоминания сотрудников института [15].

Перечень работ, выполненных коллективом Института географии в годы войны [14], включает следующие информационные материалы, в которых представлены итоги работы его сотрудников, в частности Алма-Атинской и Московской групп, привлечённых специалистов других академиче-

ских институтов, а также специальной военно-картографической группы под руководством профессора И.П. Герасимова, созданной при Совете по изучению производительных сил (СОПС), но располагавшейся в Институте географии.

1. Работы по мобилизации ресурсов тыловых районов на нужды обороны, в том числе: работы экспедиции по изучению и мобилизации земельных ресурсов Казахстана; работы по выявлению возможностей производственного развития населённых пунктов восточных районов СССР; работы Карагинской экспедиции (полуостров Мангышлак); работы Талгарской экспедиции.

2. Материалы по восстановлению хозяйства районов, пострадавших от войны. Донецкий бассейн.

3. Военно-географические описания, в том числе: справочники для Военно-воздушных сил Красной армии; описания отдельных территорий районов СССР и фронтов; описания зарубежных стран; материалы для военно-географических справочников.

4. Военно-климатические описания.

5. Работы по снегу.

6. Географическое дешифрирование аэрофотоснимков.

7. Специальные военно-географические и физико-географические карты и методика их составления.

8. Работы общегеографического характера и диссертации.

9. Научно-популярные работы.

10. Справочные работы.

К “Списку...” [14] в отдельном конверте приложена таблица от 31 декабря 1943 г. с грифом “не подлежит разглашению”, многократно правленая чернилами. В ней представлены данные об общем количестве подготовленных за два года и три месяца документов и карт. Содержание таблицы частично воспроизводилось и анализировалось [7], но в данном случае следует привести её итоговые цифры:

- количество названий подготовленных документов — 141,

- объём подготовленных документов — 1032 печатных листа,

• количество подготовленных карт — 866, в том числе по мобилизации ресурсов — 473, специальных военно-географических — 383.

Анализ этих и других архивных материалов, а также комментарии и воспоминания участников работ публиковались неоднократно [2, 4–7, 10, 12, 13, 16–18]. Однако сопоставление этих работ позволяет говорить о некоторой тенденциозности в освещении событий, попытках преувеличить роль одних их участников и принизить роль других. Зачастую чувствуется нежелание авторов статей писать о методологических основах географических изысканий периода войны.

Речь идёт о разгромленном ещё в 1930-х годах отраслево-статистическом направлении экономической географии В.Э. Дена. Борьба с “деновщиной”, политический ярлык которой — “анти-советские построения геттнерианцев”, продолжалась вплоть до начала войны. В то же время можно уверенно говорить о скрытом (без ссылок) использовании в период войны страноведческой и хронологической концепции А. Геттнера в виде *ландшафтного подхода* в военно-географических описаниях и картах. Начавшаяся в 1920–1930-х годах критика “деновщины” и “геттнерианства” возобновилась в отечественной географии сразу после войны. Она выразилась в обвинениях в формализме академика Л.С. Берга и академика А.А. Григорьева [19–21] и закончилась смертью первого и уходом в 1951 г. с поста директора Института географии второго. Эти скорбные события помешали в те годы устроить в стенах института политическое судилище, аналогичное печально знаменитой сессии ВАСХНИЛ. Критики ограничились специальным заседанием учёного совета института, где громили учение Л.С. Берга о ландшафте и А.А. Григорьева о географическом процессе, то есть именно те подходы, которые способствовали военно-географическому обеспечению армии и тыла в годы войны.

Замечу, что Л.С. Берг стал перед войной президентом Географического общества СССР, сменив на этом посту арестованного в 1940 г. одного из лидеров довоенной академической географии академика Н.И. Вавилова. В 1945 г. Л.С. Берг, несмотря на реальную угрозу репрессий, в книге к 100-летию Географического общества на 10 страницах рассказал о репрессированном Н.И. Вавиллове как географе и президенте общества [22]. В 1933 г. Н.И. Вавилов провёл Первый всесоюзный съезд географов в Ленинграде, в Таврическом дворце. На его открытии он сказал, что “ещё никогда наша страна не нуждалась так в деталях и в то же время систематических географических знаниях...”. Именно Вавилову принадлежала инициатива передачи общества 16 апреля 1938 г. в АН СССР, он заявлял о готовности географов взять на себя многие направления военно-географического обеспечения армии и тыла в

период войны, в том числе по изучению стратегических природных ресурсов.

* * *

Можно уверенно утверждать, что довоенная академическая география носила *мобилизационный характер*. Это было обусловлено внешними ограничениями развития страны в первые годы советской власти, необходимостью самостоятельно обеспечивать себя ресурсами в период восстановления хозяйства после Гражданской войны, индустриализации, которая проходила в условиях экономической и политической блокады. Именно эта направленность географических исследований сформировала алгоритм решения конкретных задач пространственного развития молодой республики и размещения производительных сил путём мобилизации ресурсов — природных и людских. На этой волне в 1918 г. был создан Институт географии как Промышленно-географический отдел при КЕПС — Комитете по развитию естественных производительных сил. Мобилизационный характер географии 1920–1930-х годов с крупными комплексными экспедициями в Якутию, Арктику, Среднюю Азию, Прикаспий, на Кольский полуостров, Памир позволил в начале Великой Отечественной войны оперативно включиться в прикладные исследования, картографические работы и полевые изыскания в районах нового освоения.

Можно считать вполне обоснованным предположение о том, что в период войны оформилось и новое направление географии — *география ресурсов*. В период его становления сложилось представление о стратегической природе ресурсов, которые в военное время требуются армии и тылу. Этот аспект истории географии был отмечен В.М. Котляковым и В.С. Преображенским [6] и исследователями истории отечественной географии [23]. Однако он не связывался напрямую с возвратом в период войны к отраслево-статистическому направлению экономической географии В.Э. Дена, которое было раскритиковано в 1930-е годы, когда утверждалась “районная школа” Н.Н. Баранского — фактически единственная официально принятая методология экономико-географических исследований в те годы.

В начале XX в. в России благодаря усилиям В.В. Докучаева шло становление комплексных основ географии, а за счёт распространения идей А. Геттнера и его последователей, в частности Л.С. Берга, в науку внедрялась хронологическая концепция, в соответствии с которой территория рассматривалась как синтетическая категория в рамках единой географии. Однако уже к концу 1930-х годов стал набирать обороты процесс дифференциации наук. Экономическая и физическая география размежовывались прежде всего на фо-

не “признания практического значения деятельности географов” [23]. Но именно тогда мобилизационный характер науки проявился в её участии в масштабном изучении Арктики, создании основ развития гидроэнергетики, сельского, лесного, охотничьего и рыбного хозяйства, ускоренном вовлечении минеральных ресурсов в экономику, в проектировании новых транспортных и промышленных узлов. География стала одной из востребованных практикой наук, а сама профессия географа — массовой. Это происходило на фоне острой политической дискуссии между “консервативной” физической и “прогрессивной” экономической географией, внутри которой также кипели страсти. Марксистско-ленинская идеология не допускала развития таких направлений, базирующихся на достоверной статистике и опросах населения, как демография, политическая и социальная география, а статистико-отраслевой подход в экономической географии, который получил развитие ещё в конце XIX в., был разрушен в угоду вполне оправданной для мирного времени с директивным управлением сверху “районной школе” Н.Н. Баранского и Н.Н. Колосовского.

Бурное развитие мобилизационной географии проявилось в довоенные годы в создании новых научных и научно-производственных организаций географического профиля: Промышленно-географического отдела при КЕПС (1918, будущий Институт географии АН СССР), Гидрологического института (1919), Геоботанического института (1922), Почвенного института (1925), Института Севера (1925) и др. Кроме того, многие географы были приглашены в Госплан, где, например, начинал свою деятельность работавший во время войны заместителем директора Института географии АН СССР профессор В.Ф. Васютин, в СОПС и другие организации, отвечавшие за мобилизацию ресурсов для промышленности, энергетики и транспорта и за пространственное развитие страны.

Уже на этапе перелома войны в 1943 г. экспедиция Института географии по мобилизации земельных фондов Казахстана составила “атласы по Казахстану и его земельным фондам в масштабе 1 : 5 000 000, в которых даны карты по размещению полезных ископаемых, промышленности, основных условий, состояния и природных ресурсов для развития с.х. Казахстана” [14, с. 10]. Другая экспедиция — по выявлению возможностей промышленного развития восточных районов СССР во главе с В.Ф. Васютиным — практически для каждого района, промышленного узла и населённого пункта определяла на фоне географических черт территории её обеспеченность ресурсами: водными, топливными, строительного сырья, рудными, для развития транспорта и пр. Так, М.И. Помус и Д.Р. Богорад составили крат-

кие, но содержательные экспертные оценки обеспеченности стратегическими ресурсами Омской области, Н.И. Шишкин — Урала, Н.Ф. Пришлепцов — Поволжья. Л.Г. Каманин и К.К. Марков оценили природные условия и ресурсы вдоль “возможного Северо-Сибирского направления трасс магистрали” [14, с. 30], а Карагинская экспедиция под руководством С.Ю. Геллера провела детальную оценку “химико-энергетического использования” бессточных впадин Караги и Ащисор при пропуске в них каспийской воды. Здесь планировалось получать до 1 млн. т сульфата, до 250 млн. кВт · ч электроэнергии и за счёт её использования — до 10 000 т металлического магния.

Создание ресурсной базы для советской промышленности в первые десятилетия после 1917 г. шло с активным участием географов, так как была поставлена чисто мобилизационная задача оптимизации размещения промышленности в соответствии с *рациональным использованием ресурсов*. А уже в планах ГОЭЛРО и при формировании так называемых районов Госплана [23] всё было подчинено организации территориального планирования с порайонной специализацией (природные ресурсы, трудовые ресурсы, географические условия и положение). Предполагалось, что такая методологическая основа позволит районной научной школе обеспечить создание к началу войны мощной инфраструктуры мобилизации ресурсов для нужд фронта и тыла. И такая инфраструктура была создана, но не районной школой, а благодаря заложенной в первое послереволюционное десятилетие, в том числе школой В.Э. Дена, теоретической базе. Но лидерами экономической географии в стране оставались Н.Н. Баранский и Н.Н. Колосовский. Последний в 1942 г. получил Государственную премию за работу “О развитии народного хозяйства Урала в условиях войны”.

Востребованность мобилизационной модели географии в первые месяцы войны была, в частности, связана с прямой стратегической ошибкой тогдашнего лозунга “Бить врага на его территории!”. Экономгеографы не нашли достаточных аргументов для другого сценария, хотя по опыту первых лет Второй мировой войны (1939–1941) было понятно, что в случае вступления в войну СССР получит глубокий фронт и предмет географии ресурсов должен распространиться на Урал и Сибирь. К.К. Марков [19, 20] в 1943 г. отмечал, что в годы Великой Отечественной враг глубоко проник на нашу территорию, исключительно высоки были требования к тылу, остро необходимы значительные стратегические ресурсы [12, 17]. Таким образом, для успешного ведения войны был важен не только театр военных действий, но и география сырья.

Это отчётливо понимали сотрудники Института географии АН СССР, участвовавшие в работах по военно-географическому обеспечению армии и тыла. Ю.К. Симонов, подготовивший объёмную “Историю географии в Московском университете...”, обратил внимание на становление в период войны географии природных ресурсов как самостоятельной науки [18]. Он писал: “Очень важным оказался контакт географического факультета с Институтом географии Академии наук. В годы войны, когда стране потребовались знания о наших природных ресурсах и их размещении на территории нашей страны, правительство обратилось не к университету, а к Академии наук” [18, с. 143]. Сразу после войны это направление получило развитие в Институте географии АН СССР. Здесь в 1950-х годах была начата подготовка 15-томной серии “Природные условия и естественные ресурсы СССР”, изданной уже в 1963–1972 гг., а в 1962 г. в Ленинграде был проведён 3-й съезд Географического общества “Роль географии в изучении, охране и восстановлении природных ресурсов СССР”. Становление нового направления в географии, инициированного в период войны, завершилось.

* * *

Методологической основой военно-географического обеспечения армии и тыла в годы войны стал *ландшафтный подход*. К сожалению, роль и место ландшафтного подхода в географии военного времени, особенно учения Л.С. Берга о ландшафте и учения А.А. Григорьева о физико-географическом процессе, в комплексном военно-географическом картографировании для оборонительных и наступательных целей армии, мобилизации ресурсов, в первую очередь пространственных (размещение эвакуируемых производств и населения), людских, земельных и минеральных, за 70 послевоенных лет так и не были оценены по достоинству. Большинство исследователей роли географии в обеспечении Победы воспринимали ландшафтную основу как данность, хотя и до и после войны в СССР хорологическое направление А. Геттнера и развивающее его учение о ландшафте Л.С. Берга подвергались постоянной критике. А.Г. Исаченко пишет: “Уже в конце 1930-х годов на географическом факультете ЛГУ явственно ощущался непререкаемый авторитет Л.С. Берга, и идея географического ландшафта получила всеобщее признание у специалистов разных отраслевых дисциплин” [24, с. 26]. И далее: «...Ещё при жизни Л.С. Берга его учение сопровождалось интеграцией в системе физико-географических наук, и между этими процессами не могло быть противоречий в дальнейшем, если не считать отдельных “наскоков” на ландшафтоведение, в частности, со

стороны И.П. Герасимова, который, впрочем, быстро осознал свою ошибку» [24, с. 27].

Великая Отечественная война всё расставила по своим местам: и в Москве, в Институте географии АН СССР, и в блокадном Ленинграде, в НИИ географии (НИИГ) при Ленинградском университете, и в штаб-квартире Всесоюзного географического общества для выполнения заданий военного времени специалисты двух “крыльев” географии объединились, чем на практике продемонстрировали единство географии и её страноведческую основу. Оборонное и мобилизационное направления географической науки подразумевали интеграцию и межотраслевой синтез — ландшафтное картографирование, ландшафтный подход в составлении комплексных военных карт (обзорных, специальных, крупномасштабных на основе детальной оценки природно-территориальных комплексов), а также составление военно-географических справочных описаний — от описания стран и крупных регионов (театров военных действий, территорий фронтов, эвакуационных округов тыла) до отдельных районов, мест действия оборонительных и наступательных сил.

К этим практическим проявлениям ландшафтной сути географии могут быть отнесены крупные работы географов в области мобилизации стратегических ресурсов тыла для обеспечения фронта [25], в первую очередь ландшафтные оценки земель Казахстана, юга Урала и Сибири, и для создания новых районов зернового хозяйства — будущей целины [4, 5, 10]. Мобилизация земельных фондов Казахстана шла на основе детального комплексного картографического анализа территории республики: “По заданию Совнаркома СССР и Совнаркома Казахской ССР Казахстанская экспедиция Института географии АН СССР изучала земельные фонды и их использование с целью изучения вопроса о мобилизации ресурсов на нужды обороны и выявления резервов для расширения земледелия и увеличения поголовья скота в Казахстане” [14, с. 7]. Руководили работами академик А.А. Григорьев и профессор П.В. Погорельский при научном сопровождении и обеспечении картографирования профессора К.К. Маркова. Отчёт по теме “Естественные кормовые ресурсы Казахстана”, составленный в 1943 г. известным геоботаником, последователем индикационной школы Л.С. Раменского Л.Н. Соболевым, включал такие комплексные картографические сюжеты, как “Типы естественных кормовых угодий”, “Природное районирование с описанием естественной кормовой базы”. Среди карт Казахской ССР М 1 : 1000000 и М 1 : 2000000, составленных Алма-Атинской группой института в 1942–1943 гг., выделим карты природных райо-

нов, условий сельскохозяйственного водообеспечения, распределения естественно-кормовых угодий и земельных фондов.

Ландшафтный подход проявился в синтезе результатов Талгарской геоморфологической экспедиции, общее руководство которой осуществлял А.А. Григорьев, а начальником был Г.А. Авсюк. В составе экспедиции работали М.С. Каледская, С.Н. Матвеев, М.И. Иверонова, М.А. Глазовская, В.М. Кузнецов. По результатам исследований 1942–1943 гг. была составлена геоморфологическая карта Юго-Восточного Казахстана М 1: 1 000 000 и карты отдельных горных территорий Тянь-Шаня и Алтая М 1: 500 000, которые обеспечили основу решения различных практических задач, связанных с освоением и пересечением горных районов.

Наиболее полно ландшафтный подход был реализован при составлении военно-географических описаний, подготовка которых шла в Институте географии под руководством В.Ф. Васютина и К.К. Маркова. Именно с позиций ландшафтного анализа в 1943 г. для Военно-воздушных сил были подготовлены описания направлений: северного (Кольский п-в, Норвегия, Финляндия и др.), западного (Московско-Смоленская равнина, Белоруссия, Полесье, Север Польши и Германии), юго-западного (Окско-Донская равнина, Среднерусская возвышенность, Правобережная и Левобережная Украина, Карпаты, Центральная Польша, Чехия, юг Германии), южного (Кавказ, Крым, нижний Дунай, юг Украины, Венгрия, Румыния), закавказского театра военных действий (Сирия, Ирак, Иран, Турция, Закавказье), Большого Кавказа, Дальнего Востока (советский Дальний Восток, Корея, Северный Китай, Монголия). Можно отметить, что типовое содержание физико-географической части описаний включало, помимо описания рельефа, вод, почв, растительности и аэроснимков, так называемые общий очерк и общую оценку, которые рассматривались как ландшафтный синтез представленных описаний. Ландшафтный характер придавало им участие в этих работах геоморфологов, гидрологов, геоботаников, почвоведов, среди которых А.С. Кесь, Н.В. Думитрашко, Е.М. Лавренко, А.М. Семёнова-Тян-Шанская, К.К. Марков, Н.Н. Розов, И.П. Герасимов, Ю.А. Ливеровский, А.В. Живаго, А.Г. Доскач, Ф.П. Саваренский. Для военно-географических описаний прифронтовых территорий составлялись серии карт — почвенно-ботанических, элементов проходимости, условий передвижения, условий маскировки, природных рубежей. Знакомство с этими картами, хранящимися сейчас в архиве и музее Института географии РАН, убеждает в том, что они представляют собой ландшафтные карты [14, с. 48].

Иногда ландшафты, их описания и карты включались в “специальный раздел” с условиями проходимости, распутицей, естественными рубежами, санным путём, условиями высадки десанта, взлётно-посадочными условиями горизонтальной видимости по сезонам. Среди военно-климатических материалов, выполненных в институте, имеется “Альбом ландшафтных карт сезонных изменений цветности фона главнейших растительных покровов Европейской части СССР”, составленный В.И. Долгошовым в 1943 г. для нужд военной маскировки [14, с. 61]. Ландшафтными в своей основе были и карты снежного покрова, составленные в период войны Г.Д. Рихтером.

Все направления деятельности и исследований, объединённых под названием “Географическое дешифрирование аэрофотоснимков”, полностью базировались на концепции ландшафта. Например, В.С. Волынская и А.В. Живаго в 1942 г. разработали специальное методическое пособие для армии “Географический ландшафт и аэрофоторазведка”, которое включало такие главы, как “Зависимость маскировочных мероприятий от ландшафта” и “Дешифровочные характеристики географических ландшафтов”. В том же году в Институте были подготовлены альбомы, получившие название “Ландшафты территории фронта”, отдельно для зон тайги, смешанного леса, лесостепи и степи, содержавшие сведения о специфике компонентов зональных ландшафтов.

В деятельности специальной группы военно-географического картографирования под руководством профессора И.П. Герасимова использовалась новая методика комплексной, или ландшафтной, картографии, применявшаяся при составлении учебных карт и карт различного хозяйственного назначения. Об этих картах подробно написано в статье В.С. Преображенского и Т.Д. Александровой [26]. Карты ландшафтов территории фронта, элементов проходимости составлялись в соответствии с методологией ландшафтной концепции Л.С. Берга и представлениями А.А. Григорьева, навязанная методология научно-дисциплинарного деления географии не принималась в расчёт.

Именно в период Великой Отечественной войны оказались остро востребованными географические знания и ландшафтный подход с их универсальным характером и возможностями *пространственного анализа* общественных и физико-географических объектов и процессов, имеющих региональную дифференциацию. Для СССР тогда, а для России сегодня остаётся актуальным соотношение предметов изучения физической или экономической географии с ландшафтной структурой территорий. Об этом убедительно

пишет А.Г. Исаченко [24, 25, 27], рассуждая о ландшафтном подходе и об оптимизации географостатистических исследований при попытках пересчитать в системе “мезоландшафтного районирования” статистических данных, полученных для территориальных единиц административного деления, что приходилось делать сотрудникам Института географии АН СССР период войны.

* * *

Задачи географии заключаются в междисциплинарном анализе прошлого, современного и будущего состояния природы, населения и хозяйства и в установлении закономерностей взаимодействия общества и географической среды, позволяющих обосновать рациональную территориальную организацию природопользования, стратегию развития страны и её регионов [1].

В военные годы география, с одной стороны, оказалась востребована как область профессиональной научной и практической деятельности, с другой стороны, в то время она располагала весьма ограниченным арсеналом технических средств для оперативного изучения и картографирования территорий, была отстранена от получения важной статистической информации. Целый блок географических данных, например, по инфраструктуре ГУЛАГа, демографии, вообще не поступал в распоряжение географов, хотя имел существенное значения и для фронта, и для тыла. Кроме того, в предвоенные годы усилились идеологические и политические нападки на лидеров академической географии академиков Н.И. Вавилова, Л.С. Берга и А.А. Григорьеву. Несмотря на это, именно академическая география заняла ведущие позиции в обеспечении фронта и тыла военно-географической информацией и специальными картами. Она выполняла важный социальный заказ общества — создавала условия эффективного вовлечения территории и её стратегических ресурсов в дело Победы. При таком понимании места географической науки её инновационная и интеграционная составляющие строились не на приращении теории и технологий, а благодаря сложившемуся ещё до войны единству географической науки, комплексному характеру её исследований.

Во время войны были заложены основы новых тенденций в отечественной географии, которые вылились в новую методологию познания пространственной организации природы, хозяйства и населения. Они вновь оказались востребованными в условиях послевоенного восстановления хозяйства, “железного занавеса” и централизованной экономики. Развитие получили такие синтетические направления географии, как гео-

графия природных ресурсов, территориальное планирование, региональное развитие. Наконец, именно в период войны очевидной стала необходимость использования в географических исследованиях новых методов, в том числе аэросъёмки и дешифрирования, которые позволяли оперативно оценивать и картографировать состояние ландшафтов. Тогда же закладывались основы будущих планов пространственного развития страны [28], шло становление военной географии, географии ресурсов, промышленности, транспорта, географии населения.

А.А. ТИШКОВ,
доктор географических наук,
Институт географии РАН,
tishkov@biodat.ru

ЛИТЕРАТУРА

1. Котляков В.М., Тишков А.А. Стратегия устойчивого развития России в начале XXI века: инновационные векторы и место географического прогноза // Инновации. 2009. № 9.
2. Абрамов Л.С. Советская география в Великой Отечественной войне // Известия АН СССР. Серия географическая. 1985. № 2.
3. Абрамов Л.С. Географическая наука — Победе // Известия РАН. Серия географическая. 1995. № 2.
4. Григорьев А.А. Институт географии АН СССР в дни Отечественной войны // Вестник АН СССР. 1943. № 7—8.
5. Григорьев А.А. Советская география и война // Известия ВГО. 1944. Т. 76. Вып. 1. С. 10—20.
6. Котляков В.М., Преображенский В.С. Академическая география — Вооружённым силам (1941—1944 годы) // Известия РАН. Серия географическая. 1995. № 2.
7. Преображенский В.С., Александрова Т.Д. Комплексные военно-географические карты: 1941—1944 гг. Опыт академического специального картографирования // Известия РАН. Серия географическая. 1995. № 2.
8. Ферсман А.Е. География на службе войны // Наука и жизнь. 1942. № 11—12.
9. Герасимов И.П., Кесь А.С. Опыт составления комплексных географических карт // Труды 2-го съезда Географического общества СССР. Т. 1. М.: 1948. С. 348—355.
10. Доскач А.Г., Кесь А.С., Назаровский О.Р., Помус М.И. География в учреждениях Академии наук СССР в годы Великой Отечественной войны // Известия АН СССР. Серия географическая. 1975. № 3.
11. Кесь А.С. Работы межинститутской группы Академии наук СССР // Вопросы географии. 1985. Сб. № 128.
12. Марков К.К. Воспоминания и размышления географа. М.: Изд-во МГУ, 1973.
13. Советские географы — фронту и тылу (1941—1945 гг.) // Вопросы географии. 1985. Сб. № 128.

14. Список работ Института географии АН СССР, выполненных за время Отечественной войны (1941–1943 гг.). Рукопись / Составитель Коган С.М. Архив ИГ РАН. Инв. № 4249.
15. Институт географии и его люди. М.: Наука, 2008.
16. *Ефремов Ю.К.* Из опыта военно-географического обслуживания фронта. Советские географы – фронту и тылу // Вопросы географии. 1985. Сб. № 128. С. 77–83.
17. *Марков К.К.* Военная география // Известия ВГО. 1943. Т. 75. Вып. 3.
18. *Симонов Ю.Г.* История географии в Московском университете: события и люди. Т. 2. Ч. 1. М.: Изд-во МГУ, 2013.
19. *Витязева В.А.* Об основных вопросах географической науки // Вестник АН СССР. 1950. С. 95–98. <http://www.ras.ru/FStorage/download.aspx?id=b6d36438-4d2a-4545-8227-7afc71e84441>
20. *Тишков А.А.* Люди нашего племени. Очерки об учёных – учителях, коллегах, друзьях. М.: Институт географии РАН, 2012.
21. *Тишков А.А., Мурзаева В.Э.* Пространство, время и люди – главные герои жизни Э.М. Мурзаева // Известия РАН. Серия географическая. 2008. № 2.
22. *Берг Л.С.* Всесоюзное географическое общество за сто лет. 1946.
23. *Голубчик М.М., Евдокимов С.П., Максимов Г.Н.* История географии. Учебное пособие. Смоленск: Изд-во СГУ, 1998.
24. *Исаченко А.Г.* Учение о ландшафте, его интерпретационный и методологический потенциал // Вопросы географии. 2014. Сб. № 138.
25. *Исаченко А.Г.* Страницы из истории советской географии тридцатых–пятидесятых годов XX века. К 125-летию Л.С. Берга и 100-летию С.В. Калесника // Известия РГО. 2001. Т. 133. Вып. 1.
26. *Александрова Т.Д.* Андрей Александрович Григорьев. Жизнь и научное творчество (1883–1968) / Отв. ред. Котляков В.М. М.: Изд-во КМК, 2011.
27. *Исаченко А.Г.* О единстве географии // Известия ВГО. 1971. Т. 103. Вып. 3.
28. *Артоболевский С.С., Бабурин В.Л., Бакланов П.Я. и др.* Стратегия пространственного развития в Российской Федерации: географические ресурсы и ограничения // Известия РАН. Серия географическая. 2009. № 3.

DOI: 10.7868/S0869587315040052

ВКЛАД ОТЕЧЕСТВЕННЫХ УЧЁНЫХ В ОТКРЫТИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ РНК ЖИВОТНЫХ

9–11 августа 2014 г. в Cold Spring Harbor Laboratory (CSHL, США), научном центре, известном своими достижениями в области молекулярной биологии, прошёл специальный симпозиум, посвящённый истории открытия и дальнейшим исследованиям матричной (информационной) РНК. Единственным учёным из России, приглашённым организаторами в качестве докладчика, стал академик Г.П. Георгиев. К сожалению, несмотря на то, что все расходы, включая стоимость билета бизнес-класса, были оплачены CSHL, Г.П. Георгиев не смог присутствовать на мероприятии лично: Консульский отдел США выдал въездную визу слишком поздно — уже после окончания симпозиума. Тем не менее доклад был зачитан постоянно работающим в CSHL бывшим сотрудником Г.П. Георгиева Г.Н. Ениколоповым и имел большой успех. Далее я расскажу о тех работах и результатах, благодаря которым Г.П. Георгиев стал ключевой для рассматриваемого направления молекулярной биологии фигурой и был заложен фундамент для развития этого направления.

Открытие матричной РНК состоялось в 1961 г. и фактически дало объяснение тому, как происходит передача генетической информации от её хранилища в ДНК к белкам, а именно к местам синтеза белка в рибосомах. Первоначально считалось, что передача информации от ДНК к белку осуществляется самими рибосомами, но РНК рибосом по своему нуклеотидному составу резко отличается от ДНК: отношение суммы гуанина и цитозина к сумме аденина и тимина/урацила составляет для ДНК млекопитающих 0.7, а для рибосомной РНК — 1.6. В 1961 г. французские исследователи Ф. Жакоб и Ж. Моно выдвинули гипотезу, согласно которой информация, хранящаяся в ДНК, записывается на особую РНК, которая взаимодействует с рибосомами, где на её матрице происходит синтез белка [1]. Это предположение опиралось на генетические эксперименты по индукции синтеза определённых белков бактерий. Оказалось, что почти сразу после индукции гена начинается синтез соответствующего белка в рибосомах, а после удаления индуктора он быстро прекращается. Ф. Жакоб и Ж. Моно сделали вывод, что от гена к рибосоме направляется некое послание о синтезе определённого белка, причём

таким посланником, скорее всего, выступает молекула РНК. Для обозначения этой гипотетической информационной РНК был предложен термин messenger RNA (РНК-посланник), сокращённо mRNA. В русской литературе используется термин “матричная РНК” (мРНК).

Подтверждение того, что может существовать РНК, отличная от рибосомной, было получено американскими авторами Э. Волкиным и В. Астраханом на бактериях, инфицированных фагом [2]. В них синтезировалась нерибосомная РНК, от которой зависел синтез белков бактериофага. После этого начался активный поиск информационной РНК в бактериях и животных клетках. В результате международному коллективу, в состав которого вошли С. Бреннер (Англия), Ф. Жакоб (Франция) и М. Месельсон (США), удалось экспериментально установить существование мРНК в заражённых фагом бактериях [3]. Она синтезировалась на ДНК фага, затем переносилась к рибосомам, и там происходил синтез соответствующих белков. Несколько позднее уже в СССР Г.П. Георгиевым была обнаружена РНК в клетках животных, отличающаяся от рибосомной и имеющая нуклеотидный состав, подобный тотальной ДНК [4].

Прежде чем перейти к истории изучения информационной РНК животных, необходимо отметить, что бактериальная мРНК по своим свойствам существенно отличается от таковой в клетках животных. Она имеет очень короткое время жизни: ещё до окончания её синтеза к ней присоединяются рибосомы, и начинается синтез одного или нескольких белков (многие мРНК кодируют сразу несколько белков, их информация считывается с нескольких генов). Количество мРНК в бактериях при этом не превышает 2%, и практически все такие молекулы выполняют перенос информации для синтеза белка [5].

Открытие ядерной информационной РНК (дРНК, гяРНК) клеток животных. Работа Георгия Павловича Георгиева начиналась в Институте морфологии животных им. А.Н. Северцова АН СССР в лаборатории И.Б. Збарского, куда он поступил после окончания 1-го Московского медицинского института в 1956 г. и где работал до



В.А. Энгельгардт и Г.П. Георгиев

1963 г., пройдя путь от старшего лаборанта до старшего научного сотрудника, руководителя группы и доктора биологических наук. Вначале Г.П. Георгиев занимался цитологической характеристикой белковых фракций клеточного ядра. По результатам этой работы он защитил кандидатскую диссертацию, после чего И.Б. Збарский предоставил ему руководство небольшой самостоятельной группой, усилия которой концентрировались вокруг изучения природы ядерной РНК, поскольку к этому времени стало ясно, что именно ядро является основным местом синтеза РНК в клетке. В частности, включение радиоактивных предшественников в ядерную РНК происходило гораздо быстрее их включения в РНК цитоплазмы.

Начиная с 1963 г. исследования Г.П. Георгиева переместились в Институт молекулярной биологии АН СССР (до 1965 г. — Институт радиационной и физико-химической биологии АН СССР). Сюда он был приглашен в качестве заведующего лабораторией директором института академиком В.А. Энгельгардтом, чье имя институт носит в настоящее время. Сотрудником Георгиева, оказывавшим ему основную помощь в ходе исследований

информационной РНК в ядрах клеток животных, была В.Л. Мانتьева, позднее защитившая по этой теме кандидатскую диссертацию.

Г.П. Георгиев и В.Л. Мантьева использовали для выделения РНК фенольный метод. Суспензию клеток асцитного рака мышей или печени крысы в растворе 0.14 М NaCl встряхивали с фенолом (рН 6) и центрифугировали. В водном слое присутствует РНК, в фенольном — белки. Неожиданно оказалось, что промежуточный между водным и фенольным слой содержит неразрушенные, сохранившие свою форму ядра. В них были хорошо видны хроматин и ядрышки, они содержали ДНК, часть белков ядра и практически всю ядерную РНК, что представляло особый интерес для авторов, ожидавших, что присутствие фенола будет препятствовать деградации ядерной РНК. Полученные таким образом клеточные ядра называли “фенольными ядрами” [6].

Выяснилось, что большую часть ядерной РНК можно выделить из промежуточного слоя, проводя обработку суспензии фенольных ядер в той же смеси 0.14 М хлорида натрия с фенолом с тем же значением рН, но при температуре 65°C. Ядерная РНК, выделенная таким способом, действитель-

Нуклеотидный состав ДНК мыши и фракций РНК, получаемых фракционированием фенолом при повышающихся температурах

Фракция РНК (ДНК)	Г	Ц	А	У(Т)	Г + Ц/А + У(Т)
ДНК мыши	21	21	29	29	0.72
Цитоплазматическая РНК, 4°C	32	30	20	18	1.63
Ядерная РНК, 4–40°C	32	29	20	18	1.56
Ядерная РНК, 55–65°C	23	20	28	29	0.76
Новообразованная ядерная РНК, 55–65°C	21	20	29	30	0.71

Примечание. Жирным шрифтом выделены нуклеотидные составы ДНК и дРНК.

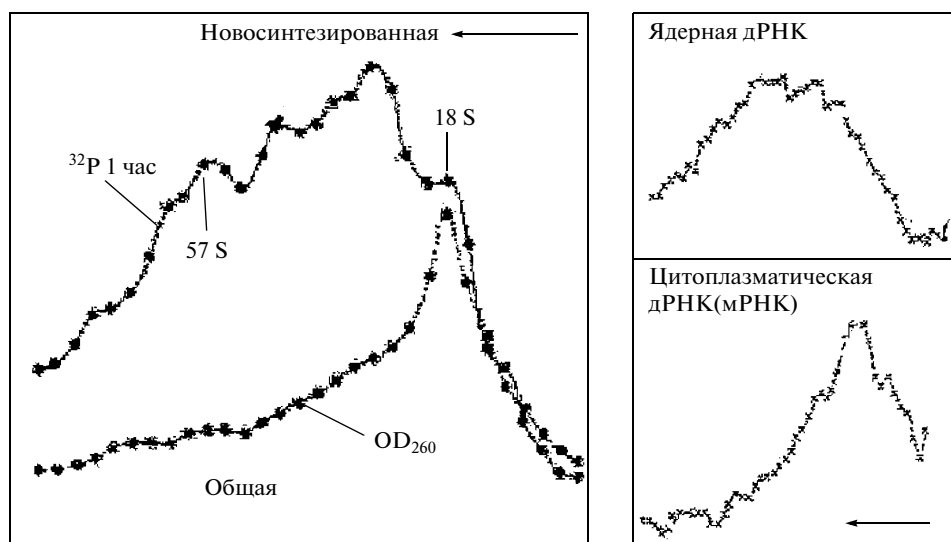


Рис. 1. Ультрацентрифугирование в сахарозном градиенте дРНК

Слева видно, что новообразованная ядерная дРНК (определена по включению в дРНК P^{32}) по размерам существенно превышает тотальную ядерную дРНК (определена по оптической плотности); справа — новообразованная ядерная дРНК также имеет намного больший молекулярный вес, чем дРНК цитоплазмы (зрелая мРНК)

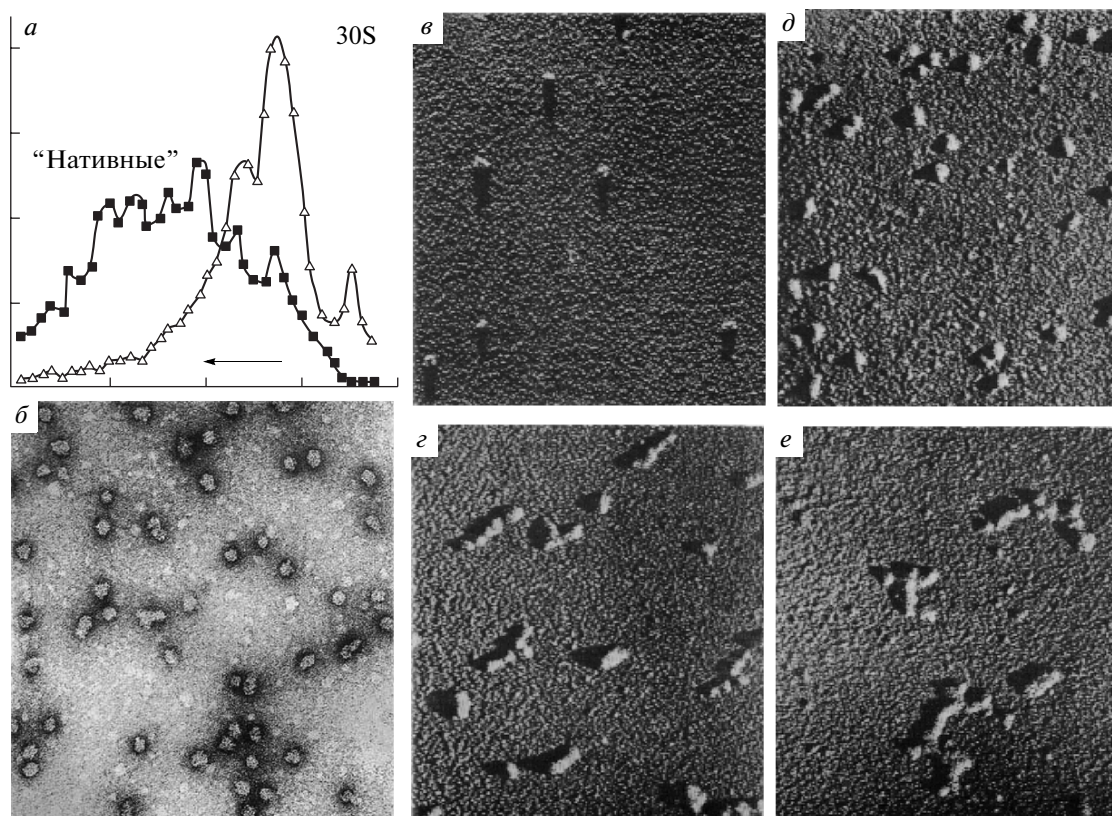


Рис. 2. Ядерные гЯРНП (hnRNP) частицы из печени крысы

a — ультрацентрифугирование ядерного экстракта, содержащего мало деградировавшую РНК (выделение в присутствии ингибитора рибонуклеазы) до и после обработки рибонуклеазой; *б* — электронная микроскопия мономерных 30S частиц диаметром 20 нм; электронная микроскопия с помощью напыления частиц из разных зон градиента: *в* — мономеры, *г* — димеры, *д* — пентамеры, *е* — поличастицы, содержащие по 9–10 мономеров



Соавтор Г.П. Георгиева по открытию дРНК
В.Л. Мантьева

но имела высокий молекулярный вес: при аналитическом ультрацентрифугировании выявлялись два характерных пика рибосомной РНК (28S и 18S) и гетерогенный материал. Нуклеотидный состав ядерной РНК был промежуточным между ДНК ($G + C/A + T = 0.7$) и рибосомной РНК ($G + C/A + U = 1.6$), составлял 1.2–1.3. Георгиев и Мантьева сразу предположили, что ядерная РНК представляет собой смесь рибосомной РНК (рРНК) и нового типа РНК, совпадающей по составу с ДНК и переносящей информацию от ДНК к белку [4]. Логика при выдвижении этой гипотезы была проста: рибосомная РНК является гомогенной и резко отличается по составу от тотальной ДНК, а информационная РНК, кодирующая множество белков и считываемая с большого числа генов, должна по составу приближаться к ДНК, то есть к набору всех генов.

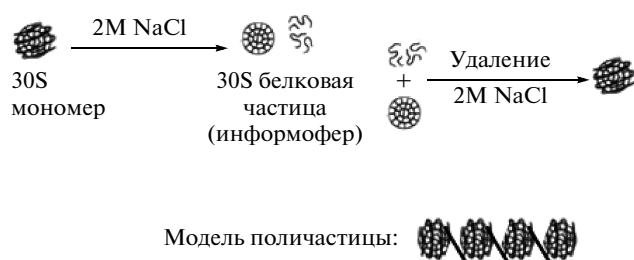


Рис. 3. Строение ядерных дРНК

Вверху — схема обратимой диссоциации 30S частицы на РНК и чисто белковую 30S частицу (информофер) под влиянием 2M NaCl и последующей реконструкции 30S РНП частицы после удаления 2M NaCl диализом; внизу — модель полинуклеотида, состоящей из дРНК, намотанной на поверхность серии белковых частиц (информоферов)

Уже первые опыты по фракционированию ядерной РНК, выполненные в 1961 г., подтвердили эту гипотезу [4]. Однако особенно хорошее разделение дал разработанный Георгиевым и Мантьевой в 1962 г. метод последовательной обработки ядер фенолом при повышающихся температурах (табл.) [7]. В интервале температур 55–65°C была получена РНК с тем же составом, что и ДНК. Эту РНК авторы называли ДНК-подобной РНК, или дРНК, и предположили, что она соответствует информационной РНК животной клетки.

Однако дальнейшие эксперименты выявили более сложную по сравнению с той, которая была установлена для бактерий, картину. Во-первых, содержание дРНК в ядре оказалось весьма высоким — порядка трети всей ядерной РНК. Во-вторых, новообразованная ядерная дРНК обнаружила гораздо более высокий молекулярный вес, чем тотальная ядерная дРНК (рис. 1), можно было предположить распад дРНК в ядре [8]. Кроме того, был разработан метод визуализации дРНК в цитоплазме с помощью обработки клеток малыми дозами актиномицина Д, избирательно подавляющими синтез рибосомной РНК [8]. Содержание дРНК в цитоплазме составляло несколько процентов, как и у бактерий. Был сделан вывод, что она соответствует зрелой мРНК. Молекулярный вес новообразованной ядерной дРНК намного превышал вес мРНК цитоплазмы (см. рис. 1) [9]. Наконец, в опытах по гибридизации и конкурентной гибридизации было установлено, что ядерная дРНК содержит все последовательности цитоплазматической дРНК, а последняя — только часть последовательностей ядерной дРНК. На основании всех этих данных Георгиев и Мантьева пришли к заключению, что в ядре синтезируется высокомолекулярный предшественник мРНК, который затем в ядре подвергается расщеплению и частичному распаду с образованием зрелой мРНК, экспортируемой далее в цитоплазму. Именно открытие первичной информационной РНК стало главным результатом данного этапа исследований. К подобным же выводам тремя годами позднее пришли французский учёный К. Шеррер [10] и американские авторы Дж. Дарнелл [11], Ш. Пенман [12] и Дж. Аттарди [13]. Они выявляли новообразованную информационную РНК в основном с помощью ультрацентрифугирования в градиенте плотности сахарозы и определяли нуклеотидный состав новообразованной (меченной радиоактивным фосфатом) РНК. Был показан распад значительной части этой РНК. Полученные зарубежными исследователями результаты в целом не отличались значительной новизной, основным итогом стало переименование ядерной дРНК в гетерогенную ядерную РНК (hnRNA, гяРНК). Естественно,

предложенный американцами термин закрепился в англоязычной литературе.

Открытие и изучение структуры ядерных рибонуклеопротеидных частиц, содержащих дРНК (гяРНК). Второе важное открытие было сделано Г.П. Георгиевым в сотрудничестве с О.П. Самариной, позднее ставшей доктором биологических наук, профессором и лауреатом Ленинской премии. Этим открытием стало выяснение структурной организации ядерной дРНК в клеточном ядре. Был разработан мягкий метод выделения рибонуклеопротеидов из ядер. В полученных фракциях содержалась практически вся дРНК ядра, причём она была чиста от примесей рибосомной РНК. При ультрацентрифугировании вся дРНК оказывалась в составе гомогенного 30S пика [14], отношение РНК к белку в котором составляло 1 : 4–1 : 5. В электронном микроскопе молекулы выглядели как гомогенные частицы диаметром 20 нм (рис. 2). Молекулярный вес РНК был невелик, что противоречило данным о высоком молекулярном весе ядерной дРНК.

Тогда та же процедура выделения была проведена в присутствии ингибитора рибонуклеаз. В этом случае ядерная дРНК при ультрацентрифугировании обнаруживала себя в виде серии пиков с коэффициентами седиментации от 30S до 200S и более [15]. Мягкая обработка рибонуклеазой количественно превращала все тяжёлые пики в 30S мономеры (см. рис. 2).

При электронной микроскопии с напылением было отчётливо видно, что первый пик (30S) содержал отдельные глобулы, второй пик – димеры, пятый – пентамеры, ещё более тяжёлый – частицы из 9 глобул и т.д. Если, взяв какой-либо пик, выделить из него РНК, определить её размер и разделить на число глобул, оказывается, что на одну глобулу приходится около 700 нуклеотидов. С этими значениями согласовывались данные по определению плавучей плотности, которая была одинаковой для всех частиц и составляла 1.40–1.41 г/см³, что указывало на одинаковое отношение РНК/белок, равное 1 : 4–1 : 5 в частицах всех размеров [15].

На одну 30S частицу приходится около 20 молекул белка с молекулярным весом порядка 40 kDa. Дж. Дрейфус и другие авторы обнаружили, что эти молекулы представлены, по крайней мере, шестью разными белками [16]. Таким образом, ядерные частицы, содержащие дРНК (их современное название hnRNP, или гяРNP, – рибонуклеопротеиды, включающие гетерогенную ядерную РНК), представляют собой длинную РНК, входящую в состав мономерных частиц, соединённых мостиками РНК, которые в первую очередь разрушаются при действии рибонуклеазы.

Далее проводилось изучение структуры мономера. Было установлено, что РНК в частицах име-



Соавтор Г.П. Георгиева по открытию ядерных гяРNP (hnRNP) О.П. Самарина

ет поверхностную локализацию. Так, достаточно высокие дозы рибонуклеазы полностью разрушали дРНК, которая не была защищена белками частицы. Более того, 2M NaCl полностью удаляет РНК, причём белковая глобула сохраняется в виде частицы с тем же коэффициентом седиментации и теми же размерами (диаметр 20 нм). При удалении 2M NaCl происходит восстановление исходного мономера [17], а если добавлять более длинную РНК, то и мультимеров (рис. 3).

Итак, гяРNP представляет собой длинную цепь гяРНК, намотанную на поверхность серии идентичных или сходных глобулярных белковых частиц, названных Георгиевым и Самариной информосомами (носителями информационной РНК). Такая структура обеспечивает компактизацию длинной цепи РНК и в то же время оставляет её доступной для взаимодействия с другими белковыми факторами, определяющими её дальнейшую судьбу.

Интересно, что через несколько лет тот же принцип организации был открыт другими авторами и для нуклеосом хроматина [18]. Первым уровнем компактизации гигантских по длине цепей ДНК является их спирализация на поверхности белковой частицы, содержащей по две молекулы белков – гистонов (H2a, H2b, H3 и H4). Такая частица, получившая название “нуклеосома”, содержит 146 нуклеотидных пар ДНК. Нуклеосомы соединены линкерными ДНК. При мягкой обработке хроматина дезоксирибонуклеазой образуется набор полинуклеосом разного размера, а при более интенсивной – моонуклеосомы. Сходство с организацией гетерогенной ядерной РNP очевидно.

Открытие гяРНК как предшественника матричной РНК и ядерных рибонуклеопротеиновых частиц (гяРНП частиц) сыграло важнейшую роль в понимании процессов передачи информации у высших организмов, с чем и было связано приглашение Г.П. Георгиева на симпозиум по истории становления концепции мРНК.

Развитие исследований по контролю синтеза мРНК в Институте биологии гена РАН. Вскоре после описанных выше работ Г.П. Георгиев сосредоточился на изучении хроматина и организации генома, которое привело к открытию совместно с автором этих строк, В.А. Гвоздевым и другими нашими коллегами мобильных генетических элементов у животных. Однако в организованном Георгиевым в 1990 г. Институте биологии гена (ИБГ) РАН основным направлением стало исследование регуляции экспрессии генов, то есть прежде всего регуляции синтеза гяРНК и экспорта в цитоплазму мРНК. Другой важной областью является разработка новых подходов к терапии опухолей, и над этими проблемами преимущественно работает сегодня сам Г.П. Георгиев.

В области исследования регуляции экспрессии гена в лабораториях ИБГ РАН удалось сделать ряд важных открытий. Так, были выявлены новые свойства и функции инсуляторов, важных регуляторных элементов генома. Это вызвало пересмотр ряда устоявшихся в западной литературе догм. Одним из основных свойств инсуляторов, как удалось обнаружить, является их способность прочно связываться между собой — в зависимости от димеризации ряда белков инсуляторного комплекса [19–21]. При взаимодействии инсуляторы проявляют полярность, связываясь только находясь в одинаковой ориентации, чем и обусловлена конфигурация образующейся петли и то, какой ген будет активирован [22, 23]. Открыты сверхдальние взаимодействия в геноме вплоть до дистанции в несколько миллионов пар оснований и даже между негомологичными хромосомами. Они определяются взаимодействием всё тех же инсуляторов и могут вести к активации промотора энхансером [24, 25]. Фиксация взаимодействия инсулятора с промоторами (малоселективное) и с энхансерами (более избирательное) [23, 26, 27] позволила объяснить разобщающее действие инсуляторов.

Был также открыт ряд новых белков, регулирующих синтез мРНК. Среди них особый интерес представляют белки SAYP [28] и ENY2 [29, 30]. Установлено, что SAYP связывает иницирующий белковый комплекс TFIID и ремоделирующий хроматин комплекс SWI/SNF в единый супер-комплекс. SWI/SNF вызывает движение нуклеосом, и, как только промотор освобождается от нуклеосом, с ним сразу связывается TFIID. При инактивации SAYP не происходит рекрутирова-

ния TFIID и SWI/SNF на промоторе и резко падает транскрипция многих генов [30].

ENY2 оказался белком, необходимым для многих этапов биогенеза мРНК. Он участвует в инициации синтеза гяРНК, входя в состав белкового комплекса SAGA [31]. Далее, являясь необходимым компонентом комплекса ТНО, он участвует в элонгации гяРНК, в связывании с гяРНП и в экспорте мРНК [32]. Входя в состав комплекса AMEX/TREX-2, ENY2 тоже необходим для связывания с гяРНП и последующего экспорта мРНК в цитоплазму. Подавление синтеза ENY2 полностью блокирует транспорт мРНК: она остаётся в ядре [31]. Кроме того, ENY2 входит в состав ряда инсуляторных комплексов, отвечая за их барьерную функцию и защиту от распространения зоны подавления транскрипции мРНК [33].

Все эти и ряд других работ, выполненных в Институте биологии гена РАН, являются полностью оригинальными и играют важную роль в понимании механизмов регуляции экспрессии генов. Это достойное продолжение работ основателя института Г.П. Георгиева в области изучения информационной РНК.

Ю.В. ИЛЬИН,
академик,
Институт биологии гена РАН
ilyin@genebiology.ru

ЛИТЕРАТУРА

1. Jacob F., Monod J. Genetic regulation mechanisms in the synthesis of proteins // J. Mol. Biol. 1961. V. 3. P. 318–356.
2. Volkin E., Astrachan V. The formation of RNA in T2 — infected bacteria // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 1960. V. 46. P. 1336–1349.
3. Brenner S., Jacob F., Meselson M. An unstable intermediate carrying information from genes to ribosome for protein synthesis // Nature. 1961. V. 190. P. 576–581.
4. Георгиев Г.П. Рибонуклеиновая кислота хромосомно-ядрышкового аппарата // Биохимия. 1961. Т. 26. С. 1095–1126.
5. Lewin B. Genes IX. Boston, Toronto, London, Singapore: Jones & Bartlett publishers, 2011.
6. Георгиев Г.П., Мантиева В.Л. Выделение клеточных ядер фенольным методом и их характеристика // Биохимия. 1960. Т. 25. С. 143–150.
7. Georgiev G.P., Mantieva V.L. The isolation of DNA-like RNA and ribosomal RNA from the nucleolo-chromosomal apparatus of mammalian cells // Biochim. Biophys. Acta 1962. V. 61. P. 153–154.
8. Georgiev G.P., Samarina O.P., Lerman M.I., Smirnov M.N. Biosynthesis of messenger and ribosomal ribonucleic acids in the nucleolo-chromosomal apparatus of animal cells // Nature. 1963. V. 200. P. 1291–1294.

9. Самарина О.П., Лерман М.И., Туманян В.Г. и др. Характеристика хромосомной информационной рибонуклеиновой кислоты // Биохимия. 1965. Т. 30. С. 880–893.
10. Scherrer K., Marcaud L., Zajdela F. et al. Patterns of RNA metabolism in a differentiated cell: a rapidly labeled unstable 60S RNA with messenger properties in duck erythroblast // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 1966. V. 56. P. 1571–1578.
11. Warner J.R., Soeiro R., Birnboim H.C. et al. Rapidly labeled HeLa cell nuclear RNA. Identification by zone sedimentation of a heterogeneous fraction separated from ribosomal precursor RNA // J. Mol. Biol. 1966. V. 19. P. 349–356.
12. Penman S. RNA metabolism in HeLa cell nucleus // J. Mol. Biol. 1966. V. 17. P. 117–130.
13. Houssais J.F., Attardi G. High molecular weight nonribosomal-type nuclear RNA and cytoplasmic messenger RNA in HeLa cells // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 1966. V. 56. P. 616–623.
14. Samarina O.P., Krichevskaya A.A., Georgiev G.P. Nuclear ribonucleoproteins containing messenger RNA // Nature. 1966. V. 210. P. 1319–1322.
15. Samarina O.P., Lukanidin E.M., Molnar J., Georgiev G.P. Structural organization of nuclear complexes containing DNA-like RNA // J. Mol. Biol. 1968. V. 33. P. 251–263.
16. Dreyfus G., Matenis M.J., Piñol-Roma S., Burd C.G. hnRNP proteins and the biogenesis of mRNA // Ann. Rev. Biochem. 1993. V. 62. P. 289–321.
17. Lukanidin E.M., Zalmanzon E.S., Komaromi L. et al. The structure and function of informers // Nature New Biol. 1972. V. 238. P. 193–197.
18. Luger K., Mäder A.W., Richmond R.K. et al. Crystal structure of the nucleosome core particle at 2.8 Å resolution // Nature. 1997. V. 389. P. 251–260.
19. Gause M., Hovhannisyan H., Kan T. et al. Hobo Induced rearrangements in the yellow locus influence the insulation effect of the gypsy su(Hw)-binding region in *Drosophila melanogaster* // Genetics. 1998. V. 149. P. 1393–1405.
20. Muravyova E., Golovnin A., Gracheva E. et al. Loss of insulator activity by paired Su(Hw) chromatin insulators // Science. 2001. V. 291. P. 495–498.
21. Bonchuk A., Denisov S., Georgiev P., Maksimenko O. *Drosophila* BTB/POZ domains of “ttk group” can form multimers and selectively interact with each other // J. Mol. Biol. 2011. V. 412. P. 423–436.
22. Kyrchanova O., Chetverina D., Maksimenko O. et al. Orientation-dependent interaction between *Drosophila* insulators is a property of this class of regulatory elements // Nucleic. Acids. Res. 2008. V. 36. P. 7019–7028.
23. Kyrchanova O., Ivlieva T., Toshchakov S. et al. Selective interactions of boundaries with upstream region of Abd-B promoter in *Drosophila* bithorax complex and role of dCTCF in this process // Nucleic. Acids. Res. 2011. V. 39. P. 3042–3052.
24. Kyrchanova O., Georgiev P. Chromatin insulators and long-distance interactions in *Drosophila* // FEBS Lett. 2014. V. 588. P. 8–14.
25. Kravchenko E., Savitskaya E., Kravchuk O. et al. Pairing between gypsy insulators facilitates the enhancer action in trans throughout the *Drosophila* genome // Mol. Cell. Biol. 2005. V. 25. P. 9283–9291.
26. Erokhin M., Davydova A., Kyrchanova O. et al. Insulators form gene loops by interacting with promoters in *Drosophila* // Development. 2011. V. 138. P. 4097–4106.
27. Kyrchanova O., Maksimenko O., Stakhov V. et al. Effective blocking of the white enhancer requires cooperation between two main mechanisms suggested for the insulator function // PLoS Genet. 2013. V. 9. e1003606.
28. Shidlovskii Y.V., Krasnov A.N., Nikolenko J.V. et al. A novel multidomain transcription coactivator SAYP can also repress transcription in heterochromatin // EMBO J. 2005. V. 24. P. 97–107.
29. Georgieva S., Nabirochkina E., Dilworth F.J. et al. The novel transcription factor E(y)2 interacts with TAF(II)40 and potentiates transcription activation on chromatin templates // Mol. Cell. Biol. 2001. V. 21. P. 5223–531.
30. Vorobyeva N.E., Soshnikova N.V., Nikolenko J.V. et al. Transcription coactivator SAYP combines chromatin remodeler Brahma and transcription initiation factor TFIID into a single supercomplex // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 2009. V. 106. P. 11049–11054.
31. Kurshakova M.M., Krasnov A.N., Kopytova D.V. et al. SAGA and a novel *Drosophila* export complex anchor efficient transcription and mRNA export to NPC // EMBO J. 2007. V. 26. P. 4956–4965.
32. Kopytova D.V., Orlova A.V., Krasnov A.N. et al. Multifunctional factor ENY2 is associated with the THO complex and promotes its recruitment onto nascent mRNA // Genes. Dev. 2010. V. 24. P. 86–96.
33. Kurshakova M., Maksimenko O., Golovnin A. et al. Evolutionarily conserved E(y)2/Sus1 protein is essential for the barrier activity of Su(Hw)-dependent insulators in *Drosophila* // Mol. Cell. 2007. V. 27. P. 332–338.

DOI: 10.7868/S0869587315040088

**Россия в Калифорнии: русские документы о колонии Росс
и российско-калифорнийских связях, 1803–1850.**

В 2-х томах / Составление и подготовка А.А. Истомина, Дж. Р. Гибсона,
В.А. Тишкова. М.: Наука. Т. 1, 2005. 754 с., 109 ил. Т. 2, 2012. 525 с., 53 ил.

Russian California, 1806–1860. A History in Documents.

Compiled and Edited by James R. Gibson and Alexei A. Istomin with the assistance
of Valery A. Tishkov. Translated by James R. Gibson. V. 1–2. 547 p., 640 p.
L.: The Hakluyt Society, 2014.

Сборники, о которых пойдёт речь, посвящены истории освоения Калифорнии нашими соотечественниками. Этот фундаментальный труд, подготовленный коллективом видных учёных, академиком В.А. Тишковым, кандидатом исторических наук А.А. Истоминным и профессором из Канады Дж. Гибсоном, представляет собой документы, которые раскрывают всё многообразие экономических, политических и культурных связей между Русской Америкой и испанской Калифорнией.

Казалось бы, такие тесные отношения невозможны, ведь официально Калифорния была территорией Испанской империи (закрытой для торговли с иностранцами), а затем завоёвана и включена в состав США. Но рецензируемый труд даёт более развёрнутую и полную информацию, на важность которой много лет обращают внимание, что отражено в Российском индексе научного цитирования (РИНЦ) [1].

Напомню, что в 1799–1867 гг. Российская империя имела заморские колонии, которые получили название “Русская Америка”. Этой территорией управляла первая и крупнейшая в Российской империи монопольная акционерная Российско-американская компания (РАК), среди держателей ценных бумаг которой была даже царская фамилия.

Со второй половины XVIII в. русские люди, осваивая северо-западную часть Тихого океана, проникали всё дальше и дальше на юг. Уже в начале XIX в. у РАК появились серьёзные планы по утверждению своего присутствия в Калифорнии. Они были претворены в жизнь в 1812 г., когда мещанин из Тотьмы И.А. Кусков (друг и соратник первого главного правителя русских колоний в Америке А.А. Баранова) недалеко от Сан-Фран-

циско основал поселение и крепость, получившие вскоре название Росс. Постоянное поселение в Калифорнии позволило обеспечивать русские колонии продовольствием. Кроме того, для русских кораблей, совершавших кругосветные экспедиции, очень нужна была гавань, где можно было передохнуть перед тяжёлым переходом при встречных ветрах до Аляски. В окрестностях крепости Росс произрастал пригодный для судостроения лес, поэтому здесь были налажены ремонт и постройка кораблей. Достоинство прибрежных вод заключалось в наличии большой колонии каланов, чей мех ценился очень высоко. Земли были плодородны и давали хорошие урожаи, климат способствовал развитию животноводства. Всё это сыграло значительную роль в развитии колонии. Однако в 1841 г. крепость и селение Росс перестали существовать. Все постройки и прилегающая земля были проданы американцу швейцарского происхождения Дж. Саттеру.

Первый том обсуждаемого труда можно охарактеризовать как “исследование и документы”. Он охватывает период с 1803 по 1830 г. и включает предисловие, установочную главу о принципах подачи текста, введение, которое представляет собой самостоятельное 70-страничное исследование об основных этапах колонизации русскими Калифорнии, и собственно документы, скомпонованные по соответствующим разделам.

С книгой удобно работать как учёным, так и всем интересующимся историей Русской Америки. Она снабжена справочным аппаратом, списком принятых сокращений, указателями географических названий, имён, этнических, национальных, языковых, территориальных общностей, наименований животных, растений, плодов, названий кораблей, а также словарём специальных терминов, местных и устаревших слов.

Том является наиболее полным собранием редкой информации, иллюстрированным уникальными снимками, многие из которых опубликованы впервые. Здесь органично сочетаются старые иллюстрации и удачные в композиционном отношении фотографии, сделанные академиком В.А. Тишковым в наше время. «Россия в Калифорнии» может быть полезна историкам и этнографам. В определённом смысле это и исторический справочник по флоре и фауне в местах русских поселений.

Составители сборника так организовали материал, что читатель получает обширную информацию о развитии русской колонии в Калифорнии. Первый раздел первого тома освещает события 1803–1811 гг. и назван «Продвижение русских в Калифорнию». Он открывается донесением камергера Н.П. Резанова императору Александру I от 5 мая 1806 г. о путешествии в Калифорнию. Всего в первом разделе 20 документов. В них идёт речь о появлении интереса к новым территориям со стороны России, обосновании этого интереса с экономической, политической и культурной точек зрения. Показаны позиции главного правителя РАК А.А. Баранова и Н.П. Резанова. Приводится редкий документ, иллюстрирующий отношение Александра I к запросам Главного правления РАК об освоении новых территорий.

Становление постоянно действующего поселения и начало планомерной русской колонизации Калифорнии относится к 1812 г. Составители справедливо начинают новый раздел именно с этой даты и доводят изложение до 1821 г. — времени завершения деятельности первого правителя селения Росс И.А. Кускова. Всего здесь 48 документов, разнообразием которых отличается этот раздел. Читатель найдёт письма, инструкции, записки и донесения главных правителей РАК, капитанов морских судов. Особенно любопытен «Протокол встречи индейских вождей с капитан-лейтенантом Л.А. Гагемейстером», удостоверяющий их дружеские отношения с русскими. В свете современных связей между индейцами племени каша и РАН этот документ приобретает особое значение, подчёркивая наличие исторической традиции, заложенной 22 сентября 1817 г. [2, с. 138–143].

Власти Калифорнии неоднократно предъявляли претензии РАК и требовали упразднить крепость и селение Росс. Но на практике сделать это оказалось весьма сложно. Более того, сами испанцы были заинтересованы в торговле с русскими. Поэтому отношения с южными соседями развивались на основе взаимной выгоды, о чём свидетельствуют материалы, представленные в разделе «Отношения с южными соседями, 1821–1824».

С 1824 по 1830 г. на берегу залива, прилегающего к крепости, была построена судовая верфь, сооружена мельница, расширились сельскохо-

зяйственные угодья. Составители отметили важность порта Румянцева, ферм-«ранчо» на просторанстве от Росса до низовий реки Славянки и залива Бодега, а также русской зверобойной фермы на Фараллоновых островах к западу от пролива Золотые ворота.

Второй том, подготовленный авторами к 200-летию юбилею Форта Росс, продолжает в хронологическом порядке публикацию документов о развитии российской колонии в Калифорнии в период её расцвета. Авторы использовали уже опробованную схему разбивки материалов на соответствующие разделы.

«Развитие колонии Росс и контакты с мексиканской Калифорнией, 1830–1835» — так назван раздел, в котором представлены сведения, характеризующие разные стороны хозяйственной жизни колонии, приводятся данные о составе населения. Наиболее интересные из них — данные из Библиотеки Конгресса о крестившихся, бракосочетавшихся, миропомазанных. Кстати, в трудах учёных использование ресурсов Библиотеки Конгресса — большая редкость из-за сложности обработки находящихся там материалов.

Составители сборника выделили в особый раздел деятельность морского офицера и главного правителя русских колоний в Америке Ф.П. Врангеля, подчеркнув его усилия по разрешению территориального спора с Мексикой по поводу крепости и селения Росс. Весной 1836 г. Врангель, возвращаясь с Аляски в Россию через Мексику, посетил Мехико, где встретился с министром иностранных дел этого государства Х. Монастерио. Врангель убедился в том, что если Россия признает независимость Мексики, то её правительство не только согласится определить границы русских владений в Калифорнии, но и позволит расширить их на два десятка миль к северу, востоку и югу. Однако царское правительство не пошло на признание Мексики, и переговоры не получили своего продолжения. Между тем этот шаг можно считать серьёзным проектом, направленным на закрепление де-юре за Российско-американской компанией селения и крепости Росс.

Период 1836–1839 гг. назван «Последние усилия по развитию колонии Росс». Из материалов данного раздела, на мой взгляд, наибольшее впечатление производят те, в которых речь идёт об агрономе и фермере Егоре Леонтьевиче Черных. До приезда в Калифорнию он получил специальное образование в школе Московского общества сельского хозяйства и успешно работал по своей специальности на Камчатке. По инициативе главного правителя колоний Врангеля его пригласили на службу в Российско-американскую компанию и направили в селение Росс в качестве помощника П.С. Костромитинова. Благодаря усилиям Черных ведение сельского хозяйства в Русской Калифорнии удалось усовершенствовать.

По его настоянию вспашка земли стала вестись не на лошадях, а на более крепких быках. Он сконструировал и соорудил “молотильную машину”, закупил в Чили семена лучшей пшеницы [3]. Засев новых площадей привёл к увеличению сбора хлеба.

Ликвидация крепости и селения Росс заняла четыре года (1838–1841), этот период представлен более чем 40 документами — предписаниями и инструкциями, полученными главными правителями Русской Америки, перепиской между управляющими Россом и морскими офицерами. Думается, что одним из ключевых документов является выписка из протокола совещания в Главном правлении РАК о судьбе Росса, датированная 16 ноября 1838 г. Представляется, что именно заключительный период существования колонии, связанный с продажей крепости и селения Росс, нуждается в дополнительном изучении. Росс был продан тогда, когда русские достигли наибольших успехов в хозяйственном освоении земель в Калифорнии, получали максимальные урожаи, когда активизировалась миссионерская деятельность иерея Иннокентия Вениаминова. Официальная версия об убыточности Росса выглядит спорной, как спорным является название раздела второго тома “Усилия по развитию Росса”. Скорее, это были усилия по его продаже. Завершается том 1842 г., но ведь развитие отношений продолжалось и далее, с тем же Саттером, а затем начался крайне насыщенный событиями период перевода кафедры из Ново-Архангельска в Сан-Франциско.

Кто персонально стоял за решением о ликвидации Форта Росс, ещё предстоит выяснить. Активно способствовал такому решению правитель крепости А.Г. Ротчев, который напрямую направлял свои послания директорам РАК, минуя главного правителя колоний. Это легло на благодатную почву, поскольку директора РАК были озабочены вопросом списания долгов и расходов по проблемным статьям: часть затрат на кругосветные экспедиции могла списываться на содержание Росса. Вслух говорить об убыточности экспедиций было нельзя. Это значило бы ставить под удар государство, заинтересованное в присутствии русского флота в Тихом океане. К тому же прежде следовало решить проблему снабжения продовольствием Аляски, что было сделано путём заключения договора между Российско-американской компанией и Компанией Гудзонова залива. Но этот договор явился скорее следствием, а не причиной решения о продаже Росса.

В истории крепости и селения Росс остаётся ещё немало вопросов, в том числе и о позиции Врангеля, который сначала хотел закрепить колонию за Россией, а потом изменил свою точку зрения. Представляется, что поиск и введение в на-

учный оборот новых архивных материалов помогут ответить на эти и другие вопросы [4, с. 14–17].

Имея в виду геополитический аспект, уход из Калифорнии следует рассматривать как первый шаг удаления России с Американского континента. С продажей Росса эпоха открытия и освоения новых территорий в северной части Тихого океана и использования новых методов предпринимательства практически завершилась. Как писал М.С. Корсаков, Форт Росс был продан, потому что “смелости не достало продолжить начатое...” [5]. Экономические контакты с Калифорнией продолжались и после продажи русской колонии Саттеру, тогда-то и появилось привычное нам словосочетание — Форт Росс.

Следует отметить главу, подготовленную к данному изданию И.М. Васильевой и А.А. Оскольским. В ней приводится весьма полезный материал, посвящённый ботаническим исследованиям в Калифорнии.

Практически одновременно с выходом в свет первого тома “Россия в Калифорнии” академик В.А. Тишков, кандидат исторических наук А.А. Истомин и профессор Дж. Гибсон начали работу по подготовке английского издания, которое первоначально, по всей видимости, задумывалось как перевод русского двухтомника. Гибсон — известный канадский учёный, крупнейший исследователь Русской Америки. Его перу принадлежат многочисленные публикации, в том числе монографии о снабжении продовольствием Аляски, он один из авторов фундаментальной трёхтомной работы “История Русской Америки” [6].

Перед Гибсоном стояла весьма сложная задача. Среди очевидных достижений — выверенный и точный, за редкими исключениями, перевод материалов на английский язык. Гибсону удалось избежать соблазна представить литературный перевод текста на современный английский язык, использовать лексику, характерную для XXI в. Напротив, чувствуется упорная работа по сохранению особенностей текста XIX столетия. Кроме того, к документам даны научные комментарии, которые не только совпадают, но и во многом дополняют то, что сделано в русском издании.

При подготовке двухтомника на английском языке я передал профессору Гибсону свои рекомендации и замечания, относящиеся к первому тому русского издания. Многие из них были учтены: добавлены письмо губернатора Де Сола от 28 октября 1817 г. из Российского государственного исторического архива (РГИА), документы из колониального архива РАК, хранящиеся в национальном архиве США, и некоторые другие материалы.

Открывает англоязычный двухтомник вступительное исследование более чем на 173 страницах. Оно во многом перекликается с уже опублико-

ванным на русском языке, особенно в первом томе, но с рядом существенных отличий: расширен раздел, посвящённый экономике и доставке продовольствия из Калифорнии на Аляску; в раздел включена и отчасти переформатирована информация из отечественного издания; несколько по-иному расставлены акценты, особенно в части уступки Росса Саттеру.

Всего в два тома английского издания включён 491 документ, тогда как в отечественном двухтомнике их 343. Опубликованные только на английском языке документы разнообразны. Это донесения и рапорты, носящие как официальный, так и частный характер, переписка о жизни в колониях, статистические сведения и т.д. Кроме того, расширен список использованных фондов и привлечённых архивов.

Отмечу наиболее важные, на мой взгляд, документы, которые вошли только в английское издание. С точки зрения продвижения в Калифорнию, несомненный интерес представляет дневник лейтенанта Хвостова (т. 1, с. 179–187), извлечённый из отдела рукописей Библиотеки Конгресса. Этот дневник достаточно известен и изучен, правда, в основном в зарубежной историографии (Р. Пирс, Б. Дмитришин). Важные сведения содержит директива главного правителя РАК Л.А. Гагемейстера И.А. Кускову от 9 июля 1818 г. (т. 1, с. 335, 336), проясняющая особенности набора промышленников, а также подготовленная главным правителем Русской Америки С.И. Яновским бумага о направлении судна в Калифорнию (т. 1, с. 400, 401). Следует отметить, что если в отечественном издании документы из Национального архива США представлены избирательно, то в английском, за редким исключением, они опубликованы максимально полно. Так, мы видим донесения главных правителей РАК в столицу Российской империи, наставления управляющим и приказчикам, направлявшимся в колонии, распоряжения Главного правления РАК, касающиеся Росса в 1828–1831 гг., материалы о снабжении Аляски калифорнийскими продуктами и т.д.

Все материалы сгруппированы по разделам, названия которых с небольшими различиями повторяют отечественное издание. Разделы, посвящённые планам по расширению границ и российско-калифорнийским связям в 1824–1850 гг., вынесены во второй том.

Можно сказать, что англоязычная версия труда представляет собой по ряду аспектов самостоятельное издание. Заглавие отличается от русского издания — “Russian California, 1806–1860” (“Русская Калифорния, 1806–1860”), что указывает на определённые изменения, да и хронологические рамки иные. Однако так же, как и двухтомник на русском языке, — это исследование и документы с замечательными иллюстрациями и схемами.

Крайне важно, что в сборнике представлены постраничные сноски, посвящённые персоналиям, принимавшим участие в освоении Калифорнии, даются ссылки на работы, откуда почерпнута та или иная информация. Правда, стремление дать ссылки на обобщающие работы и словари подчас вызывает вопросы. Так, сноски на словарь Р. Пирса не всегда уместны, поскольку первоисточник информации по персоналиям, как правило, иной, например, работы К.Т. Хлебникова. К тому же Пирс не даёт в своей публикации ссылку на источники [7].

К сожалению, вместо библиографии в книге представлен раздел “Использованные работы”, но их список неполный. Перечислены практически все работы, вышедшие на английском языке, но не упомянуты некоторые публикации, напрямую относящиеся к изучаемой теме, например, исследования о различных аспектах жизнедеятельности Форта Росс и причинах его продажи [8].

Хочется надеяться, что дисбаланс в архивных материалах в пользу английского издания удастся разрешить благодаря публикации специального третьего тома на русском языке, в который войдут документы, не включённые в отечественные сборники.

Следует отметить, что методология исследования для обоих изданий тщательно продумана. Академик В.А. Тишков — признанный авторитет в данной области, что повлияло, на мой взгляд, на структуру и охват документами феномена российского освоения Калифорнии. Авторы размышляют о том, как научно отслеживать в прошлом и настоящем общие и фундаментальные закономерности, такие, например, как производящая деятельность, системы воспроизводства и коммуникации людей, выстраиваемые ими иерархии власти и социальности, социальные институты от семьи до государства. К подобным закономерностям относятся и феномен движения или культурного и физического перемещения в пространстве [9, с. 947]. Все эти характеристики присутствуют в рецензируемых сборниках. Так, производящая деятельность в колонии Росс — это сначала промысел морских млекопитающих, а затем выращивание агрикультур, развитие животноводства и других отраслей сельского хозяйства. Перемещение представителей русской культуры на огромные расстояния, привнесение на новые земли отечественного уклада характерны для истории Русской Америки.

Селение и крепость Росс, входя в сферу деятельности Российско-американской компании, ассоциировались с новыми рубежами в сознании наших предков. В первой половине XIX в. из России отправилось более 50 кругосветных экспедиций. Они составили гордость отечественного флота, позволили сделать немало крупных географических открытий. Конечной целью практи-

чески всех экспедиций была Аляска, а снаряжены они были на средства Российско-американской компании [10, с. 1090, 1091].

Что касается проблемы взаимодействия государства, РАК и колонии в Россе, то это одна из системообразующих нитей, связывающих все тома на русском и английском языках.

Прочтение рецензируемого труда позволяет получить цельную картину событий в Калифорнии в первой половине XIX столетия. Используемый авторами подход развивает лучшие традиции Школы “Анналов” с её стремлением обнаружить смысл явлений, понять мотивы людей, предпринимавших те или иные действия, следуя идеям Ф. Броделя, предложившего учитывать географические факторы в историческом процессе. В каждом выделенном историческом периоде Росса хорошо просматриваются все компоненты жизни колонии.

Важнейший элемент рассматриваемого труда — представление преемственности. Она ощущается в тех традициях, которые до сих пор сохраняют индейцы племени кашая, в стремлении развивать культурно-исторические связи между Калифорнией и Россией. Приезд делегаций представителей местных народов в Россию — лучшее тому подтверждение. Именно об этом говорил и академик В.А. Тишков и практически все американские учёные, участвовавшие в 2014 г. в международной конференции “Российско-американский культурно-исторический диалог”.

В заключение подчеркну, что обсуждаемые сборники документов нуждаются в продвижении на различные образовательные и научные площадки. Труд отвечает современным тенденциям в развитии Русского географического общества (РГО), поэтому его можно представить на портале РГО. Хочется пожелать коллективу дальнейших творческих успехов.

А.Ю. ПЕТРОВ,
доктор исторических наук,
Институт всеобщей истории РАН
alaska13@yandex.ru

ЛИТЕРАТУРА

1. http://elibrary.ru/author_refs.asp?authorid=667255
2. Петров А.Ю., Ермолаев А.Н., Савельев И.В. Изучение истории культурного наследия Русской Аме-

рики на международных конференциях в России и за рубежом // КЛИО. 2013. № 3 (75).

3. Черных Е. О состоянии земледелия в селении Росс, в Калифорнии // Земледельческий журнал. 1837. № 6; Черных Е. Письмо из Калифорнии от г. Черных о земледелии в с. Росс // Русский земледелец. 1838. Ч. 1. Январь.
4. Петров А.Ю., Капалин Г.М., Ермолаев А.Н. О продаже русской колонии Форт Росс в Калифорнии // Вопросы истории. 2013. № 1.
5. Дневник М.С. Корсакова. Пребывание в порте Аян // ОР РГБ. Ф. Корсаковы. Ф. 137. Картон 41. Д. 10. Л. 10 об.
6. История Русской Америки (1732–1867): В 3-х томах / Под ред. Болховитинова Н.Н. Т. 1: Основание Русской Америки (1732–1799). М.: Международные отношения, 1997; Т. 2: Деятельность Российско-американской компании (1799–1825). М.: Международные отношения, 1997, 1999; Т. 3. Русская Америка: от зенита к закату (1825–1867). М.: Международные отношения, 1997, 1999.
7. Хлебников К.Т. Жизнеописание Александра Андреевича Баранова, Главного правителя Российских колоний в Америке. СПб.: типография Морского министерства, 1835; [Он же.] Русская Америка в неопубликованных записках К.Т. Хлебникова (1832) / Сост., введ., коммент. Ляпуновой Р.Г., Фёдоровой С.Г. Отв. ред. Александров В.А. Л.: Наука, 1979; [Он же.] Русская Америка в “Записках” Кирилла Хлебникова: Ново-Архангельск (1832) / Сост., предисл., коммент., указ. Фёдоровой С.Г. Отв. ред. Александров В.А. М.: Наука, 1985; Pierce R.A. Builders of Alaska: The Russian Governors, 1818–1867. Biographies of Alaska’s 13 Forgotten Governors, from L.A. Hagemeister to Prince D.P. Maksutov. Kingston: The Limestone Press, 1986; Idem. Russian America: A Biographical Dictionary. Kingston: The Limestone Press, 1990.
8. Петров А.Ю. Российско-американская компания: деятельность на отечественном и зарубежном рынках (1799–1867) / Отв. ред. Болховитинов Н.Н. М.: Институт всеобщей истории РАН, 2006; Петров А.Ю., Капалин Г.М., Ермолаев А.Н. О продаже русской колонии Форт Росс в Калифорнии // Вопросы истории. 2013. № 1; Митрополит Климент. Русская Православная Церковь на Аляске до 1917 г. М.: Олма, 2009.
9. Тишков В.А. Движение как феномен истории и культуры // Вестник РАН. 2010. № 10.
10. Петров А.Ю., митрополит Климент (Капалин), Малахов М.Г. и др. История и наследие Русской Америки // Вестник РАН. 2011. № 12.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ
ОТДЕЛ

ПРЕЗИДИУМ РАН РЕШИЛ
(декабрь 2014 г. – февраль 2015 г.)

- Утвердить Перечень программ фундаментальных исследований РАН по приоритетным направлениям, определяемым РАН на 2015 г., их координаторов и распределение финансирования – субсидий на выполнение работ.

Региональным отделениям РАН и отделениям РАН по областям и направлениям науки разработать и утвердить перечни программ отделений, их координаторов и распределение финансирования по программам и представить в Финансово-экономическое управление РАН (Отдел формирования и финансирования программ и проектов). Координаторам программ фундаментальных исследований РАН обеспечить отбор предложений учреждений РАН по участию их в выполнении программ и представить сформированные и утверждённые программы в Президиум РАН.

Контроль за выполнением постановления возложить на члена Президиума РАН, председателя Комиссии Президиума РАН по формированию перечня программ фундаментальных исследований РАН академика **Г.А. Месяца**.

- Принять предложение Комиссии Президиума РАН по формированию Перечня программ фундаментальных исследований Президиума РАН об исключении проекта «Природный комплекс Карского моря – современное состояние, глобальные и локальные причины, направленность и обратимость текущих изменений и подготовка НИС “Академик Мстислав Келдыш” к проведению экспедиционных работ в Карском море» (руководитель – академик Р.И. Нигматулин) из программы “Поисковые фундаментальные научные исследования в интересах развития Арктической зоны Российской Федерации” (координатор – академик А.И. Ханчук) Перечня программ фундаментальных исследований РАН по приоритетным направлениям, определяемым РАН на 2015 г.

Включить в Перечень программ фундаментальных исследований РАН по приоритетным направлениям, определяемым РАН на 2015 г., программу “Мировой океан – многомасштабность, многофазность, многопараметричность” (координатор – академик Р.И. Нигматулин) за счёт сокращения средств на реализацию программы “Поисковые фундаментальные научные исследования в интересах развития Арктической зоны Российской Федерации”.

Внести следующие изменения в приложение к постановлению Президиума РАН от 23 декабря 2014 г. № 176 “Об утверждении Перечня программ фундаментальных исследований РАН по приоритетным направлениям, определяемым РАН на 2015 год”:

п. 43 Программы Президиума РАН – “Мировой океан – многомасштабность, многофазность, многопараметричность” (координатор – академик Р.И. Нигматулин; финансирование – 85 млн. руб.);

п. 3 Программы по стратегическим направлениям развития науки – “Поисковые фундаментальные научные исследования в интересах развития Арктической зоны Российской Федерации” (координатор – академик А.И. Ханчук; финансирование – 215 млн. руб.).

Координаторам программ обеспечить отбор предложений учреждений РАН по участию их в выполнении программ и представить сформированные и утверждённые программы в Президиум РАН.

Контроль за выполнением постановления возложить на члена Президиума РАН, председателя Комиссии Президиума РАН по формированию Перечня программ фундаментальных исследований Президиума РАН академика **Г.А. Месяца**.

- Утвердить Перечень научных организаций и образовательных организаций высшего образования, в отношении которых РАН осуществляет научно-методическое руководство их научной и научно-технической деятельностью. Установить, что научно-методическое руководство научными организациями и образовательными организациями высшего образования осуществляется Президиумом РАН, отделениями РАН по областям и направлениям науки во взаимодействии с региональными отделениями РАН.

Поручить Научно-организационному управлению РАН совместно с отделениями РАН по областям и направлениям науки и региональными отделениями РАН разработать Положение о научно-методическом руководстве научной и научно-технической деятельностью научных организаций и образовательных организаций высшего образования для утверждения в установленном порядке. Считать утратившим силу постановление Президиума РАН от 27 июня 2000 г. № 171 “Об утверждении Положения о научно-методи-

ческом руководстве Российской академии наук научными учреждениями, не входящими в состав академии”. Контроль за выполнением постановления возложить на заместителя президента РАН доктора экономических наук **В.В. Иванова**.

- Изложить п. 1.13 распоряжения Президиума РАН от 12 сентября 2014 г. № 10103-637 “О распределении обязанностей между вице-президентами РАН и главным учёным секретарём Президиума РАН” в следующей редакции:

Главный учёный секретарь Президиума РАН академик **М.А. Пальцев** осуществляет оперативное руководство работой Президиума РАН, руководство подготовкой общих собраний членов РАН и научных сессий Общего собрания членов РАН; руководит работой аппарата Президиума РАН; курирует работу Специального управления РАН и Секретариата Президиума РАН; руководит работой по формированию государственных заданий на проведение фундаментальных исследований и разработок научными организациями, находящимися в ведении ФАНО России; руководит работой РАН по экспертизе научно-технических программ и проектов, по экспертизе научных и (или) научно-технических результатов, полученных за счёт средств федерального бюджета, а также по экспертизе и анализу материалов, поступающих из органов исполнительной и законодательной власти, министерств и ведомств, в том числе представляемых на заседании Правительства РФ; руководит гражданской обороной РАН; курирует вопросы подготовки и подписания соглашений о сотрудничестве; руководит работой по организации и контролю исполнения документов; представляет интересы Российской академии наук в г. Москве; представляет интересы Российской академии наук в Государственной корпорации “Банк развития и внешнеэкономической деятельности”; координирует деятельность РАН в области общественных связей, взаимодействия со средствами массовой информации, популяризации научных знаний; является членом Межведомственного совета по присуждению премий Правительства РФ в области науки и техники.

- Утвердить главными редакторами журналов Отделения физических наук РАН с 23 декабря 2014 г. на новый срок (пять лет): академика **Л.В. Келдыша** — журнал “Успехи физических наук” РАН; академика **В.А. Матвеева** — журнал “Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования” РАН; академика **В.П. Смирнова** — журнал “Физика плазмы” РАН.

- Утвердить главными редакторами журналов Отделения физиологических наук РАН с 23 декабря 2014 г. на новый срок (пять лет): академика **А.И. Григорьева** — журнал “Физиология человека” РАН; академика **М.А. Островского** — журнал “Сенсорные системы” РАН; академика **Л.В. Ро-**

зенштрауха — журнал “Успехи физиологических наук” РАН.

- Освободить академика **В.Н. Большакова** от обязанностей главного редактора журнала “Экология” РАН по личной просьбе. За многолетнюю научно-организационную работу объявить Владимиру Николаевичу Большакову благодарность.

- Утвердить члена-корреспондента РАН **В.Д. Богданова** главным редактором журнала “Экология” РАН с 23 декабря 2014 г. сроком на пять лет.

- Освободить доктора исторических наук **В.В. Согрина** от обязанностей главного редактора журнала “Общественные науки и современность” РАН по личной просьбе. За многолетнюю научно-организационную работу объявить Владимиру Викторовичу Согрину благодарность.

- Утвердить доктора экономических наук **С.Д. Валентея** главным редактором журнала “Общественные науки и современность” РАН с 23 декабря 2014 г. сроком на пять лет.

- Возложить обязанности членов бюро Отделения медицинских наук РАН до формирования отделения в установленном порядке на: академика **В.И. Стародубова** — академик-секретарь; академика **А.И. Арчакова** — заместитель академика-секретаря; академика **Л.И. Афганаса** — заместитель академика-секретаря; академика **А.А. Баранова** — заместитель академика-секретаря; академика **Г.А. Софронова** — заместитель академика-секретаря; академика **В.А. Тутельяна** — заместитель академика-секретаря; академика **В.В. Зверева** — заместитель академика-секретаря — руководитель Секции профилактической медицины; академика **А.А. Кубанову** — заместитель академика-секретаря — и.о. руководителя Секции клинической медицины; академика **В.П. Чехонина** — заместитель академика-секретаря — руководитель Секции медико-биологических наук; члена-корреспондента РАН **В.В. Береговых** — начальник Отдела медицинских наук РАН — заместитель академика-секретаря по научно-организационной работе (по должности); академиков **Н.А. Белякова, Н.Н. Володина, Н.Ф. Герасименко, И.И. Дедова, Р.С. Карпова, С.И. Колесникова, Г.П. Котельникова, А.А. Кубатиева, Л.К. Мошето-ву, Г.Г. Онищенко, В.И. Петрова, В.И. Покровско-го, А.А. Потапова, Валерия И. Сергиенко, Г.Т. Сухих, Е.И. Чазова, В.И. Чиссова, Н.Д. Юшука**.

- Возложить обязанности членов бюро Отделения сельскохозяйственных наук РАН до формирования отделения в установленном порядке на: академика **Ю.Ф. Лачугу** — академик-секретарь; члена-корреспондента РАН **А.Г. Папцова** — заместитель академика-секретаря — руководитель Секции экономики, земельных отношений и социального развития села; члена-корреспондента РАН **А.А. Завалина** — заместитель академика-секретаря — руководитель Секции земледелия,

мелиорации, водного и лесного хозяйства; члена-корреспондента РАН **В.М. Косолапова** — заместитель академика-секретаря — руководитель Секции растениеводства, защиты и биотехнологии растений; академика **В.В. Калашникова** — заместитель академика-секретаря — руководитель Секции зоотехнии и ветеринарии; члена-корреспондента РАН **Ю.А. Иванова** — заместитель академика-секретаря — руководитель Секции механизации, электрификации и автоматизации; члена-корреспондента РАН **А.Н. Петрова** — заместитель академика-секретаря — руководитель Секции хранения и переработки сельскохозяйственной продукции; кандидата сельскохозяйственных наук **А.В. Гариста** — начальник Отдела сельскохозяйственных наук РАН — заместитель академика-секретаря по научно-организационной работе; академика **Л.М. Аксёнову**; члена-корреспондента РАН **А.В. Алабушева**; академика **А.И. Алтухова**; члена-корреспондента РАН **В.А. оглы Багирова**; академиков **Ф.И. Василевича**, **В.И. Долженко**, **И.М. Донник**, **Н.Н. Дубенка**, **Н.А. Зиновьеву**, **А.Л. Иванова**, **А.Ю. Измайлова**; члена-корреспондента РАН **С.Д. Каракотова**; академика **Н.И. Кашеварова**; члена-корреспондента РАН **А.И. Клименко**; академиков **К.Н. Кулика**, **И.М. Куликова**, **С.С. Литвинова**, **Л.А. Оганесянца**, **В.Д. Попова**; члена-корреспондента РАН **Л.В. Римареву**; академика **А.А. Романенко**; члена-корреспондента РАН **А.В. Рындина**; академиков **Н.И. Савельева**, **И.В. Савченко**, **Ю.Я. Свириденко**; члена-корреспондента РАН **В.Т. Синеговскую**; академиков **В.А. Сысуева**, **В.Г. Сычёва**; члена-корреспондента РАН **М.А. Таранова**; академиков **И.А. Тихоновича**, **П.Н. Харченко**, **В.Н. Хлыстуна**, **И.Ф. Храмцова**, **А.К. Чайку**, **П.А. Чекмарёва**.

- Создать Межведомственный координационный совет РАН по исследованиям в области агропромышленного комплекса, включить его в перечень научных советов при Президиуме РАН. Председателем совета назначить вице-президента РАН академика **Г.А. Романенко**; поручить ему подготовить Положение о Межведомственном координационном совете РАН по исследованиям в области агропромышленного комплекса, предложения по составу совета и в установленном порядке представить Президиуму РАН на утверждение. Контроль за выполнением постановления возложить на главного учёного секретаря Президиума РАН академика **М.А. Пальцева**.

- Освободить академика **И.А. Соколова** от обязанностей председателя Совета РАН по исследованиям в области обороны и назначить председателем академика **Ю.М. Михайлова**.

- В соответствии с Федеральным законом от 27 сентября 2013 г. № 253-ФЗ и постановлением Правительства РФ от 5 июня 2014 г. № 521 согласиться со следующими кандидатурами на должность руководителей научных организаций, на-

ходящихся в ведении Федерального агентства научных организаций (ФАНО России): член-корреспондент РАН **А.Н. Сауров**, доктор физико-математических наук **Е.В. Благов**, доктор технических наук **В.В. Смирнов** — Институт нанотехнологий микроэлектроники РАН; доктор физико-математических наук **А.Г. Кусраев**, доктор физико-математических наук **А.В. Абанин** — Южный математический институт Владикавказского научного центра РАН и Правительства Республики Северная Осетия—Алания; член-корреспондент РАН **С.М. Абрамов**, доктор физико-математических наук **С.В. Знаменский** — Институт программных систем им. А.К. Айламазяна РАН; кандидат экономических наук **Л.И. Ильин**, кандидат сельскохозяйственных наук **Т.С. Бирик** — Владимирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства; кандидат сельскохозяйственных наук **В.Н. Мазуров**, кандидат сельскохозяйственных наук **П.С. Семешкина** — Калужский научно-исследовательский институт сельского хозяйства; кандидат экономических наук **В.И. Макаров**, кандидат сельскохозяйственных наук **А.Н. Пиккуль** — Тульский научно-исследовательский институт сельского хозяйства; кандидат сельскохозяйственных наук **А.А. Гаркуша**, доктор сельскохозяйственных наук **В.П. Олешко** — Алтайский научно-исследовательский институт сельского хозяйства; кандидат сельскохозяйственных наук **З.Ф. Сергеева**, кандидат сельскохозяйственных наук **И.В. Лыскова** — Фалёнская селекционная станция НИИСХ Северо-Востока; доктор медицинских наук **О.В. Зайратьянц**, доктор медицинских наук **О.В. Макарова**, доктор биологических наук **С.В. Савельев** — Научно-исследовательский институт морфологии человека; доктор медицинских наук **А.Г. Аганесов**, доктор медицинских наук **Ю.В. Белов**, доктор медицинских наук **С.Л. Дземешкевич** — Российский научный центр хирургии им. академика Б.В. Петровского; доктор медицинских наук **С.В. Иванов**, доктор медицинских наук **Т.П. Клошник**, доктор медицинских наук **Б.Д. Цыганков** — Научный центр психического здоровья РАМН.

- Создать Комиссию Президиума РАН по совершенствованию структуры научных организаций, находящихся в ведении Федерального агентства научных организаций. Утвердить состав комиссии: академик **В.В. Козлов** — председатель; академик **Б.Ф. Мясоедов** — заместитель председателя; **Л.Н. Суворова** (Научно-организационное управление РАН) — секретарь; академики **А.Л. Асеев**, **С.Н. Васильев**, **Ю.Ю. Дребуадзе**, **А.Б. Жижченко**; доктор экономических наук **В.В. Иванов** (заместитель президента РАН); академик **Н.И. Иванова**; член-корреспондент РАН **В.В. Кведер**; академик **Л.И. Леонтьев**; академик **А.Б. Лисицын**; член-корреспондент РАН **А.В. Лопатин**; кандидат биологических наук **В.А. Марке-**

вич (Отделение физиологических наук РАН); академики **В.П. Матвеев**, **Г.А. Месяц**, **Р.И. Нигматулин**, **В.Я. Панченко**, **В.И. Сергиенко**, **В.И. Стародубов**, **В.А. Тишков**, **К.Н. Трубецкой**; член-корреспондент РАН **В.А. Цветков**.

Организационно-техническое обеспечение работы комиссии возложить на Научно-организационное управление РАН.

- Ввести члена-корреспондента РАН **Н.К. Долгушкина** в состав Российского Пагуошского комитета.

- Утвердить следующий состав Экспертной комиссии по Большой золотой медали им. М.В. Ломоносова РАН: академик **В.Т. Иванов** — председатель; академик **А.И. Арчаков** — заместитель председателя; академик **А.П. Деревянко** — заместитель председателя; член-корреспондент РАН **В.В. Рожнов** — учёный секретарь; академики **А.Ф. Андреев**, **В.Б. Бетелин**, **Е.П. Велихов**, **А.О. Глико**, **А.И. Григорьев**, **Н.И. Иванова**, **В.В. Козлов**, **Н.П. Лавёров**, член-корреспондент РАН **А.В. Лопатин**, академики **А.Д. Некипелов**, **Ю.С. Осипов**, **Ю.С. Соломонов**, **В.А. Тартаковский**, **И.А. Тихонович**, **В.И. Фисинин**, **В.Е. Фортов**, **И.А. Щербаков**.

- Утвердить состав Комиссии РАН по разработке научного наследия академика **Н.Н. Семёнова**: доктор физико-математических наук **О.И. Шевалеевский** (Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН) — председатель; кандидат химических наук **С.С. Козлов** (Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН) — заместитель председателя; **В.М. Иванова** (Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН) — учёный секретарь; академик **С.М. Алдошин**; академик **М.В. Алфимов**; член-корреспондент РАН **В.В. Азатян**; доктор химических наук **В.С. Арутюнов** (Институт химической

физики им. Н.Н. Семёнова РАН); кандидат исторических наук **В.Ю. Афиани** (Архив РАН); академик **А.А. Берлин**; академик **А.Л. Бучаченко**; член-корреспондент РАН **С.Д. Варфоломеев**; академик **Д.Г. Кнорре**; член-корреспондент РАН **Г.Б. Манелис**; академик **Ю.М. Михайлов**; академик **Ю.Н. Молин**; академик **В.Н. Пармон**; член-корреспондент РАН **В.Ф. Разумов**; доктор технических наук **А.В. Рошин** (Институт химической физики им. Н.Н. Семёнова РАН); доктор химических наук **Г.Б. Сергеев** (МГУ им. М.В. Ломоносова); доктор технических наук **В.Ф. Солинов** (НИИ технического стекла, по согласованию); доктор технических наук **В.М. Тютюнник** (президент Международного информационного Нобелевского центра, по согласованию); академик **В.Е. Фортов**; академик **А.Р. Хохлов**; академик **Ю.Д. Цветков**; доктор физико-математических наук **А.К. Чернышёв** (Российский федеральный ядерный центр — Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики, по согласованию); доктор химических наук **А.Ф. Шестаков** (Институт проблем химической физики РАН); доктор химических наук **Л.Г. Щербакова** (Институт химической физики им. Н.Н. Семёнова РАН).

- Утвердить главными редакторами журналов Отделения энергетики, машиностроения, механики и процессов управления РАН на новый срок (пять лет): с 27 января 2015 г. — академика **Э.П. Волкова** — “Известия РАН. Энергетика”, академика **Д.М. Климова** — “Известия РАН. Механика твёрдого тела”, академика **В.Е. Фортова** — “Теплофизика высоких температур”; с 17 февраля 2015 г. — академика **С.Н. Васильева** — “Автоматика и телемеханика”, академика **Р.Ф. Ганиева** — “Проблемы машиностроения и надёжности машин”.

ЮБИЛЕИ

АКАДЕМИКУ Е.П. ВЕЛИХОВУ — 80 ЛЕТ



Евгений Павлович ВЕЛИХОВ — выдающийся учёный-физик, специалист в области физики плазмы и магнитной гидродинамики, крупнейший организатор российской науки, автор более 150 научных публикаций, в том числе монографии “Космическое оружие: дилемма безопасности”. Им разработана квазили-

нейная теория коллективных явлений в плазме, сыгравшая большую роль в анализе сложных явлений в термоядерных установках; теоретически доказаны явления ионизационной и ионно-звуковой неустойчивостей в магнитогидродинамических генераторах; для развития работ по управляемому термоядерному синтезу предложен новый подход с использованием мощных индуктивных накопителей энергии.

Учёным предложен и экспериментально осуществлён новый тип импульсных магнитогидродинамических генераторов большой мощности, нашедших практическое применение в глубинном электромагнитном зондировании земной коры, в частности при прогнозе землетрясений и поиске полезных ископаемых.

По инициативе и при непосредственном участии Евгения Павловича получили широкое развитие работы по созданию и внедрению в машиностроение новых технологических процессов на основе использования лазерной техники. Под его руководством разработана программа развития фундаментальных и прикладных исследований для достижения качественно нового уровня отечественной вычислительной техники. Большой

вклад внесён в развитие работ по микроэлектронике, автоматизации проектирования БИС, в создание нейрокомпьютеров, в развитие сетей связи.

Е.П. Велихов 20 лет был вице-президентом АН СССР/РАН. В настоящее время он президент НИЦ “Курчатовский институт”. Будучи одним из инициаторов создания Отделения информатики, вычислительной техники и автоматизации АН СССР (ныне Отделение нанотехнологий и информационных технологий РАН), со времени создания и по сей день является его академиком-секретарём. Он инициатор создания и организатор 12 институтов в области нанотехнологий и информационных технологий, создания Общественной палаты РФ (10 лет был её секретарём, ныне почётный секретарь); профессор физического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова; председатель правления Международной программы создания термоядерного экспериментального реактора (ITER), почётный член Шведской королевской академии инженерных наук, почётный доктор Университета Нотр-Дам (США), Лондонского университета, Университета Тафта (США); почётный гражданин городов Рино (США) и Пловдив (Болгария).

Е.П. Велихов — Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской премии, Государственных премий СССР и РФ, премий “Глобальная энергия”, “Наука и Мир” Всемирной федерации учёных, премии Сцилларда Американского физического общества, награждён тремя орденами Ленина, орденами Трудового Красного Знамени, Мужества, Дружбы, является полным кавалером ордена “За заслуги перед Отечеством”, удостоен многих других отечественных и зарубежных орденов и медалей.

АКАДЕМИКУ Ю.Г. ЛЕОНОВУ — 80 ЛЕТ



Юрий Георгиевич ЛЕОНОВ — известный учёный-геолог, лидер научной школы “Ключевые проблемы внутриплитной тектоники и геодинамики”, автор более 250 научных публикаций, в том числе 2 индивидуальных монографий и соавтор 10 монографий. Им выполнены фундаментальные исследования по региональной и

теоретической тектонике.

В части региональной тектоники проведены исследования по истории формирования структуры Большого Кавказа в мезозое–кайнозое; решён ряд проблем геологии Памиро-Гиндукушской части Альпийского складчатого пояса.

В теоретической области выявлены закономерности древних и современной эпох горообразования. На примере ряда геологических эпох проведена корреляция тектонических процессов и разработана концепция взаимодействия региональных и глобальных процессов с акцентом на глобальные фазы повышенной тектонической активности. Получены новые выводы по внутри-

плитной тектонике, включая особенности деформации и напряжённого состояния, тектонической подвижности глубинных горизонтов коры платформ, строения и динамики формирования осадочных бассейнов. С коллективом соавторов выполнены обобщения по геодинамике и геотермии Арктического бассейна.

Особое место в научной и организационной деятельности Ю.Г. Леонова занимает тектоническая картография: учёный является одним из составителей и редакторов тектонических карт — “Международной тектонической карты мира масштаба 1 : 15000000”, “Международной тектонической карты Европы масштаба 1 : 5000000”, сводки “Тектоника континентов и океанов”; он член редколлегии атласа “Природа и ресурсы Земли”.

Ю.Г. Леонов работал директором Геологического института РАН, был заведующим лабораторией тектоники платформ этого института, чле-

ном Президиума РАН, академиком-секретарём Отделения наук о Земле РАН, заместителем академика-секретаря Отделения геологии, геофизики, геохимии и горных наук РАН, председателем Секции геологических и геофизических наук Отделения наук о Земле РАН, председателем Секции наук о Земле ВАК, председателем Межведомственного тектонического комитета РАН (позже Научного совета РАН по проблемам тектоники и геодинамики), президентом Подкомиссии тектонических карт и членом бюро Международной комиссии геологической карты мира при ЮНЕСКО. В настоящее время он советник РАН, главный научный сотрудник и научный руководитель группы в Геологическом институте РАН.

Ю.Г. Леонов награждён орденом Почёта, золотой медалью им. А.П. Карпинского РАН, за заслуги в области картографии — медалью Ф.Н. Красовского, другими медалями.

АКАДЕМИКУ Л.И. ЛЕОНТЬЕВУ — 80 ЛЕТ



Леопольд Игоревич ЛЕОНТЬЕВ — крупный учёный в области физикохимии и технологии металлургических процессов, лидер научной школы “Разработка физико-химических основ пирометаллургических процессов переработки комплексных руд”. Им разработаны физико-химические основы комплексного пере-

дела руд сложного состава — железо-хромо-никелевых, высокоглинозёмистых, высокомагнезиальных, железотитанистых, созданы научно обоснованные, экономически эффективные и экологически безопасные технологии их переработки. Предложены нетрадиционные способы пирометаллургического передела железосодержащего сырья сложного состава без образования шлаковых расплавов, с использованием принципа селективного восстановления и выделения железа и его сплавов при умеренных температурах и относительно низких энергетических затратах. Ведутся исследования условий образования экологически опасных соединений — оксидов азота, фуранов и диоксинов — в пирометаллургических процессах.

Под руководством учёного разработаны теоретические основы и технология способа окускования концентратов в регулируемой газовой атмосфере на колосниковых машинах специальной конструкции с формированием частично окисленной, вюститномагнетитовой и металлизированной структур, обеспечивающих повышение качества металлургических продуктов. Внесён большой вклад в разработку теории коагуляции металлических фаз в оксидных матрицах.

Л.И. Леонтьев — создатель опытного производства при Институте металлургии УрО РАН, организатор и руководитель инновационно-технологических центров “Академический”, “Уральский региональный центр трансфера технологий”, “Новые технологии и материалы”, советник РАН, председатель Научного совета РАН по металлургии и материаловедению РАН, член бюро Отделения химии и наук о материалах, член Американского металлургического общества и Американского общества инженеров-механиков, член редколлегий ряда научных журналов.

Л.И. Леонтьев — лауреат Государственной премии РФ, двух премий Правительства РФ, премии им. П.П. Бардина РАН, награждён орденами Трудового Красного Знамени, Почёта.

АКАДЕМИКУ М.П. ФЁДОРОВУ – 70 ЛЕТ



Михаил Петрович ФЁДОРОВ – известный учёный в области гидроэнергетики и комплексного использования водных ресурсов, автор более 400 научных публикаций, в том числе 23 монографий, 22 учебников и учебных пособий для вузов, 12 изобретений. Им внесён значительный вклад в решение проблемы оптимизации энергетических параметров и режимов работы ГЭС и ГАЭС с учётом факторов надёжности сооружений и оборудования в электроэнергетических и водохозяйственных системах, в энергокомплексах с атомными электростанциями. В основу научных разработок положена теория природно-техногенного взаимодействия гидроэнергетических объектов с окружающей природной средой через обменные потоки энергии, вещества и информации.

Учёный разработал модели обоснования энергетических параметров ГЭС и ГАЭС в условиях динамики природной среды и экономики. Выявлены новые факторы, влияющие на мощность и выработку электроэнергии ГЭС; определена интенсификация изменений климата вследствие

антропогенной деятельности; обоснована необходимость повышения безопасности гидроэнергетических установок, расширения функций ГЭС и ГАЭС в электроэнергетической системе, в том числе аккумуляции энергии и водного стока. Разработаны научные основы формирования природно-технических систем с гидроэнергетическими объектами, обеспечивающих управляемое использование возобновляемых гидроэнергетических ресурсов в условиях ужесточения природоохранных требований.

М.П. Фёдоров был ректором Санкт-Петербургского государственного политехнического университета; в настоящее время он президент Санкт-Петербургского государственного политехнического университета, президент Российского научно-технического общества энергетиков и электротехников, член бюро Отделения энергетики, машиностроения, механики и процессов управления РАН, почётный доктор ряда зарубежных университетов, член редколлегий ряда научных изданий. Среди его учеников 6 докторов и около 20 кандидатов наук.

М.П. Фёдоров – заслуженный деятель науки РФ, дважды лауреат премии Правительства РФ в области образования, премии им. Г.М. Кржижановского РАН, награждён многими отечественными и зарубежными орденами и медалями.

ЧЛЕНУ-КОРРЕСПОНДЕНТУ РАН Г.И. ЧУФРИНУ – 80 ЛЕТ



Геннадий Илларионович ЧУФРИН – известный учёный-востоковед, автор более 200 научных публикаций, в том числе 10 монографий. Многие годы (1978–1997) работая в Институте востоковедения РАН, он внёс большой вклад в организацию и проведение комплексных исследований Юго-Восточной Азии, способствуя превращению изучения этого региона в самостоятельную отрасль отечественного востоковедения. В 1998–2002 гг. был руководителем нескольких исследовательских проектов по вопросам международной безопасности в Азии в Стокгольмском институте по изучению проблем мира (СИПРИ). Перейдя на работу в ИМЭМО РАН, Г.И. Чуфрин сконцентрировал свою научную деятельность на исследовании влияния процессов глобализации на характер региональных

политических и экономических связей между странами зарубежного Востока; особое внимание уделяется анализу проблем, влияющих на экономическую и политическую безопасность России на Востоке. Значительный вклад внесён в изучение проблематики регионального экономического сотрудничества и интеграции.

Г.И. Чуфрин – советник РАН, член учёного совета и диссертационного совета по экономическим наукам ИМЭМО РАН, член Научного совета РАН по проблемам евразийской экономической интеграции, член Научного совета при Совете безопасности РФ, почётный член Казахстанского института стратегических исследований при президенте Республики Казахстан и Центра стратегических и международных исследований Индонезии, почётный профессор Цзиньского университета (Китай), член редколлегий журналов “Россия и новые государства Евразии” и “Казахстан спектр”. Среди его учеников 10 кандидатов наук.

НАГРАДЫ И ПРЕМИИ

ЗОЛОТАЯ МЕДАЛЬ ИМЕНИ Я.Б. ЗЕЛЬДОВИЧА 2015 ГОДА – Р.А. СЮНЯЕВУ



Президиум РАН присудил золотую медаль им. Я.Б. Зельдовича 2015 г. академику Рашиду Алиевичу Сюняеву за серию работ “Предсказание существования двух важных этапов эволюции Вселенной – (1) поверхности последнего рассеяния фотонов и (2) чернотельной фотосферы Вселенной, а также неизбежных отклонений

спектра реликтового излучения от планковского”.

Научные результаты Р.А. Сюняева получили широчайшее международное признание, они охватывают большой круг астрофизических проблем – от физической космологии до теории аккреции на чёрные дыры и нейтронные звёзды наблюдательной рентгеновской астрономии. В частности,

им совместно с Яковом Борисовичем Зельдовичем были предсказаны два важных этапа эволюции Вселенной – поверхности последнего рассеяния фотонов и чернотельной фотосферы Вселенной. Наблюдения космологических спутников WMAP и PLANCK подтвердили, что Я.Б. Зельдович и Р.А. Сюняев оценили местоположение и эффективную размытость поверхности последнего рассеяния с точностью в несколько процентов. Ведущие группы учёных в США, Европе и Японии обсуждают сегодня проекты специализированных спутников для поиска неизбежных искажений спектра реликтового излучения, возникающих между фотосферой и поверхностью последнего рассеяния, впервые рассмотренных Я.Б. Зельдовичем и Р.А. Сюняевым. Эти искажения несут информацию о свойствах Вселенной, которую невозможно получить другими способами.

ЗОЛОТАЯ МЕДАЛЬ ИМЕНИ М.М. СПЕРАНСКОГО 2015 ГОДА – Т.Я. ХАБРИЕВОЙ



Президиум РАН присудил золотую медаль им. М.М. Сперанского 2015 г. академику Талии Яруловне Хабриевой за цикл работ “Конституционализация законодательства и правоприменительной практики”.

Удостоенный золотой медали цикл работ, включающий восемь монографических исследований, посвящён проблемам определения содержания конституционных ценностей, принципов и норм и их реализации в современной правоприменительной практике. В нём впервые сформулированы доктринальные положения о ценностной оценке конституций, иных нормативных правовых актов и совершенствовании механизмов их толкования и правовой защиты.

Развивая эти идеи, автор обосновывает общую теорию конституции, определяющую главные векторы конституционно-правового регулирования общественных отношений в условиях постиндустриального, социализированного и демократического общества, устанавливает базовые понятия, принципы, пределы, виды и стадии конституционного толкования, разрабатывает концепцию конституционных ценностей и норм в процессе создания и применения нормативных правовых актов.

Исследования Т.Я. Хабриевой актуальны, отличаются новизной, нацелены на достижение практических результатов, получили широкое признание в научной литературе и находят отражение в конституционном развитии не только России, но и других постсоветских государств.

ПРЕМИЯ ИМЕНИ Б.Б. ГОЛИЦЫНА 2015 ГОДА – Г.С. ГОЛИЦЫНУ



Президиум РАН присудил премию им. Б.Б. Голицына 2015 г. академику Георгию Сергеевичу Голицыну за монографию “Статистика и динамика природных процессов и явлений. Методы, инструментарий, результаты”.

Основная идея удостоенной премии монографии состоит в том, что многие природные процессы могут быть охарактеризованы как стохастические, для их описания целесообразно привлекать вероятностные распределения и их статистические моменты. Краеугольни-

ми являются предложенные автором принципы быстрой реакции на внешние воздействия и множественные случайные воздействия. На единой методологической основе в книге подробно рассмотрены разнообразные процессы: мелкомасштабная турбулентность, землетрясения, извержения вулканов, наводнения, космические лучи и др. Развиваемый Г.С. Голицыным подход создаёт единую физико-математическую основу для описания широкого круга природных процессов и явлений. Практическая актуальность этой работы связана с современными глобальными изменениями природной среды и климата и, соответственно, необходимостью оценки усиливающихся рисков возникновения катастрофических явлений.

ПРЕМИЯ ИМЕНИ А.Д. АРХАНГЕЛЬСКОГО 2014 ГОДА – К.Е. ДЕГТЯРЁВУ



Президиум РАН присудил премию им. А.Д. Архангельского 2014 г. члену-корреспонденту РАН Кириллу Евгеньевичу Дегтярёву за монографию “Тектоническая эволюция раннепалеозойских островодужных систем и формирование континентальной коры каледонид Казахстана”.

Удостоенная премии монография посвящена одной из актуальных проблем современной тектологии и геодинамики, а именно, описанию строения и эволюции острово-

дужных комплексов, распространённых на территории каледонид Казахстана. Автору удалось обобщить все имеющиеся данные по строению, возрасту и составу каледонских комплексов Казахстана и Северного Тянь-Шаня и дать обоснованную картину формирования коры в обширном регионе Азии. Работа характеризуется актуальностью, использованием богатого фактического материала и применением современных прецизионных изотопно-геохронических и петрогеохимических методов и их комплексного анализа. Монография вносит большой вклад в региональную геологию крупного региона и в общую картину формирования земной коры.

ПРЕМИЯ ИМЕНИ В.О. КЛЮЧЕВСКОГО 2015 ГОДА – Р.А. КИРЕЕВОЙ



Президиум РАН присудил премию им. В.О. Ключевского 2015 г. доктору исторических наук Раисе Александровне Киреевой (Институт российской истории РАН) за серию работ по единой тематике – изучение и публикация наследия В.О. Ключевского: “В.О. Ключевский как историк русской историче-

ской науки”, “Изучение отечественной историографии в дореволюционной России с середины XIX в. до 1917 г.”, “В.О. Ключевский. Лекции по

русской истории, читанные на Высших женских курсах в Москве 1872–1875 гг.”, “В.О. Ключевский. О нравственности и русской культуре. Писатели и люди искусства о Ключевском”, “В.О. Ключевский. Лекции по истории Западной Европы в связи с историей России”.

В истории премии впервые представлены работы, посвящённые выдающемуся учёному и педагогу. Тщательное изучение архивных первоисточников позволило Р.А. Киреевой реконструировать представления В.О. Ключевского о развитии русской исторической мысли, оценить его историографические взгляды.

В удостоенных премии монографиях с общих позиций рассмотрен вопрос о саморазвитии ис-

ториографии не просто как специальной исторической дисциплины, а как отдельной отрасли исторического знания с определением её понятия, предмета, периодизации, школ и направлений, среди которых значительное место принадлежит В.О. Ключевскому. Безусловно, заслугой Р.А. Киреевой является археографическая деятельность, которую отличает высокая научная культура. В публикациях из архива учёного введён в оборот

богатейший материал, раскрывающий становление личности Ключевского от студента до выдающегося учёного. Этот материал отражает жизнь Московского университета, события в стране, взгляды русской интеллигенции. Почти исключительно на архивных материалах показаны не только новые грани таланта великого русского историка, но и его богатейший нравственный и интеллектуальный мир.

ПРЕМИЯ ИМЕНИ Г.М. КРЖИЖАНОВСКОГО 2014 ГОДА – М.П. ФЁДОРОВУ И А.Ф. ДЬЯКОВУ



Президиум РАН присудил премию им. Г.М. Кржижановского 2014 г. академику Михаилу Петровичу Фёдорову и члену-корреспонденту РАН Анатолию Фёдоровичу Дьякову за цикл новых работ о безопасности и надёжности электрических станций.

В удостоенном премии цикле содержится комплексный анализ эффективности технических решений в энергетике, начиная с надёжности и безопасности гидроэнергетических установок и заканчивая управлением надёжностью, долговечностью и безопасностью энергооборудования ТЭС и АЭС.

Сдано в набор 19.02.2015	Подписано к печати 16.04.2015	Дата выхода в свет 01.06.2015	Формат 60 × 88 ¹ / ₈
Офсетная печать	Усл. печ. л. 12.0	Усл. кр.-отт. 32.8 тыс.	Уч.-изд. л. 11.9
	Тираж 2626 экз.	Зак. 43	Цена свободная

Свидетельство о регистрации № 0110150 от 04.02.93 г. в Министерстве печати и информации Российской Федерации
Учредители: Российская академия наук, Президиум РАН

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