



ВЕСТНИК РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

научный и общественно-политический журнал

том 83 № 5 2013 Май

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

*Журнал издаётся под руководством
Президиума РАН*

Главный редактор
Ю.С. Осипов

Редакционная коллегия

Ж.И. Алфёров, А.Ф. Андреев, В.Н. Большаков, А.А. Боярчук,
В.И. Васильев, Г.С. Голицын, А.И. Григорьев,
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),
Д.В. Рундквист, Ф.Г. Рутберг, А.С. Спирин, В.С. Стёпин,
Л.Д. Фаддеев, Е.П. Челышев, А.О. Чубарьян,
Н.П. Шмелёв, В.Л. Янин

Заместитель главного редактора
Г.А. Заикина

Заведующая редакцией
В.В. Володарская

Адрес редакции: 119049 Москва, Крымский вал, Мароновский пер., 26
Тел./факс 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 83, номер 5, 2013

К Дню Победы

Г.Г. Матишов, В.И. Афанасенко, Е.Ф. Кринко

Начало коренного перелома: боевые действия на южном крыле советско-германского фронта 387

С кафедры Президиума РАН

С.Г. Псахье

Многоуровневый подход к моделированию процессов деформации и разрушения 398

Обозрение

Г.А. Толстиков, Б.А. Трофимов, Н.Ф. Салахутдинов

Развитие медицинской химии в Сибирском отделении РАН 407

Е.Б. Махиянова

Как достичь счастья. Обзор основных положений доклада “Счастье в мире” 415

Проблемы экологии

С.В. Авакян

Роль активности Солнца в глобальном потеплении 425

М.И. Панасюк, Е.А. Романовский, В.И. Тулупов

О планетарном распределении полярных сияний 437

Былое

С.В. Девятова, В.И. Купцов

XVII столетие — век научной революции 443

За рубежом

А.И. Салицкий, А.В. Шахматов

Китай и Индия: новые двигатели глобальной экономики? 453

Научная жизнь

Н.П. Лавёров, В.В. Евсеев, Ю.К. Шиян

На пути к дальнейшему сокращению ядерных вооружений 459

И.В. Котенко, И.Б. Саенко, Р.М. Юсупов

Перспективные модели и методы защиты компьютерных сетей 463

Официальный отдел

Президиум РАН решил. — Юбилеи. — Награды и премии 465

CONTENTS

Vol. 83, No. 5, 2013

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

To the Victory Day

I.I. Matishov, V.I. Afanasenko, E.F. Krinko

The Beginning of a Radical Change: the Fighting
in the Southward of the Soviet-German Front

387

From the Rostrum of the RAS Presidium

S.G. Psakhie

A Multi-Level Approach to the Modeling
of Deformation and Destruction Processes

398

Review

G.A. Tolstikov, B.A. Trofimov, N.F. Salakhutdinov

The Development of Medical Chemistry in the Siberian Branch of RAS

407

E.B. Makhiyanova

How to Achieve Happiness. Overview of the Main Provisions
of the Report "Happiness in the world"

415

The Problems of Ecology

S.V. Avakyan

The Role of Solar Activity in the Global Warming Process

425

M.I. Panasyuk, E.A. Romanovsky, V.I. Tulupov

On Planetary Distribution of Polar Lights

437

Bygone Times

S.V. Devyatova, V.I. Kuptsov

XVII Century as an Epoch of Scientific Revolution

443

Abroad

A.I. Salitsky, A.V. Shakhmatov

China and India: the New Movers of the Global Economy?

453

Scientific life

N.P. Laverov, V.V. Evseev, U.K. Shiyan

On the Way to the Further Reduction of Nuclear Weapons

459

I.V. Kotenko, I.B. Saenko, R.M. Yusupov

Promising Models and Methods of Protection of Computer Networks

463

Official Section

Decisions of the RAS Presidium. Anniversaries. Awards and Prizes

465

К ДНЮ ПОБЕДЫ

DOI: 10.7868/S0869587313050083

Войны и вооружённые конфликты составляют заметную часть истории России. Особое место занимает Великая Отечественная война. В советское время исследование вопросов военной истории зависело от политической и идеологической конъюнктуры. В результате недооценивалось и значение боевых действий на юге страны в 1942–1943 гг. Авторы предлагаемой вниманию читателей статьи стремятся восполнить этот пробел.

НАЧАЛО КОРЕННОГО ПЕРЕЛОМА: БОЕВЫЕ ДЕЙСТВИЯ НА ЮЖНОМ КРЫЛЕ СОВЕТСКО-ГЕРМАНСКОГО ФРОНТА

Г.Г. Матишов, В.И. Афанасенко, Е.Ф. Кринко

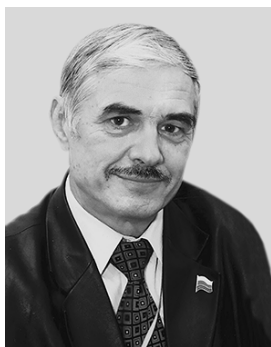
В конце XX в. начался новый этап в изучении истории Великой Отечественной войны, появился ряд работ, авторы которых анализируют события, опираясь на новые источники и отказываясь от прежних догм [1–3]. Разобраться в ходе военных действий от междуречья Дона и Волги до Кавказа, от Приазовья до Прикаспия, осмыслить причины временных успехов врага невозможно без обращения к рассекреченным документам Центрального архива Министерства обороны Российской Федерации, других федеральных, региональных и ведомственных архивов. Ценными источниками остаются мемуары советских полководцев, государственных и партийных руководителей, рядовых бойцов и командиров, среди которых есть сегодняшние академики и члены-корреспонденты РАН [4–10]. Взгляд на события с другой стороны содержат изданные в последние годы воспоминания военачальников, офицеров и солдат Третьего рейха [11–13].

После первого успеха в битве под Москвой советские войска преследовали неудачи на юге. К лету 1942 г. положение стало хуже, чем в 1941 г. Летом 1942 – осенью 1943 г. на юге России решалась судьба страны. Здесь развернулись события, от которых напрямую зависел исход Великой Отече-

ственной войны. Главное значение имели сражения в большой излучине Дона (07.07–23.08.1942), на астраханском (01.08–28.12.1942), гудермесско-кизлярском (25.08–17.09.1942) и грозненском (02.09–30.12.1942) направлениях, стратегические битвы под Орджоникидзе (25.10–13.11.1942) и Сталинградом (17.07.1942–02.02.1943), бои за Ростов-на-Дону (20–24.07.1942, 08–14.02.1943), по прорыву Миус-фронта (17.02–30.08.1943) и “Голубой линии” (13.02–09.10.1943). Они стали важнейшими вехами коренного перелома в войне [14].

Упреждающие действия Ставки Верховного Главнокомандования летом 1941–зимой 1942 г. Советским руководством во главе с И.В. Сталиным были своевременно поставлены и решены жизненно важные для страны задачи в военно-политической и военно-экономической сферах. Первые ключевые шаги были сделаны в августе 1941 г. 25 августа СССР и Великобритания совместно ввели войска в Иран. Более чем 100-тысячная советская группировка, с 522 самолётами, взяла под контроль север Ирана.

Ранее, 16 августа, ЦК ВКП(б) и Совнарком СССР приняли решение о строительстве новой железной дороги от Кизляра до Астрахани и участка Ахтуба–Паромная с одновременным со-



МАТИШОВ Геннадий Григорьевич – академик, председатель Президиума Южного научного центра РАН. АФАНАСЕНКО Владимир Иванович – научный сотрудник лаборатории истории и этнографии Института социально-экономических и гуманитарных исследований ЮНЦ РАН. КРИНКО Евгений Фёдорович – доктор исторических наук, заместитель директора Института социально-экономических и гуманитарных исследований ЮНЦ РАН.

Таблица 1. Ежемесячные поставки самолётов и грузовиков по “персидскому коридору” в 1942 г. [15, р. 498]

Месяц	Самолёты	Грузовики
Февраль	1	—
Март	5	—
Апрель	33	332
Май	81	946
Июнь	128	2241
Июль	111	1024
Август	51	1171
Сентябрь	56	598
Октябрь	68	640
Ноябрь	110	726
Декабрь	98	844
Всего	742	8816

оружием переправ через Волгу у Астрахани и Сталинграда. Магистраль вступила в строй 4 августа 1942 г., в рекордно короткий срок, и сыграла огромную роль в ходе битвы за Кавказ, став своеобразной “дорогой жизни” для оборонявших его соединений Красной армии. В сжатые сроки были построены трассы Сталинград—Владимировка—Баскунчак, Иловля—Петров Вал—Саратов, Гурьев—Кандагач—Орск и другие железные дороги, обеспечившие перевозку войск и грузов в самый напряжённый период боёв на юге страны.

Важную роль в обеспечении победы над врагом сыграло создание совместного с союзниками военно-индустриального плацдарма в Иране. Его потенциал позволил во многом компенсировать советские потери в технике, понесённые в начале войны. Союзники построили на территории Ирана автосборочные и авиационные заводы, аэродромы, складские ангары, причалы, проложили новые или реконструировали существовавшие автомобильные и железные дороги от портов Персидского залива в Закавказье и Среднюю Азию. Через “персидский коридор”, по Каспию и Волге, по железной дороге Кизляр—Астрахань—Камышин—Саратов в СССР шли автомобили, танки, самолёты, нефтепродукты, боеприпасы, стратегическое сырьё, продовольствие, обмундирование, медикаменты и многое другое. Трансиранский маршрут имел особое значение в самый сложный момент Великой Отечественной войны с лета 1942 г. по весну 1943 г. Уже в марте 1942 г. советские лётчики получили в Тегеране первые 72 бомбардировщика, а всего за 1942 г. по “персидскому коридору” было доставлено 742 самолёта, 8816 грузовиков, сотни тысяч тонн других военных грузов (табл. 1).

Во второй половине 1942 г., после разгрома конвоя PQ-17, почти на полгода прекратились поставки грузов по ленд-лизу в СССР через Северную Атлантику (за исключением конвоя PQ-18,

также понёсшего немалые потери). С началом боевых действий Японии против США возможности перевозок через Тихий океан также были ограничены. В итоге ключевое значение во второй половине 1942 г. приобрёл трансиранский маршрут. За 1942 г. через Иран было доставлено 28,8%, а 1943 г. — уже 33,5% всех грузов, полученных по ленд-лизу [16, с. 210]. Без помощи союзников Рабоче-крестьянской красной армии (РККА) трудно было бы устоять в 1941—1942 гг. и тем более провести стратегические наступательные операции в 1943—1945 гг. Всего на долю “персидского коридора” приходится почти четверть — 23,8% поставок в годы войны, или 4160 тыс. т всех грузов, поступивших в СССР [17, с. 543].

Безусловно, надо учитывать бесперебойную переброску войск и боевой техники Каспийской военной флотилией и морскими пароходствами между Астраханью, Махачкалой, Красноводском, Баку и портами Ирана, Азербайджана и Туркмении. Военные грузы также перемещались по шоссе Баку—Дербент—Махачкала и Сухуми—Туапсе. Из Закавказья полки и дивизии перебрасывались на передовую — под Гизель, Орджоникидзе и Малгобек — по Военно-Грузинской и Военно-Осетинской дорогам (рис. 1).

В результате организация доставки вооружений и военных грузов стала крупномасштабной инженерно-технической и перевозочной операцией с использованием железнодорожного, автомобильного и воздушного транспорта. Так оценивали её А.И. Микоян и другие советские руководители [18]. Г.К. Жуков утверждал, «что без американских “студебеккеров” нам не на чем было бы таскать нашу артиллерию. Да, они в значительной мере обеспечивали фронтной транспорт СССР». Маршал также добавлял, что нельзя отрицать, что американцы гнали нам материалы, без которых мы бы не могли формировать свои резервы и продолжать войну [19, с. 354].

Прорыв немецких танковых соединений в большую излучину Дона (рис. 2). После захвата Воронежа здесь в июле 1942 г. развернулись масштабные кровопролитные бои, особенно на переправах через Северский Донец, Дон и Маныч. Противник сосредоточил на юге 900 тыс. солдат и офицеров, более 1200 танков, свыше 17 тыс. орудий и миномётов, 1640 боевых самолётов. В составе противостоявших войск Брянского, Юго-Западного и Южного фронтов насчитывалось 1715 тыс. человек, около 2300 танков, 16500 орудий и миномётов, 758 боевых самолётов [8, с. 217]. Враг вышел в тыл армиям Юго-Западного фронта. Главнокомандующий Юго-Западного направления маршал С.К. Тимошенко и его штаб потеряли управление войсками и уже 12 июля оказались в Сталинграде. В районе Миллерова попали в окружение части 9-й, 24-й и 39-й армий, были пленены десятки тысяч советских воинов.

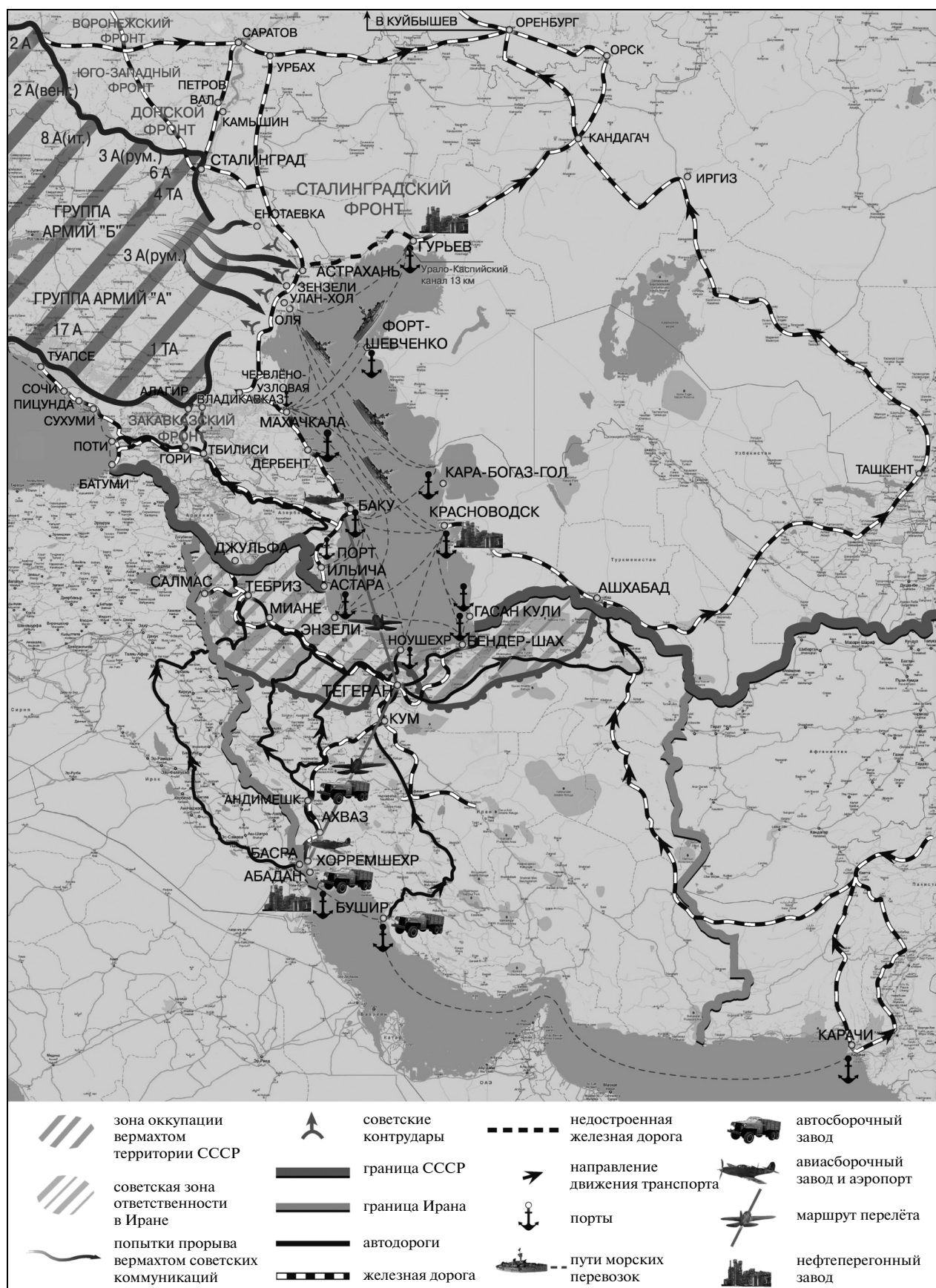


Рис. 1. Основные коммуникации поставок по ленд-лизу через Иран

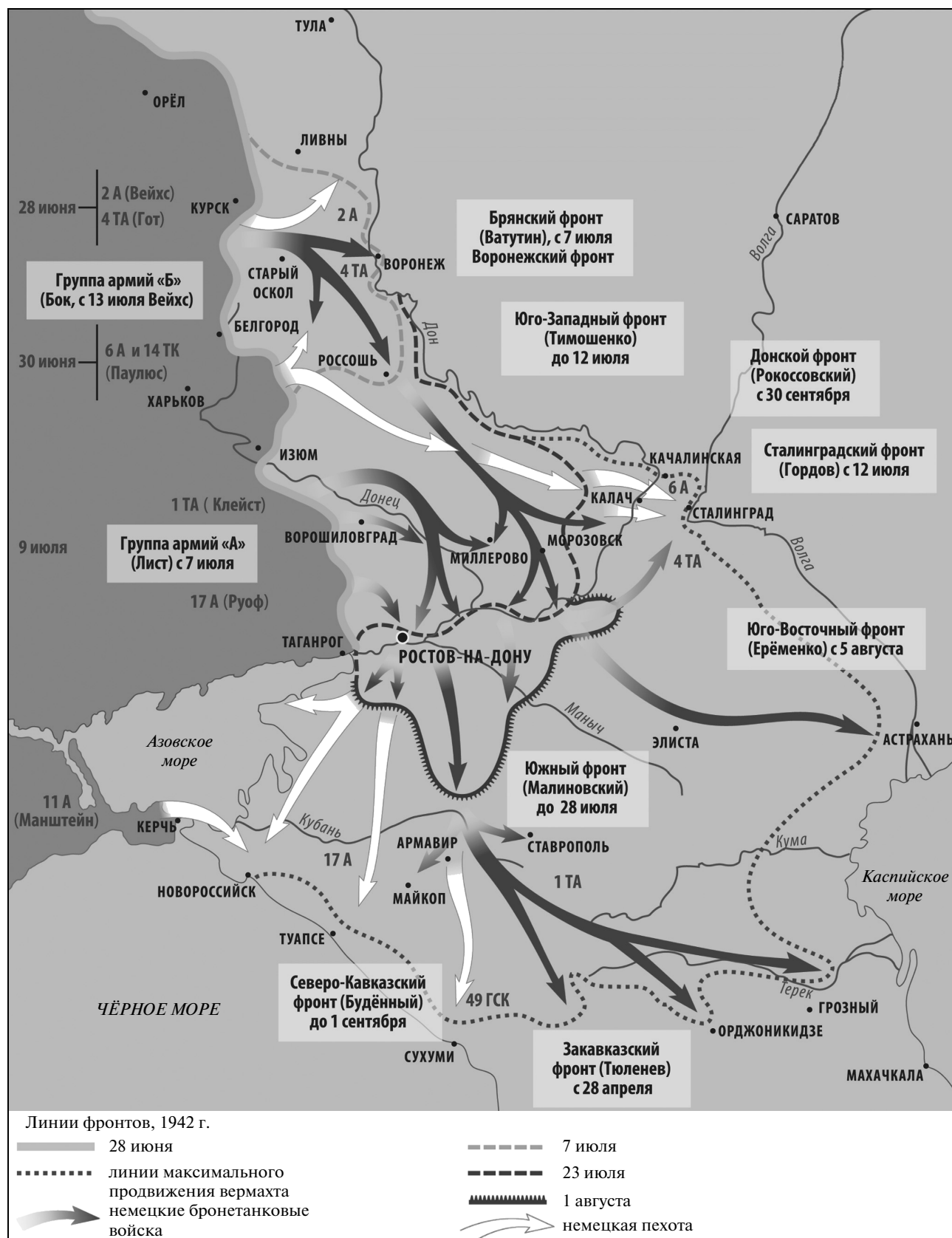


Рис. 2. Прорыв вермахта на юге летом 1942 г.

После трёхдневных боёв 24 июля 1-я танковая армия генерал-полковника Э. фон Клейста захватила Ростов-на-Дону — важный транспортный узел, считавшийся “воротами Кавказа”. Советские войска понесли огромные потери, а враг получил возможность выхода к нефтяным месторождениям Майкопа, Грозного и Баку. Именно после этого был издан приказ наркома обороны № 227, содержавший знаменитые слова “Ни шагу назад!”. Войска Южного фронта оставили донскую столицу, чтобы не оказаться в окружении, подобном “котлу” под Харьковом. За сдачу Ростова командующий фронтом генерал Р.Я. Малиновский был понижен в должности, но в той ситуации он принял единственно верное решение.

Понять, как особенности рельефа и климата сказывались на боевых действиях и их результатах, осмыслить “окопную правду” войны позволяют полевые исследования, изучение топографии местности, рассказы непосредственных участников и очевидцев боёв. Советские бойцы проявили массовый героизм в кровопролитных арьергардных боях. Так, неизвестный герой 27 июля ценой собственной жизни взорвал плотину Весёловского водохранилища. Это задержало переправу немецкой бронетехники через реку Маныч на три дня, дав возможность отходившим на юг советским войскам оторваться от противника. 4-я танковая армия генерал-полковника Г. Гота 31 июля от Большой Мартыновки на левом берегу Дона повернула на Котельниково, усилив немецкую группировку на Сталинградском направлении.

На черноморском участке в июле 1942 г. противник начал бомбить Сухуми, а 6 сентября ворвался в Новороссийск. Через пять дней враг овладел большей частью города, за исключением его юго-восточной заводской окраины. Из-за больших потерь войска вермахта перешли к обороне под Новороссийском, которая продолжалась больше года. Между Майкопом и Нальчиком хорошо обученные, полностью укомплектованные и обеспеченные специальным снаряжением горнострелковые и егерские дивизии к 9 сентября овладели почти всеми перевалами Западного и Большого Кавказа. Трижды в течение сентября—ноября главные силы 17-й армии Германии пытались прорваться к Туапсе, но так и не смогли взять город.

Значительное превосходство противника в танках и авиации позволило ему создать на важнейших стратегических направлениях мощные ударные группировки. В начале августа 1942 г. только на кавказском направлении немецкое командование сосредоточило 535 тыс. человек, 564 танка, 4540 орудий и миномётов, около 500 боевых самолётов. Противник превосходил войска Северо-Кавказского фронта в личном составе — в 1.5 раза, орудиях и миномётах — в 2.1 раза, в танках — в 4.3 раза, в самолётах — в 2.7 раза. В тылу группы армий “А” находился корпус гене-

рала Г. Фельми, задачей которого являлось дальнейшее наступление на Иран и Ирак, выход к Персидскому заливу и в Индию. Навстречу корпусу Г. Фельми выдвигался Африканский корпус Э. Роммеля, находившийся к тому моменту всего в 100 км от Александрии.

Астраханское направление. В середине августа 1942 г. немецкие войска были остановлены у села Хулхута на расстоянии примерно 100 км от Каспия. Астрахань являлась стратегическим пунктом переброски нефти, грузов по ленд-лизу из Ирана, войск и боевого снаряжения для действующей армии. Самолёты люфтваффе пытались разрушить город, но захватить его противнику не удалось. Участок фронта протяжённостью до 300 км между сталинградской и кавказской группировками вермахта почти пять месяцев прикрывала усиленная 16-я моторизованная дивизия генерал-майора З. Хенрици. Для противодействия противнику советским командованием была срочно сформирована 28-я армия генерал-лейтенанта В.Ф. Герасименко. Её основой стала 34-я гвардейская стрелковая дивизия генерал-майора И.И. Губарева, созданная на базе 7-го воздушно-десантного корпуса в Москве и срочно переброшенная на юг. Фактически в ногайских и калмыцких степях с сентября 1942 г. по январь 1943 г. развернулась настоящая рейдовая война. Разведывательные и диверсионные отряды вермахта вышли к Волге сразу в нескольких местах, неоднократно перерезали дорогу Кизляр—Астрахань (рис. 3).

Бои на гудермесско-кизлярском направлении. Форсировав Дон и Маныч, противник уже через три недели стремительно приближался к Тереку. 1-я танковая армия 25 августа 1942 г. захватила Моздок, нацелившись по левому берегу Терека на Гудермес и Махачкалу. Враг 29 августа оккупировал узловую железнодорожную станцию Червлёную, в 25 км северо-восточнее Грозного. Взрыв моста через Терек закрыл 40-му немецкому танковому корпусу путь в Дагестан. В район Гудермеса, через Астрахань и Махачкалу, были срочно переброшены из-под Москвы семь гвардейских бригад, сформированных из десантников, а также отдельные морские и курсантские стрелковые бригады, уже имевшие успешный опыт оборонительных и наступательных боёв. Прибывшие войска были усилены танковыми батальонами и бригадами, имевшими на вооружении технику, полученную по “персидскому коридору”.

В Наурском и Шелковском районах Ставропольского края (в настоящее время Чеченской Республики) развернулись масштабные боевые действия с использованием танков и авиации. Один из эпизодов ожесточённых боёв у Червлённой в начале сентября 1942 г. описал заместитель наркома нефтяной промышленности, а впоследствии председатель Госплана СССР Н.К. Байбаков: “Я видел из окопов две яростные массированные атаки не-

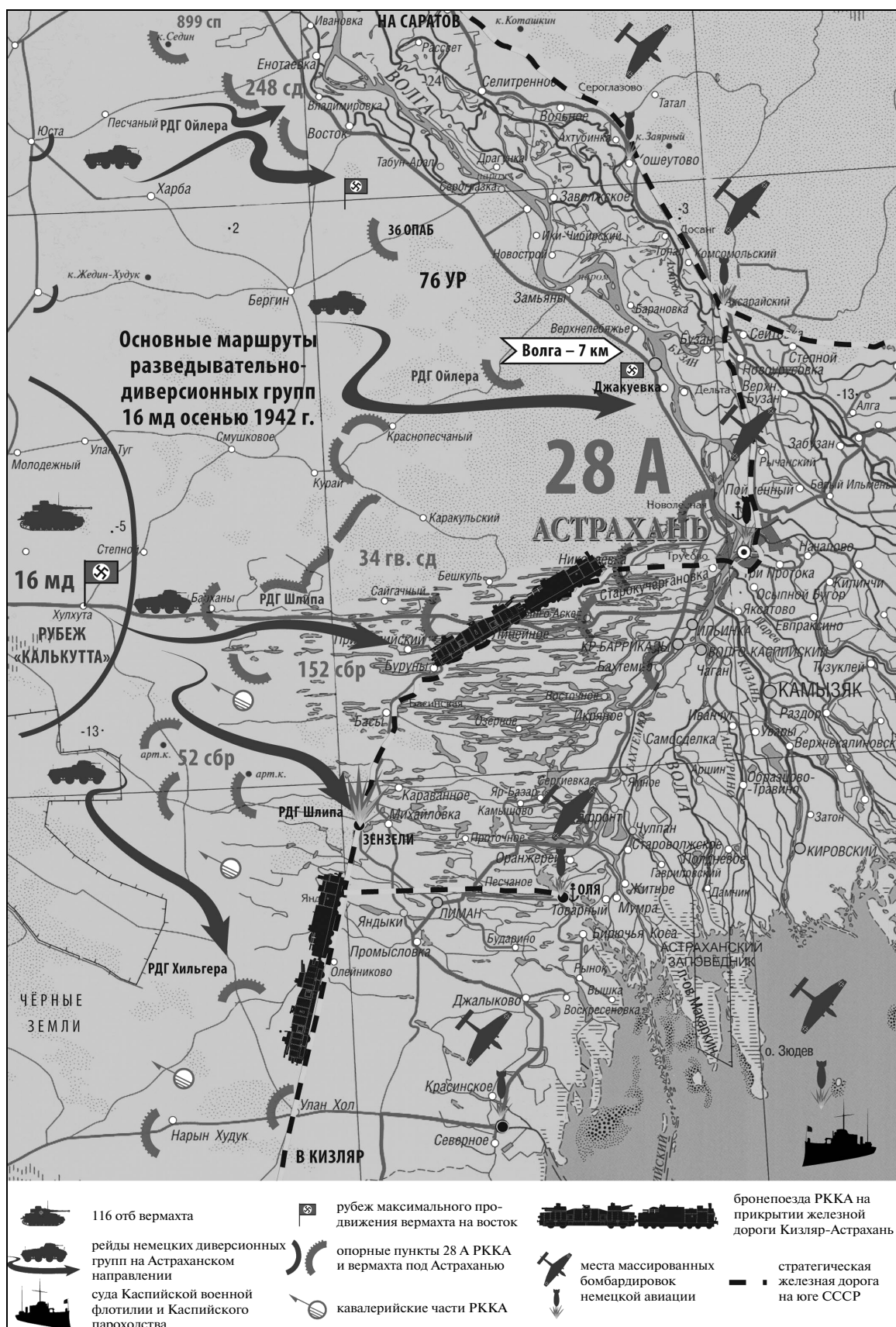


Рис. 3. Рейдовая война на астраханском направлении осенью 1942 г.

мецких частей: несмотря на плотный огонь нашей артиллерии и авиации, в результате которого изрытое бомбами и снарядами поле было буквально устлано телами убитых и раненых, они не останавливались, шли и шли, падали и снова вставали, бежали, ползли, с фанатичными от ужаса лицами выныривали возле русских окопов и, расстрелянные в упор нашими бойцами, падали навзничь. Было уничтожено несколько тысяч немецких солдат” [20]. В середине сентября у станицы Ищерской, судя по донесениям, было подбито и уничтожено 96 из 150 наступавших немецких танков.

Боевые действия на грозненском направлении. Решающее значение в обороне Северо-Восточного Кавказа сыграло Моздокско-Малгобекское сражение. Ингушский город Малгобек в течение октября пять раз переходил из рук в руки, но глубоко эшелонированная советская оборона оказалась для немецких войск непреодолимой. Недостаточно изучены в истории Великой Отечественной войны сражения на подступах к Грозному. Советские войска, используя естественные преграды, создали семь противотанковых рубежей. Лощины, овраги и рвы долины Алхан-Чурт между Малгобеком и Грозным были заполнены сырой нефтью. При угрозе прорыва немецких танков путь им преграждала стена горячей нефти. Противник подверг Грозный 10 и 12 октября 1942 г. мощным ударам с воздуха, в которых участвовало соответственно 130 и 152 самолёта люфтваффе. Горящая нефть через прорывы в разрушенных бомбами дамбах потекла в город, расплавляя всё, что попадалось на пути. Массированные бомбардировки практически сровняли Грозный с землёй, но он так и не был захвачен врагом.

Советское командование использовало тактику активного маневрирования в предгорьях Кавказа, передислоцируя дивизии и корпуса вдоль линии фронта между Орджоникидзе, Малгобеком, Наурской и Гудермесом. На самые опасные участки перебрасывались ударные соединения РККА, бронетехника, бомбардировщики, горючее и продовольствие. Важную роль в оборонительных боях сыграли дивизионы бронепоездов и противотанковая артиллерия, нанёсшие большой урон немецким танковым и механизированным частям. Героическая оборона советских войск на гудермесско-кизлярском и грозненском направлениях вынудила противника сначала снизить темпы наступления, а затем остановиться.

Поражение вермахта под Орджоникидзе. Наступление 1-й танковой армии через Эльхотовские ворота началось 25 октября 1942 г. Враг стремился овладеть Военно-Грузинской и Военно-Осетинской дорогами. Под Нальчиком оборонялась ослабленная боями 37-я советская армия. На 6-километровом участке прорыва вермахт имел 3-кратное превосходство в людях, 11-кратное — в орудиях,

10-кратное — в миномётах и абсолютное — в танках. Противник занял Нальчик 28 октября, а 1 ноября заблокировал Военно-Осетинскую дорогу у селения Алагир. К исходу следующего дня части вермахта захватили селение Гизель, в 3 км западнее Орджоникидзе. Для решающего удара советское командование перебросило сюда два гвардейских стрелковых корпуса и несколько танковых бригад, основные силы артиллерии и авиации.

Переломным днём в стратегических боях под Орджоникидзе стало 5 ноября 1942 г. В этот день советские войска остановили продвижение противника и перешли в контрнаступление. Гизельская группировка 3-го танкового корпуса противника была практически полностью окружена. Спасаясь от полного уничтожения, бросая технику, немецкие войска были вынуждены в ночь на 11 ноября поспешно отходить к селу Дзуарикау. Сломив сопротивление вражеских частей, соединения левого фланга 9-й армии 11 ноября овладели селением Гизель. Преследуя отступающего врага, части РККА к исходу 12 ноября вышли к реке Фиадон. Для вермахта 5–6 ноября 1942 г. стали временем невозврата, предгорья Северного Кавказа — местом невозврата, а для Красной армии именно здесь фактически началось освобождение Родины.

Сталинградская битва. В сентябре 1942 г. основные военные события на Волге развернулись вокруг Сталинграда. В городе располагались танковый, артиллерийский и нефтеперегонный заводы. Стремление вермахта захватить Сталинград объяснялось также и политическими мотивами. Уже 23 августа 1942 г. 14-му танковому корпусу вермахта удалось прорваться к Волге. В сентябре в Сталинграде начались уличные бои. Задача советских войск в оборонительном сражении заключалась в том, чтобы измотать и обескровить ударную группировку врага, создав условия для перехода от обороны к наступлению. Мощную поддержку малочисленным частям 62-й армии В.И. Чуйкова оказывала тяжёлая артиллерия и полки реактивных миномётов с левого берега Волги и её островов. В руинах Сталинграда немецкие войска утратили присущую им мобильность — танки не могли продвигаться среди каменных развалин. Бой шёл за каждый дом.

В разгар уличных сражений в условиях строжайшей секретности велась подготовка к контрнаступлению под Сталинградом. На удалении от города заранее было предусмотрено два выжидательных плацдарма для скрытого сосредоточения резервных частей. Плацдарм южной группы находился в Заволжье в плавнях дельты Волги в районе Капустина Яра, Чёрного Яра, Нижнего Баскунчака, Солёного Баскунчака и др. Сосредоточение северной группировки осуществлялось в районе Саратова, Камышина и в лесах Придонья. Стягивание резервов и их концентрация для стремительного наступления потребовали двух осенних месяцев и остаются практи-

Таблица 2. Основные сражения на юге России в 1942–1943 гг. [22, с. 350–354; 23, с. 78]

Сражения	Время	Потери		Число Героев Советского Союза
		РККА	вермахт	
Битва за Кавказ	25.07.1942–09.10.1943	1065910	421 200	138
Битва за Сталинград	17.07.1942–02.02.1943	1 129 619*	890 522	103
Миус-фронт	11.10.1941–30.08.1943	833 000	110 000	38
“Голубая линия”		268 513	128 429	69

* Включая потери в большой излучине Дона с 17 июля по 23 августа 1942 г.

чески неизученной страницей Сталинградской битвы. Важно отметить, что разработка и подготовка к проведению двух сражений осуществлялись в один исторический момент. События на Кавказе и на Волге развивались по общему сценарию.

Мощный удар был нанесён 19 ноября с северного плацдарма войсками Юго-Западного фронта. На следующий день, 20 ноября, войска Сталинградского фронта пошли в наступление с юга. Крайне важным оказался выбор направления главных ударов, их внезапность, безошибочное определение слабых мест обороны противника. Юго-Западный и Сталинградский фронты встретились 23 ноября в районе города Калач – хутора Советского и замкнули кольцо окружения под Сталинградом. Окружённая группировка противника составила не 80–85 тыс. человек, как оценивала советская разведка, а почти 250 тыс. [21, с. 184], поэтому сразу не удалось расчленивать и уничтожить 6-ю армию Ф. Паулюса. Враг использовал для круговой обороны укрепления Сталинградского обвода, созданного в 1941–1942 гг. для защитников города. Несмотря на снабжение по воздуху и попытку прорыва блокады, запасы боеприпасов и продовольствия у 6-й армии иссякали. Войска Донского фронта прорвали оборону противника и 2 февраля 1943 г. принудили окружённую фашистскую армию сдаться.

В декабре 1942 г. группа немецких армий “А” на Кавказе окончательно утратила возможность атаковать и оказалась под угрозой окружения. Общее наступление Северной и Черноморской групп войск Закавказского фронта началось 1 января 1943 г. Навстречу им, в направлении Ростова и Сальска, наступали войска Южного (бывшего Сталинградского) фронта. Умело маневрируя резервами, фельдмаршал Э. Манштейн остановил в конце января советское наступление на рубежах рек Маныч и Северский Донец. К концу января противник ушёл с Северного Кавказа, разделившись на две группы. Главные силы 1-й танковой армии отошли через Ростов в Донбасс, оставшиеся соединения отступили на Таманский полуостров, где объединились с 17-й армией в мощную группировку общей численностью более 20 дивизий.

Прорыв Миус-фронта. Советские войска освободили Ростов-на-Дону 14 февраля 1943 г., одна-

ко их дальнейшее наступление остановил немецкий оборонительный рубеж протяжённостью в 104 км, получивший название Миус-фронт. Он начинался у села Самбек близ Таганрогского залива, шёл по реке Миус и упирался в город Красный Луч Ворошиловградской (в настоящее время Луганской) области. Впервые советские войска столкнулись с неприступностью немецких боевых порядков на Миус-фронте ещё зимой 1941 г. На протяжении первой половины 1942 г. продолжались безуспешные попытки прорыва обороны противника [24]. По степени неприступности, плотности огня и количеству долговременных укреплений Миус-фронт можно сравнить с такими широко известными оборонительными комплексами, как финская линия Маннергейма, французская линия Мажино, немецкая линия Зигфрида или советская линия Молотова [25].

В течение весны–лета 1943 г. советские войска неоднократно штурмовали немецкие оборонительные рубежи. Ожесточённое сражение произошло в окрестностях высоты 277.0 (курган Саур-Могила) 30–31 июля 1943 г., на границе Ростовской и Сталинской (в настоящее время Донецкой) областей. В нём участвовали элитные танковые соединения, снятые немецким командованием в разгар противоборства на Курской дуге. За два дня противник потерял здесь 239 танков и самоходно-артиллерийских установок. Это вдвое больше танковых потерь врага в знаменитой битве под Прохоровкой. Только 18 августа 1943 г. Южный фронт генерал-полковника Ф.И. Толбухина из района села Куйбышево Ростовской области прорвал Миус-фронт, а 30 августа был освобождён Таганрог. В разработке операции участвовал начальник Генерального штаба РККА маршал А.М. Василевский. Необходимым условием успеха стала максимальная концентрация сил, особенно артиллерии и бронетехники, на узком участке прорыва.

“Голубая линия” – “Готенкопф” (“Голова гота”). На Тамани продвижение советских войск упёрлось в ещё один мощный оборонительный рубеж протяжённостью в 113 км – от Новороссийска через посёлок Верхнебаканский, станицу Нижнебаканскую, посёлок Саук-Дере, станицы Крымскую и Киевскую до Темрюкского лимана. Восемь оборонительных полос глубиной до 40 км в полной

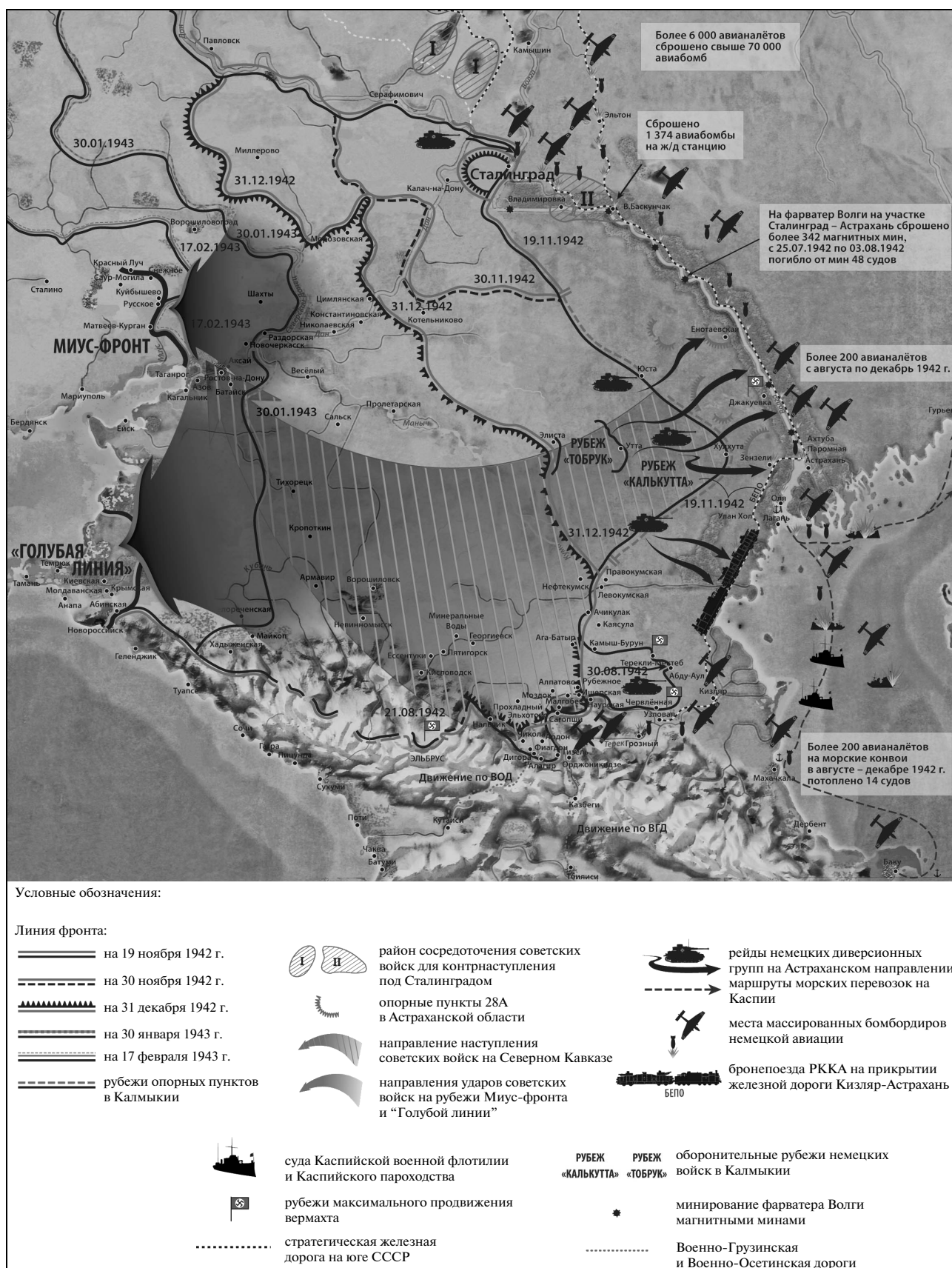


Рис. 4. Начало Победы. Освобождение Дона и Северного Кавказа

внимательно посмотреть на события лета 1942—осени 1943 г. на южном фланге советско-германского фронта как части единого процесса противостояния, то становятся заметны масштабы сражений под Сталинградом и на Кавказе и их место в истории крупнейших поражений германского фашизма. Необходимо отметить, что за оборону Кавказа Героями Советского Союза стали 138 человек, а за битву под Сталинградом — 103 человека.

В сражениях 1942—1943 гг. произошёл коренной перелом в войне, советские войска перешли от стратегической обороны к стратегическому наступлению (табл. 2). Кровопролитные бои, сопровождавшиеся перемалыванием целых армий, шли в рассматриваемый период на всех направлениях советско-германского фронта, включая западное и северо-западное. Однако поворот в ходе войны произошёл именно на юге, где у советских войск появился опыт крупных победоносных сражений. В этих сражениях развивалось и совершенствовалось советское оперативно-тактическое искусство. Одержанные победы свидетельствовали о возросшем умении командования в сжатые сроки концентрировать различные рода войск на прорыв вражеской обороны в узкой полосе, организовывать взаимодействие ударных групп, групп прикрытия и резервов, пехоты, бронетанковых войск, кавалерии и авиации.

Анализ событий лета 1942—осени 1943 г. — прорыва немецких войск на юг, кровопролитных битв на Дону, Маныче, Волге, Северном Кавказе, в Приазовье и на Тамани — доказывает, что они сыграли определяющую роль в коренном переломе в ходе Великой Отечественной войны (рис. 5). Победа в жестоких боях на юге была достигнута максимальным напряжением всех сил, массовым героизмом народа. Между тем число “официальных” мест памяти (в частности, доля городов-героев) здесь намного меньше, чем в центре и на северо-западе страны.

Историческая справедливость должна восторжествовать. Орджоникидзе (Владикавказ) заслуживает высокого звания Города-героя, но так и не получил его. Матвеев Курган и Крымск, Ишерская и Червлённая, Эльхотово и Гизель, а также другие населённые пункты должны стать городами воинской славы. Места кровопролитных сражений от Красного Луча в Донбассе до Самбека в Приазовье, от Гудермеса до Моздока, от Нальчика до Орджоникидзе, от Новороссийска до Темрюка фактически являются полями ратной славы всех народов бывшего СССР. Ради более 5 млн. погибших солдат и мирных жителей нашего региона дисбаланс в политике памяти должен быть устранён. Сегодня это крайне важно для всех народов многонационального юга России.

ЛИТЕРАТУРА

1. Битва за Кавказ (1942—1943 гг.). 60-летию битвы за Кавказ посвящается. М.: Владикавказ, 2002.
2. *Шейн О.* Неизвестный фронт Великой Отечественной. Кровавая баня в калмыцких степях. М.: Яуза, Эксмо, 2009.
3. *Мощанский И.Б.* Оборона Кавказа. Великое отступление. 25 июля—31 декабря 1942 года. М.: Вече, 2010.
4. *Малиновский Р.Я.* Солдаты России. М.: Воениздат, 1969.
5. *Жуков Г.К.* Воспоминания и размышления. М.: АПН, 1970.
6. *Гречко А.А.* Годы войны. М.: Воениздат, 1976.
7. *Чуйков В.И.* От Сталинграда до Берлина. М.: Советская Россия, 1985.
8. *Василевский А.М.* Дело всей жизни. М.: Политиздат, 1988.
9. *Каганович Л.М.* Памятные записки. М.: Вагриус, 1998.
10. Навеки в памяти. Члены Российской академии наук о Великой Отечественной войне 1941—1945 гг. М.: Наука, 2010.
11. *Гальдер Ф.* Военный дневник. Ежедневные записи начальника Генерального штаба Сухопутных войск 1939—1942 гг. Перевод с нем. М.: Воениздат, 1971.
12. *Маништейн Э. фон.* Утерянные победы / Перевод с нем. М.: АСТ, СПб.: Terra fantastica, 1999.
13. *Мейер К.* Немецкие гренадёры. М.: Центрополиграф, 2007.
14. Война. Юг. Перелом (лето 1942—осень 1943 гг.). Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2012.
15. *Motter T.H. Vail.* The Persian corridor and aid to Russia. Washington: Center of military history United States Army, 2000.
16. *Краснов В.Н., Краснов И.В.* Ленд-лиз для СССР. 1941—1945. М.: Наука, 2008.
17. История социалистической экономики СССР. В 7 томах. Т. 5. М.: Наука, 1978.
18. *Куманёв Г.А.* Говорят сталинские наркомы. Смоленск: Русич, 2005.
19. *Симонов К.М.* Глазами человека моего поколения. Размышления о И.В. Сталине. М.: АПН, 1989.
20. *Паршев А.П.* Почему Америка наступает. М.: АСТ, Астрель, 2002.
21. Сталинградская эпопея. М.: Наука, 1968.
22. *Мюллер-Гиллебранд Б.* Сухопутная армия Германии. 1933—1945. М.: Изографус, Эксмо, 2002.
23. *Шабаетов А.А., Михалёв С.Н.* Трагедия противостояния. Потери вооружённых сил СССР и Германии в Великой Отечественной войне 1941—1945 гг. (Историко-статистическое исследование). М.: Ветеран Москвы, 2002.
24. *Матишов Г.Г., Кринко Е.Ф.* Миус-фронт в истории Великой Отечественной войны // Вестник РАН. 2011. № 5.
25. *Матишов Г.Г., Афанасенко В.И., Кринко Е.Ф.* Миус-фронт в Великой Отечественной войне. 1941/1942 гг.—1943 г. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2011.
26. Центральный архив Министерства обороны Российской Федерации. Ф. 319. Оп. 4798. Д. 47. Л. 7.

DOI: 10.7868/S0869587313050174

Автор публикуемой статьи формулирует принципы управления механическими свойствами материалов путём целенаправленного формирования многоуровневых (мультимодальных) структур. Возможности предложенного подхода иллюстрируются на примерах разработки материалов с высокими эксплуатационными свойствами, а также решения различных междисциплинарных проблем.

МНОГОУРОВНЕВЫЙ ПОДХОД К МОДЕЛИРОВАНИЮ ПРОЦЕССОВ ДЕФОРМАЦИИ И РАЗРУШЕНИЯ

С.Г. Псахье

Изначально механика возникла как отрасль знания о движении твёрдых и жидких тел и об их взаимодействии. Впоследствии, когда она сформировалась в самостоятельное научное направление, в её составе выделился целый ряд разделов: механика деформируемого твёрдого тела, механика жидкости и газа, механика плазмы, квантовая механика и т.д. В ходе всей многовековой истории развития этой науки её основной областью приложения всегда являлись инженерные задачи. Можно смело сказать, что механика — едва ли не наиболее востребованная наука, определяющая научно-технический прогресс.

В последние десятилетия механика играет ведущую роль в конструировании материалов новых поколений, применяемых в узлах и деталях механизмов, работающих в сложных условиях нагружения, в том числе в агрессивных средах. Такие материалы, как правило, имеют сложную многомасштабную внутреннюю структуру. Структурные элементы каждого из масштабных уровней вносят свой вклад, зачастую неаддитивный, в деформирование и разрушение материала в целом. Создание подобных современных материалов невозможно без привлечения так называемого компьютерного эксперимента с использованием

вычислительных методов и моделей механики деформируемого твёрдого тела. В последние три десятилетия большое внимание уделяется структурным аспектам деформации твёрдых тел (то есть влиянию основных составляющих внутренней композиции материалов на их аккомодацию к внешним воздействиям) и вопросам, связанным с неоднородным развитием пластической деформации. Сейчас в мире достигнуто понимание того, что для адекватного описания деформации многомасштабных сред необходимо разрабатывать “иерархические” математические модели, позволяющие учесть взаимосвязь физических процессов, происходящих на разных структурных масштабах. Вопрос о том, каковой должна быть иерархическая модель, остаётся дискуссионным и не имеет сегодня однозначного ответа. Следовательно, теоретическая задача создания материала на основе многоуровневого подхода не может быть решена без широкого применения моделирования процессов деформирования и разрушения на разных масштабах — от атомарного до макроскопического.

Необходимость использования компьютерного моделирования обусловлена не только потребностью понимания взаимодействия физических механизмов различного масштаба, обеспечивающих аккомодацию материала к внешнему воздействию, но и возможностью оптимизации его внутренней структуры для конкретных условий эксплуатации. При этом постоянно возрастающие требования к новым материалам стимулируют как развитие технологий их получения, так и создание новых концепций описания их многомасштабной структуры и свойств. Одной из таких концепций является так называемый многоуровневый подход (в англоязычной литературе — multiscale approach). Этот подход стал основой современной методологии не только в механике де-



ПСАХЬЕ Сергей Григорьевич — член-корреспондент РАН, директор Института физики прочности и материаловедения СО РАН.

формируемого твёрдого тела, но и в физике, химии, материаловедении, информатике, науках о жизни, экономике, геологических науках, психологии, социологии и пр. Дело в том, что фактически все практические (инженерные) приложения требуют учёта многоуровневой, иерархической организации сред и систем различной природы. В западной литературе данный факт находит отражение в тезисе “многоуровневые методы — мост между наукой и инженерией”.

Основы многоуровневого подхода к проблемам пластичности и прочности заложены в монографии академика В.Е. Панина, В.А. Лихачёва и Ю.В. Гриняева “Структурные уровни деформации твёрдых тел” [1]. Согласно этой концепции, деформируемый материал представляет собой самоорганизующуюся нелинейную многоуровневую систему, в которой навязанная при нагружении деформация самосогласованно развивается как последовательная эволюция механизмов релаксации локальных напряжений и диссипации упругой энергии [1, 2]. Важной закономерностью отклика деформируемого твёрдого тела является “образование диссипативных мезоструктур и фрагментация деформируемого материала”. В рамках концепции структурных уровней предложена общая классификация иерархических степеней деформации материалов и сред [3], включающая пять последовательных уровней: механический иерархический (упругое поведение материала без каких-либо структурных изменений); уровни дефектов трансляционного и ротационного типов; локальных нарушений сплошности (образование микро- и мезоповреждений, таких как поры, трещины и т.д.); уровень глобального нарушения сплошности, связанный с формированием магистральной трещины и разрушением образца. Отмечено, что более низкие иерархические уровни являются аккомодационными для более высоких, причём вымывание низких уровней ведёт к понижению деформационной способности материала [3, с. 1–36].

Положения концепции структурных уровней деформации твёрдых тел не просто позволяют лучше понять закономерности и особенности механического отклика (включая разрушения) материалов различной природы, но являются основой для дизайна внутренней структуры перспективных материалов, работающих в условиях повышенных механических и термических нагрузок. Действительно, как отмечается практически всеми крупными учёными-материаловедами, разработка новых материалов сегодня невозможна без понимания многоуровневой природы процессов деформации и разрушения. Созданию современных материалов со сложной иерархической организацией внутренней структуры способствует синергетический эффект, обусловленный тремя основными факторами: появлением исследо-

вательского оборудования нового поколения; созданием новых методов обработки материалов, в частности электронно-ионно-плазменных технологий, синтеза в условиях интенсивной пластической деформации и т.д., которые позволяют формировать сложные структуры с характерными размерами до первых нанометров; расширением возможностей компьютерного моделирования, разработкой новых численных методов и высокопроизводительных вычислительных систем.

Говоря о применении новых методов в области пучковых технологий, необходимо упомянуть комплексный проект Сибирского отделения РАН почти 10-летней давности “Создание неравновесных структурно-фазовых состояний в поверхностных слоях материалов на основе разработки новых вакуумных электронно-ионно-плазменных технологий и оборудования для получения покрытий с высокими функциональными свойствами”. Одним из важнейших результатов этого проекта стало создание технологии, позволяющей формировать неравновесные многомасштабные структуры в тонких поверхностных слоях твёрдого тела с целью кардинального повышения их служебных характеристик (вязкости разрушения, износостойкости, термической стабильности и т.д.). Эта технология, основанная на импульсном облучении образцов пучками электронов в атмосфере инертных газов, позволила создать целую линейку перспективных материалов. О некоторых таких разработках будет рассказано ниже.

Многоуровневое моделирование является современным трендом в материаловедении, необходимой составляющей развития фундаментальных моделей и инженерных приложений на различных уровнях — от атомарного масштаба до конструкции в целом. В известной работе Б. Вёса наглядно продемонстрировано, что для описания систем в разных масштабах традиционно используются методы не только с различными переменными, но и с разной аксиоматикой [4]. Например, для описания поведения системы в атомарном и наноскопическом масштабах, как правило, применяются методы молекулярной динамики и Монте-Карло с использованием потенциалов межатомного взаимодействия, рассчитываемых в рамках моделей квантовой механики. На уровне отдельных зёрен и конгломератов нескольких зёрен в поликристалле применяются модели динамики дислокаций и дислокационных ансамблей (в частности, различные варианты модели пластичности монокристаллов, модель когезионного интерфейса и т.д.). На мезо- и макроскопическом уровнях, где моделируемый фрагмент материала может рассматриваться как локально изотропный, повсеместно применяются макромоделли упругости и пластичности, реализуемые в рамках численных методов механики сплошных сред, а

также модели механики разрушения. Подобное различие методов и подходов к описанию среды на различных структурных уровнях делает весьма затруднительным создание единого формализованного описания (и моделирования) отклика твёрдого тела в широком спектре масштабов. Такая формализация является одной из важнейших современных проблем механики деформируемого твёрдого тела.

Говоря о подходах к описанию среды, необходимо упомянуть о двух концепциях, предложенных в начале 1820-х годов великими механиками К. Навье и О. Коши. В рамках одной из них объект описания представляется как некий континуум (концепция сплошной среды), в рамках другой — как ансамбль взаимодействующих частиц, выделенных элементов среды конечного размера (концепция дискретного представления вещества). Следует отметить, что хотя последняя концепция идеологически верно отражает “фрагментированную” структуру материала во всём спектре пространственных масштабов, её основным недостатком на начальном этапе развития являлись весьма ограниченные возможности получения аналитических решений. Данного недостатка был лишён континуальный подход, что и определило его преимущественное развитие на протяжении последующих более 100 лет. Однако, начиная с 50-х годов XX в., вследствие интенсивного прогресса вычислительной техники стали развиваться и численные методы дискретной концепции в механике.

С конца 1940-х годов и до настоящего времени численные методы дискретного подхода развиваются в двух основных направлениях: методы частиц, применяемые главным образом для изучения процессов деформирования и разрушения материалов на различных масштабных уровнях, и методы клеточных автоматов, используемые для изучения немеханических термодинамических процессов (фазовые переходы, химические реакции и т.д.). Первым методом частиц был метод молекулярной динамики (ММД), который изначально применялся и до сих пор является основным инструментом изучения деформации и разрушения на атомном уровне. Он также незаменим для понимания элементарных механизмов пластической деформации и фрагментации материала, но имеет принципиальные пространственно-временные ограничения, связанные с необходимостью численного интегрирования большого числа уравнений, в 6 раз превышающего количество атомов в моделируемом фрагменте. Даже на современных терафлопных компьютерах возможности такого непосредственного описания твёрдого тела ограничены первыми миллиардами атомов (что соответствует пространственному масштабу в пределах микрона) и временами порядка десятых микросекунды. Очевидно, что для

изучения реальных деталей и фрагментов конструкций такой непосредственный подход неприменим. Это обусловило создание на базе ММД новых методов частиц для мезо- и макроскопического описания среды. В них размеры структурных элементов (частиц) являются конечными (в отличие от атомов, рассматривающихся как точечные массы) и, соответственно, учитывается их взаимодействие только с ближайшим окружением. Кроме того, ввиду конечности размеров частиц, учитывается и возможность их вращения относительно центров масс. В этом случае число уравнений сокращается в миллиарды раз, что даёт возможность моделировать поведение изучаемых объектов на масштабах, представляющих интерес с точки зрения инженерных приложений. Наиболее известным представителем такого класса методов “мезочастиц” является метод дискретных элементов (МДЭ).

Одной из основных проблем применения методов частиц на всех масштабных уровнях является построение потенциалов/сил междоузликового взаимодействия, отвечающих отклику фрагментов среды на рассматриваемом пространственном масштабе. Очевидно, что такие потенциалы должны иметь многочастичный вид, то есть учитывать влияние всего ближайшего окружения элемента. Большие успехи в этом направлении достигнуты научной группой, возглавляемой автором настоящей статьи, в Институте физики прочности и материаловедения (ИФПМ) СО РАН. В работах этого коллектива был предложен и развит обобщённый вариант метода частиц — метод подвижных клеточных автоматов (в англоязычной литературе — *movable cellular automaton method*, сокращенно МСА) [5–7]. Формализм метода МСА объединяет возможности методов частиц и клеточных автоматов, что позволяет моделировать не только механические процессы (деформации и разрушения), но и сопутствующие им физико-химические превращения. Важно отметить, что для построения общего (структурного) вида соотношений механического взаимодействия частиц в методе МСА была использована хорошо известная клеточно-автоматная модель Винера–Розенблюта. Полученные соотношения имеют многочастичную форму (а значения коэффициентов в них — ясный физический смысл) и определяются на основе данных о механических характеристиках среды на рассматриваемом масштабном уровне. Ввиду общности формулировки преимуществ в сравнении с традиционными реализациями метода частиц, что делает его весьма перспективным инструментом для многоуровневого моделирования.

Так, основные соотношения метода МСА в предельном случае переходят в соотношения метода молекулярной динамики, то есть примени-

мы для описания среды не только на “высоких”, но и на “низких” масштабных уровнях вплоть до атомарного. Кроме того, благодаря использованию многочастичного приближения при описании взаимодействия автоматов решена традиционная для МДЭ проблема влияния упаковки частиц на механический отклик ансамбля. Действительно, при применении простых (например, парных) потенциалов взаимодействия вид задаваемой упаковки частиц оказывает сильное (и, как правило, искусственное) влияние на отклик ансамбля. В настоящее время в теории дискретных элементов предложен целый ряд способов, главным образом геометрических, для уменьшения этого влияния. В рамках метода МСА данная проблема решается естественным образом за счёт объёмозависящего вклада в силу межавтоматного взаимодействия. Необходимо отметить, что численные решения, получаемые с использованием метода МСА, хорошо согласуются с аналитическими решениями даже на ансамбле из относительно небольшого (несколько тысяч) количества элементов. Это является дополнительным подтверждением корректности развитого подхода к описанию межчастичного взаимодействия.

Ещё одно положительное следствие использования многочастичного взаимодействия в методе МСА — достижение полной совместимости с традиционными численными методами механики сплошных сред (методы конечных элементов и разностей). Это позволяет решать многие затратные с точки зрения вычислительных ресурсов задачи в совмещённой постановке, эффективно увеличивая моделируемые пространственный и временной масштабы рассматриваемых проблем.

Важное преимущество метода МСА как одного из методов частиц — естественный учёт эффекта дилатансии на всех масштабах. Дилатансия — это локальное увеличение объёма среды при сдвиге, которое характерно для всех без исключения материалов на всех масштабных уровнях. Природа дилатансии связана с дискретным (атомным) строением вещества. Это было отмечено ещё О. Рейнольдсом, приверженцем метода частиц, в его широко цитируемой статье 1885 г. [8]. В рамках механики сплошных сред данный эффект приходится вводить извне, путём создания специальных дилатансионных моделей (Друкера—Прагера, В.Н. Николаевского и др.). В то же время в методе частиц дилатансия возникает естественным образом вследствие конечного размера элементов моделируемой среды.

Таким образом, развитие метода частиц, в том числе метода подвижных клеточных автоматов как его обобщения, открывает возможность моделирования процессов деформирования и разрушения материала на самых различных пространственных масштабах — от атомного до макроscopic-

ческого — в рамках единой формализованной процедуры. Перспективы применения данного инструментария для многоуровневого моделирования можно проиллюстрировать на примере целого ряда междисциплинарных приложений, таких как разработка новых композиционных материалов, задачи трибологии, создание материалов для медицины, исследование геомеханических и геодинамических процессов.

В последние годы в ИФПМ СО РАН, в том числе совместно с Институтом сильноточной электроники (ИСЭ) СО РАН, проводятся работы по направленному изменению структуры поверхностных слоёв металлокерамических композитов, применяемых в качестве материалов для режущих инструментов, с целью направленного повышения их служебных характеристик. В качестве способа модификации используется технология электронно-пучкового облучения поверхности материала, о которой говорилось выше. Уникальные возможности разработанного в ИСЭ СО РАН оборудования, в частности сверхвысокие скорости нагрева поверхностного слоя (до 10^6 град/с) и формирование в нём предельных градиентов температуры (до 10^7 – 10^8 К/м), обеспечивающих охлаждение со скоростью до 10^9 К/с, позволяют реализовать в поверхностном слое толщиной 40–300 мкм различные неравновесные структурно-фазовые состояния. Характерная особенность модифицированных таким способом поверхностных слоёв металлокерамических композитов — появление многомасштабной внутренней структуры.

Так, в исходном композиционном материале основными структурными элементами являются металлическое связующее (матрица), армирующие керамические частицы (карбиды, бориды и т.д.) и межфазные границы. Все эти элементы можно отнести к мезоскопическому масштабному уровню структуры. В результате облучения в поверхностном слое появляются ещё как минимум два дополнительных структурных уровня: субмикроскопический, представленный вторичными частицами карбида субмикронного размера в матрице, и наноскопический, связанный с выделением вторичных наночастиц карбидов, интерметаллидов и нитридов на границах ячеек кристаллизации металлической матрицы. Проведённые испытания показали, что увеличение количества структурных уровней в поверхностном слое металлокерамического сплава многократно повышает ресурс работы изготовленного из него режущего инструмента. Даже в условиях высоких температур увеличение стойкости металлокерамических резцов с модифицированной поверхностью при резании металла достигает 12 крат по сравнению с металлокерамикой в исходном состоянии (рис. 1). Важно отметить, что структура и состав металлокерамических сплавов, применяе-

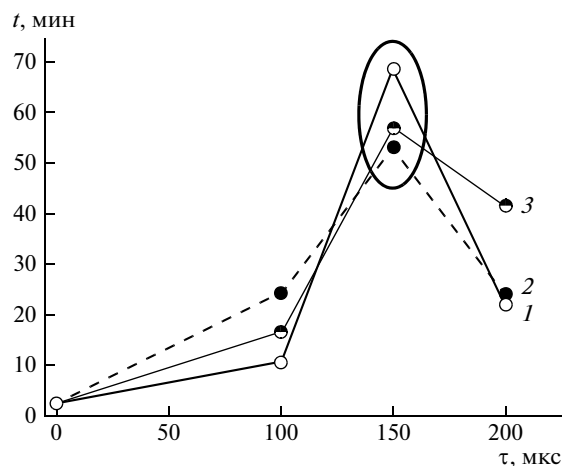


Рис. 1. Зависимости временной стойкости пластин из металлокерамического композита TiC-(Ni-Cr-Al) от длительности импульсов электронно-пучкового облучения поверхности

Кривые 1–3 соответствуют различным значениям плотности энергии в пучке; овалом выделены наилучшие значения стойкости

мых для создания режущих инструментов, оптимизировались материаловедцами на протяжении многих десятилетий и в настоящее время считаются практически идеальными. Тем не менее, как показали проведенные исследования, возможности повышения служебных характеристик даже таких хорошо изученных композиций далеко не исчерпаны, и связаны они с направленным увеличением количества масштабных уровней внутренней структуры.

Очевидно, что целенаправленное изменение внутренней структуры сплава невозможно без понимания вклада отдельных структурных составляющих в механические и служебные характеристики материала в целом. Современные представления о создании новых и модификации существующих материалов основываются на осознании важной роли в этом процессе компьютерного конструирования с применением передовых методов многоуровневого моделирования. Данный подход носит специальное название — научные основы создания новых материалов с заданными свойствами. В случае рассмотренных здесь металлокерамических композитов с тугоплавкими армирующими включениями важную роль в понимании роли отдельных факторов в отклике материала сыграло компьютерное моделирование методом МСА. В частности, проведенные расчёты выявили определяющее влияние на механические свойства металлокерамики такого ранее недооценивавшегося структурного элемента, как границы раздела металлического связующего и керамических частиц, называемые также интерфейсными зонами, или областями переменного состава химических элементов. Дей-

ствительно, даже в исходных спечённых металлокерамических композитах ширина таких зон может достигать микронной толщины. В модифицированных же поверхностных слоях она возрастаеткратно и становится сопоставимой с характерным расстоянием между армирующими частицами. Фактически модифицированный композиционный материал отличается от исходного не только появлением новых структурных элементов более низких масштабных уровней, но и значительным изменением структуры на базовом, мезоскопическом уровне. Как показали расчёты методом МСА, увеличение объёмной доли межфазных границ в металлокерамическом композите приводит к кратному повышению его прочности и энергии разрушения.

Применение компьютерного моделирования позволило не только выявить, но и объяснить этот эффект. Подобное изменение служебных характеристик металлокерамического сплава связано со снижением величины градиента напряжений на широких межфазных границах в несколько раз из-за уменьшения градиента механических свойств. Уменьшение локальных градиентов напряжений имеет своим следствием изменение характера разрушения от “граничного”, связанного с формированием исходных мезотрещин на межфазных границах, к зарождению и развитию трещин в металлическом связующем. В интегральном выражении это приводит к значительному увеличению трещиностойкости и энергии разрушения композита. Компьютерное моделирование также продемонстрировало, что важным механизмом повышения служебных характеристик модифицированного поверхностного слоя металлокерамики при появлении структурных элементов низких масштабных уровней является изменение характера разрушения металлической матрицы, в частности, значительное увеличение эффективной длины пути трещин.

Чрезвычайно важной областью приложения многоуровневого подхода к моделированию является трибология. Внутренняя структура поверхностных слоёв многих современных трибосистем многослойна. Поэтому компьютерное моделирование процессов в поверхностных слоях таких материалов при трении оказывается особенно актуальным. По данному направлению необходимо отметить работы Института проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, прежде всего научного коллектива академика И.Г. Горячевой, посвящённые контактными задачам для тел со сложными покрытиями. Полученные теоретические результаты востребованы при разработке узлов машин, механизмов, работающих в условиях интенсивных динамических и термических нагрузок.

Одна из проблем трибологии, в решении которой компьютерное моделирование незаменимо,

заключается в понимании особенностей процессов в пятнах контакта различного масштаба — от микроскопического (рис. 2, *а*) до наноскопического (рис. 2, *б*). На таких участках непосредственного взаимодействия поверхностей трущихся тел происходят интенсивные процессы пластической деформации и фрагментации материала в тонком поверхностном слое микронной толщины, разрушение и “залечивание” трещин, перенос и перемешивание частиц износа, их повторное сцепление с поверхностью и т.д. Перечисленные процессы могут сопровождаться и во многом определяются фазовыми переходами в условиях высоких локальных температур и давлений. Для решения такой сложной задачи в ИФПМ СО РАН на протяжении последнего десятилетия эффективно используется компьютерное моделирование методами МСА (трение на микроконтактах) и молекулярной динамики (изучение процессов в поверхностном слое наноскопической толщины). Получен ряд важных результатов, касающихся, в частности, динамики изменения толщины и положения так называемого квазизжидкого слоя, образованного частично сцепленными частицами износа различного размера, на этапах приработки поверхностей и в установившемся режиме трения. Заметим, что компьютерное моделирование незаменимо и при изучении новых неравновесных структурных состояний, которых крайне сложно достигнуть другими способами, однако можно естественным образом получить в зонах микроконтактов.

Следует отметить результаты молекулярно-динамического моделирования выглаживания поверхности — технологии, которая применяется для уменьшения нанощероховатости. Исследования в этой области проводились по заказу ООО “Сенсор” (г. Курган), где подобные технологии применяются как финальная стадия поверхностной обработки деталей механизмов нефтегазового оборудования, работающих на больших глубинах. Проведённые расчёты показали, что выглаживание не просто сопровождается уменьшением нанощероховатости поверхности, но инициирует интенсивную фрагментацию приповерхностных слоёв наноскопической толщины (рис. 3), то есть формирует в них дополнительный структурный уровень и, как следствие, существенно изменяет их механические характеристики.

Ещё одним важным направлением, в котором актуально применение многоуровневого подхода, является разработка перспективных материалов для ядерной энергетики. Здесь необходимо отметить результаты, полученные в сотрудничестве с ОАО “Чепецкий механический завод” (г. Глазов). В настоящее время на этом предприятии производится 12% вырабатываемого в мире циркония. Проведённые комплексные исследования позволили разработать технологию моди-

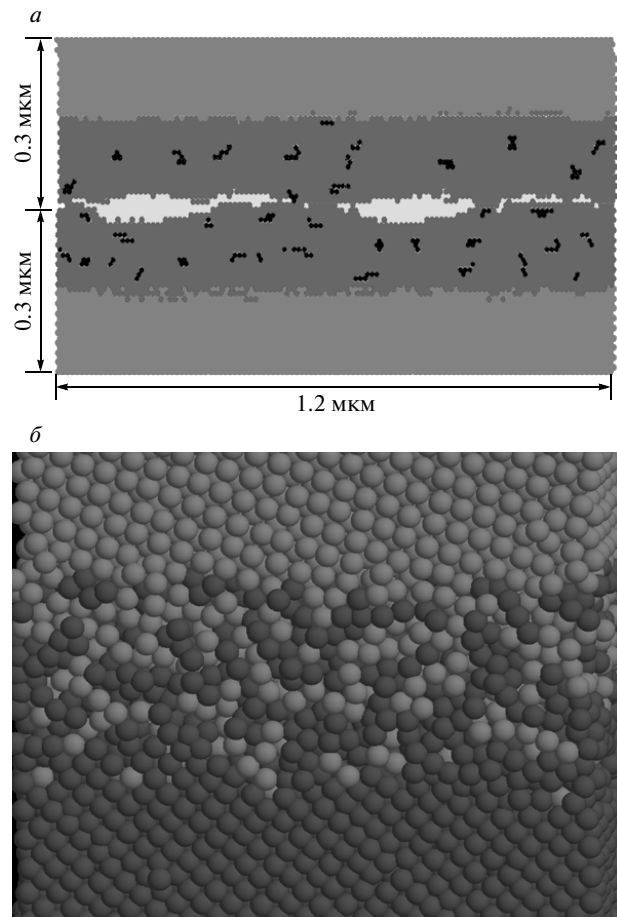


Рис. 2. Примеры модельной структуры зоны контактного взаимодействия поверхностей на микроскопическом — метод МСА (*а*) — и наноскопическом — метод молекулярной динамики (*б*) — масштабах

фикации структуры тонких оболочек циркониевых сплавов, что обеспечило перевод атомных реакторов типа ВВЭР и РБМК на четырёх- и

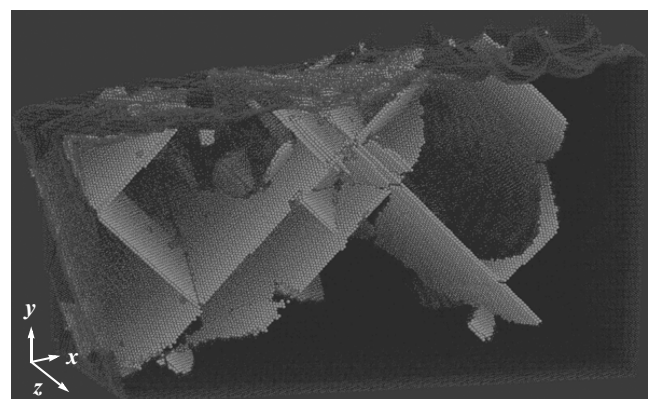


Рис. 3. Пример фрагментированной структуры приповерхностного слоя наноскопической толщины после выглаживания (результаты моделирования методом молекулярной динамики)

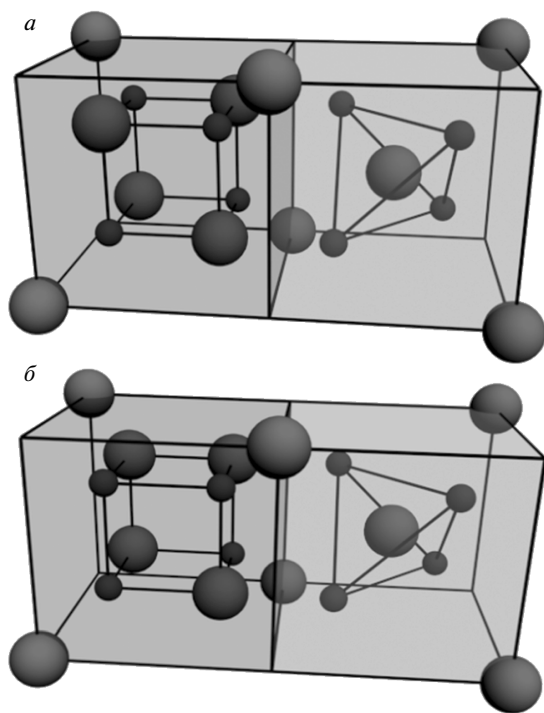


Рис. 4. Кристаллическая решётка шпинеля в исходном равновесном (а) и неравновесном структурно-фазовом (б) состояниях

пятилетние топливные циклы вместо трёхлетних. Это можно расценивать как очень перспективный результат. Сегодня модифицированные оболочки эксплуатируются не только на российских реакторах, но и за рубежом. В настоящее время ведутся работы по созданию нового класса оболочек с наноструктурированным внутренним слоем.

Широко применяется многоуровневый подход и в создании различных медицинских мате-

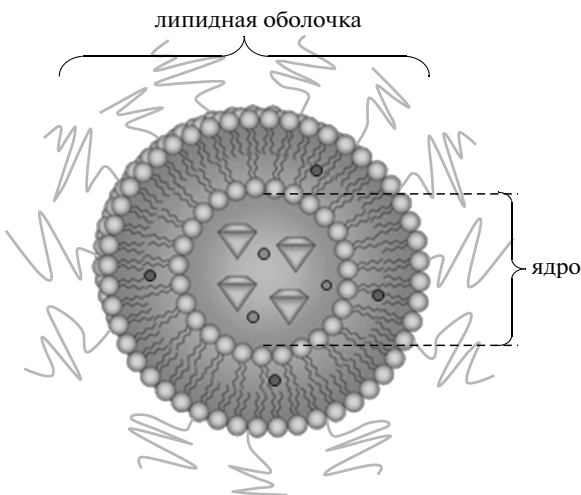


Рис. 5. Блок-схема феррилипосомы с химиотерапевтическим препаратом в ядре

риалов конструкционного и функционального назначений. Как отмечалось выше, в зоне трибо-контактного взаимодействия поверхностей могут образовываться частицы износа с уникальной неравновесной внутренней структурой. Пример таких частиц — наночастицы шпинели MeFe_2O_4 в неравновесном структурно-фазовом состоянии, формирующиеся в результате механохимической обработки исходного порошка (рис. 4). Полученные наночастицы обладают уникальными свойствами, которые были использованы в медицине для МРТ-диагностики и магнитного нацеливания химиотерапевтических препаратов при лечении рака. Наночастицы использовались также для создания феррилипосом, во внутреннюю полость которых “упаковывается” химиотерапевтический препарат с целью направленной доставки к злокачественной опухоли (рис. 5). Опыты на животных показали, что при таком способе доставки эффективность применения химиотерапевтических препаратов повышается более чем в 10 раз. Эти, без сомнения, перспективные результаты получены в рамках совместных исследований большого научного консорциума, включающего коллективы Томского научного центра (Отдел структурной макрокинетики ТНЦ СО РАН, ИФПМ СО РАН), Словении (Институт Йожефа Стефана в Любляне), США (Школа медицины Стэнфордского университета) и Германии (Фрайбургский университет, Институт биохимии им. М. Планка в Мюнхене и Институт Макса Планка в Берлине). Сегодня эта работа считается одной из передовых в мире с точки зрения создания методов магнитного нацеливания и лечения раковых опухолей, она опубликована в авторитетном журнале “Nature Nanotechnology” [9].

Использование многоуровневого моделирования позволило предложить новый подход к модификации конструкции эндопротезов тазобедренных суставов. Следует отметить, что костная ткань является крайне сложным многомасштабным объектом, поровое пространство которого заполнено жидкостью. Для описания отклика такой системы на макроуровне применялся иерархический подход, в рамках которого интегральные механические характеристики материала на более низком структурном уровне используются в качестве входных параметров для построения функции отклика структурного элемента (подвижного клеточного автомата) на более высоком уровне. Результаты компьютерного моделирования методом МСА позволили предложить эффективные способы модификации эндопротеза, основанные на введении в шейку демпфирующих включений и/или нанесении демпфирующих покрытий на ножку имплантата. Показано, что данные модификации позволяют существенно повысить деформационную способность системы “костная ткань—протез” при одновременном

снижении скорости накопления повреждений в костной ткани в условиях активных динамических нагрузок, а следовательно, увеличить срок службы протеза.

Перспективной областью применения многоуровневого подхода к описанию среды являются науки о Земле, в частности, такие направления, как геомеханика и геодинамика. Известно, что земная кора имеет иерархически организованную блочную структуру. При этом основные движения в горных массивах сосредоточены на ослабленных границах раздела структурных блоков различного ранга (в зонах активных тектонических разломов или крупных трещин) в виде сдвиговых смещений. Смещения происходят с крайне низкой скоростью (за редким исключением, миллиметры в год и менее). Однако при достижении определённого критического состояния, связанного с величиной локальной сдвиговой прочности, на отдельных участках разломной зоны возможно инициирование кратковременных высокоамплитудных актов динамических смещений. Такие акты сопровождаются выделением некоторой части запасённой упругой энергии в виде упругих волн в сейсмическом частотном диапазоне и регистрируются как землетрясения. Поэтому важная проблема геомеханики заключается в оценке напряжённого состояния в зонах контактного взаимодействия структурных блоков в массивах горных пород, в частности, близости величины локальных сдвиговых напряжений к критическому значению. Данной проблеме посвящён цикл совместных работ коллективов ИФПМ СО РАН и Института земной коры СО РАН, включающий многоуровневое компьютерное моделирование методом МСА и натурные эксперименты на фрагментах активных тектонических разломов. В основу изучения этого цикла легла гипотеза о наличии однозначного соответствия между характером напряжённого состояния границы раздела (упругого или квазипластического) и величиной деформационного отклика на тестовые низкоамплитудные динамические воздействия. Результаты исследования подтвердили предложенную гипотезу и позволили выявить основные параметры деформационного отклика межблочной границы, значение которых возрастает на порядок при достижении порогового (сейсмоопасного) значения сдвигового напряжения. Более того, результаты моделирования и натурных экспериментов позволили предложить подход к направленному управлению сдвиговыми смещениями в высоконапряжённых фрагментах разломных зон с целью сейсмобезопасного снижения локальных сдвиговых напряжений. Подход основан на применении локального обводнения фрагмента разломной зоны (рис. 6) в сочетании с вибрационными воздействиями для инициирования



Рис. 6. Участок Ангарского разлома, на котором осуществлялись натурные эксперименты
Штрихпунктир — линия разлома; точка Н — место закачки воды

деформационной активности в ускоренном криповом режиме (рис. 7). Данная разработка является приоритетной и защищена патентом Российской Федерации [10].

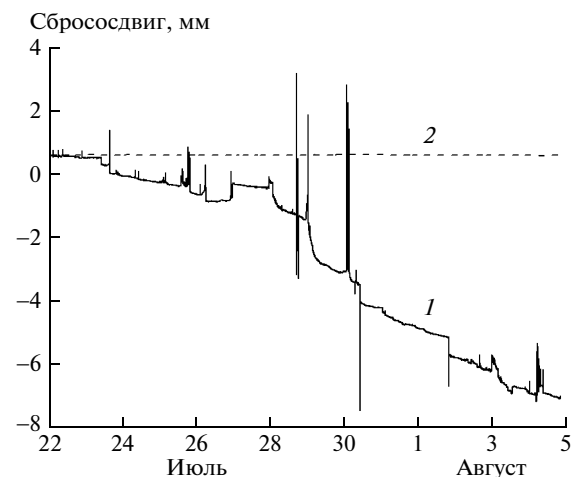


Рис. 7. Совместное воздействие локального обводнения и вибрации сбрососдвиговых смещений на изучаемом участке разлома
1 — инициированное смещение в режиме ускоренного крипа; 2 — естественный ход смещений

Общность и открытый характер формализации метода МСА обеспечивает широкие возможности решения многоуровневых задач в связанной постановке. Одна из таких задач, решаемая научной группой на физическом факультете МГУ, состоит в изучении процессов фильтрации в коллекторах и неколлекторах нефти и газа и влияния на них вибрационных воздействий. В описываемом случае компьютерное моделирование ведётся на модельных образцах, получаемых путём построения компьютерного образа реальных кернов при помощи рентгеновской томографии. Следует отметить крайнюю сложность моделируемых систем такого рода, характеризующихся как наличием системы связанных пор и каналов различного масштаба, так и возможностью разрушения участков твердофазного каркаса и блокирования/разблокирования отдельных направлений потока фильтрующегося флюида. Применение многоуровневых связанных моделей на основе совмещения метода частиц и методов гидродинамики (например, метода решёточных уравнений Больцмана) является эффективным способом изучения проблем такого рода.

Метод МСА как один из численных методов дискретного подхода в механике сегодня широко используется для многоуровневого моделирования в научных центрах и университетах России, США, Германии, Франции, Словении, Израиля, Китая и Южной Кореи. Понимание важности новых подходов к моделированию деформирования и разрушения гетерогенных твёрдых тел с учётом иерархии структурных уровней деформации привело к созданию по инициативе ОАО РСК “Энергия” им. С.П. Королёва консорциума “Многоуровневое динамическое моделирование композиционных и гибридных конструкций и материалов”. В него входят институты Сибирского отделения РАН (Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН и ИФПМ СО РАН), Национальный исследовательский Томский политехнический университет, на который возложена задача подготовки молодых кадров для реализации этого подхода в академических институтах и исследовательских центрах крупных предприятий, а также зарубежные инновационные фирмы, в частности, LMS Engineering innovation (Бельгия).

Развитию многоуровневого подхода к изучению структуры и свойств материалов и сред различной природы, а также созданию научных основ управления структурой перспективных материалов уделяется большое внимание в Российской академии наук, где в настоящее время успешно реализуются две соответствующие программы: программа № 25 “Фундаментальные проблемы механики и

смежных наук в изучении многомасштабных процессов в природе и технике” (координаторы академии И.Г. Горячева и Н.Ф. Морозов) и программа Отделения энергетики, машиностроения, механики и процессов управления № 12 “Многоуровневое исследование функциональных характеристик перспективных материалов для современных узлов трения” (координатор член-корреспондент РАН Р.В. Гольдштейн).

В заключение уместным будет привести слова О. Рейнольдса: “Прогрессу в механике нет конца... и то, что современники полагают её пределом и тупиком... лишь новый поворот на пути её развития”.

ЛИТЕРАТУРА

1. Панин В.Е., Лихачёв В.А., Гриняев Ю.В. Структурные уровни деформации твёрдых тел. Новосибирск: Наука, 1985.
2. Структурные уровни пластической деформации и разрушения / Отв. ред. акад. Панин В.Е. Новосибирск: Наука, 1990.
3. Панин В.Е., Гриняев Ю.В., Псахье С.Г. Физическая мезомеханика: достижения за два десятилетия, проблемы и перспективы // Физическая мезомеханика. 2004. Т. 7. Спец. выпуск. Ч. I.
4. Wirth B.D., Odette G.R., Marian J. et al. Multiscale modeling of radiation damage in Fe-based alloys in the fusion environment // J. of Nuclear Materials. 2004. V. 329–333. Part A. P. 103–111.
5. Psakhie S.G., Horie Y., Ostermeyer G.-P. et al. Movable cellular automata method for simulating materials with mesostructure // Theoretical and Applied Fracture Mechanics. 2001. V. 37. № 1–3.
6. Psakhie S.G., Horie Y., Shilko E.V. et al. Discrete element approach to modeling heterogeneous elastic-plastic materials and media // Inter. J. of Terraspace science and engng. 2011. V. 3. № 1.
7. Псахье С.Г., Шилько Е.В., Смолин А.Ю. и др. Развитие подхода к моделированию деформирования и разрушения иерархически организованных гетерогенных, в том числе контрастных, сред // Физическая мезомеханика. 2011. Т. 14. № 3.
8. Reynolds O. On the dilatancy of media composed of rigid particles in contact // Philosophical Magazine. 1885. Ser. 5. V. 20. P. 469–481.
9. Mikhaylov G., Mikac U., Magaeva A.A. et al. Ferri-liposomes as an MRI-visible drug-delivery system for targeting tumours and their microenvironment // Nature Nanotechnology. 2011. V. 6. № 9.
10. Патент РФ № 2273035. Способ управления режимом смещений во фрагментах сейсмоактивных тектонических разломов. Псахье С.Г., Попов В.Л., Шилько Е.В., Астафуров С.В., Ружич В.В., Смекалин О.П., Борняков С.А. Патентообладатели ИФПМ СО РАН и ИЗК СО РАН, дата выдачи: 27.03.2006. Бюл. № 9.

DOI: 10.7868/S0869587313040257

Медицинская химия — область органической химии, окончательно сформировавшаяся к последней четверти XX в. и возникшая на стыке химии, биологии и медицины. Предметом медицинской химии является поиск и синтез физиологически активных веществ, выявление взаимосвязей между химической структурой и физиологической активностью и создание на основе полученных знаний структур, обладающих целевыми свойствами. В последние годы мировая медицинская химия развивается бурными темпами, о чём свидетельствует огромное количество новых научных журналов, посвящённых этой тематике. В статье рассказывается о результатах исследований по медицинской химии в институтах Сибирского отделения РАН, которые включают в себя как законченные, так и перспективные разработки.

РАЗВИТИЕ МЕДИЦИНСКОЙ ХИМИИ В СИБИРСКОМ ОТДЕЛЕНИИ РАН

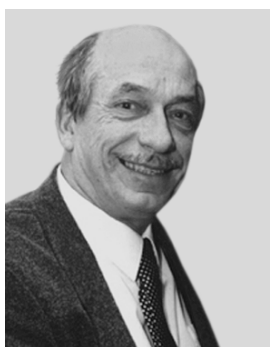
Г.А. Толстиков, Б.А. Трофимов, Н.Ф. Салахутдинов

Российская академия наук уделяет развитию медицинской химии должное внимание, достаточно упомянуть значительные работы учёных Института физиологически активных веществ (ИФАВ) РАН, Института органической химии им. Н.Д. Зелинского (ИОХ) РАН, Института элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова (ИНЭОС) РАН, работы казанских и екатеринбургских химиков. В Сибирском отделении РАН исследования по медицинской химии начались в середине прошлого века в Иркутском институте химии им. А.Е. Фаворского (ИрИХ) СО РАН, практически сразу после его основания.

Основатель института член-корреспондент АН СССР М.Ф. Шостаковский известен как один из создателей очень популярного в нашей стране ранозаживляющего, противоожогового и противоязвенного средства — бальзама Фаворского—Шостаковского (в аптеках он продаётся под названием «Винилин»). Этот препарат спас жизни многих тысяч наших воинов во время Великой Отечественной войны. Член-корреспондент РАН М.Ф. Шостаковский (1905–1983) организовал

промышленное производство высокоэффективного заменителя плазмы крови и детоксиканта — гемодеза (поливинилпирролидон). В начале 1960-х годов в ИрИХ продолжались работы по модификации и усовершенствованию этих препаратов, получаемых на базе ацетилена, для чего была сформирована лаборатория физиологически активных соединений и виварий.

Преемник М.Ф. Шостаковского на посту директора академик Михаил Григорьевич Воронков придал мощный импульс исследованиям института в области медицинской химии. Он организовал большой фармакологический отдел, в котором трудились медики и биологи. Институтский виварий позволил квалифицированно проводить первичный биоскрининг химических соединений. М.Г. Воронков основал и развил направление в области медицинской химии — химию биологически активных кремнийорганических соединений и разработал ряд оригинальных высокоэффективных препаратов. В конце 1980-х годов план выпуска лекарств химфармкомбината в Усолье-Сибирском (одного из самых крупных в



ТОЛСТИКОВ Генрих Александрович — академик, советник РАН. ТРОФИМОВ Борис Александрович — академик, директор Иркутского института химии им. А.Е. Фаворского СО РАН. САЛАХУТДИНОВ Нариман Фаридович — доктор химических наук, руководитель отдела химии природных соединений Новосибирского института органической химии им. Н.Н. Ворожцова СО РАН.



М.Ф. Шостаковский



М.Г. Воронков

СССР) включал примерно треть препаратов, разработанных в ИрИХе под его руководством.

Отдавая дань уважения основателю медицинской химии академику М.Г. Воронкову, обзор современного состояния медицинской химии в СО РАН начнём с его работ в области кремнийорганических лечебных препаратов. Типичным и наиболее ярким представителем таких препаратов является *мивал* (рис. 1), относящийся к ряду силатранов — производных пентакоординированного кремния, эффективный стимулятор

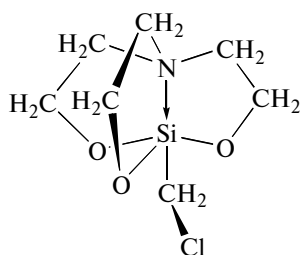


Рис. 1. Химическая структура действующего вещества препарата *мивал*

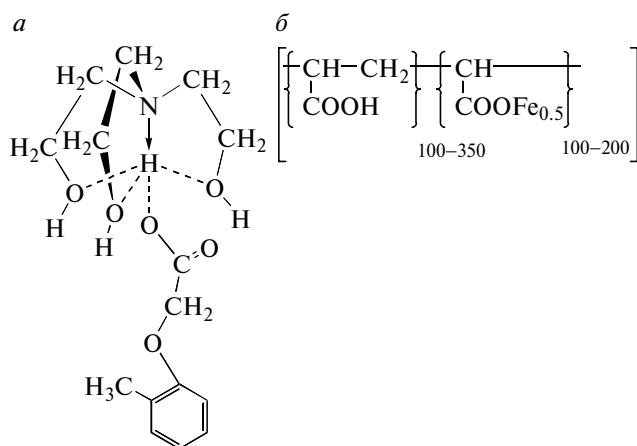


Рис. 2. Химическая структура действующего вещества препаратов *трекрезан* (а) и *феракрил* (б)

биосинтеза белка, нуклеиновых кислот и протеина. Препарат интенсифицирует рост соединительной ткани, что позволяет применять его для ускорения заживления поверхностных ран, кожных дефектов и ожогов, стимулирует генезис и регенерацию костной ткани, ускоряет восстановление костей, применяется при трансплантации зубов и костной ткани, для профилактики остеопороза при гиподинамии и в состоянии невесомости, для лечения облысения. Он практически нетоксичен и с успехом используется в косметологии в виде кремов от морщин для регенерации и омоложения кожи. *Мивал* разрешён Минздравом России к использованию в медицине и успешно применяется в клиниках.

Учёными ИрИХа разработана большая группа чисто органических синтетических препаратов, к которым относится *трекрезан* — адаптоген и иммуномодулятор (рис. 2, а). Препарат повышает выносливость при физических и умственных нагрузках, стимулирует эритропоэз, предупреждает развитие функциональных расстройств при невротических состояниях, восстанавливает сон и пищеварительные функции, снимает похмельный синдром, усиливает половую и репродуктивную активность. Фармкомитет Минздрава России разрешил применять *трекрезан* в качестве адаптогена широкого спектра действия. Он хорошо зарекомендовал себя при лечении больных, страдающих туберкулёзом, гепатитом групп В и С, ветряной оспой, ОРЗ, герпесом, хроническими вялотекущими воспалительными процессами бронхолёгочного аппарата, при гнойной хирургической инфекции мягких тканей, хроническом остеомиелите. *Трекрезан* применяется для стимулирования работы сердца у больных с острым инфарктом миокарда и хронической сердечной недостаточностью, в комплексной терапии онкологических заболеваний, в качестве средства от анемии, позволяет увеличивать продолжительность жизни больных, сокращать сроки лечения и снижать затраты на химиотерапию.

Разработанный в том же институте препарат *феракрил* — гемостатик местного действия с уникальным неспецифическим механизмом гемостаза, удачно сочетает кровоостанавливающее действие с антибактериальным и анестезирующим эффектами (рис. 2, б). Использование *феракрила* в хирургии, в том числе при полостных операциях на паренхиматозных органах, в отоларингологии, урологии, стоматологии, офтальмологии, значительно снижает потери крови, особенно у больных гемофилией и другими заболеваниями свёртывающей системы крови. Препарат способствует быстрой регенерации повреждённых тканей при ожогах, устраняет зуд различного происхождения, способствует рассасыванию гематом от ушибов. *Феракрил* разрешён к применению Минздравом России.

Быстроразвивающейся в последнее время областью медицинской химии является биометаллоорганическая химия. И здесь иркутские химики провели пионерские исследования. В ИрИХе на базе ацетилен и гетероциклических соединений под руководством профессора Г.Г. Скворцовой впервые в мире начата разработка металлокомплексных лекарственных препаратов, таких как *ацизол* и *кобазол*.

Ацизол — комплекс *N*-винилимидазола и ацетата цинка — типичный представитель таких препаратов (рис. 3, а), обладающий свойствами антидота по отношению к окиси углерода (угарному газу), используется в качестве лечебного средства при тяжёлых отравлениях продуктами горения в очагах природных и техногенных пожаров. *Ацизол* проявляет также свойства эффективного гепатопротектора и адаптогена. Препарат значительно улучшает состояние печени, повышает физическую работоспособность, выносливость и устойчивость организма человека к неблагоприятным и экстремальным факторам окружающей среды; обладает выраженной коронарной, антиишемической и антиаритмической активностью; не имеет побочных эффектов и ограничений при лечении инфаркта миокарда и аритмии; эффективен при лечении цинкдефицитных состояний организма: псориаза, нейродермитов, алергодерматозов, трофических язв, пролежней и других патологий кожи воспалительного характера; используется как косметическое средство.

Разработка *ацизола* завершена институтом при участии ЗАО «Ацизол-Фарма» (Москва). Препарат разрешён Минздравом РФ к медицинскому применению и промышленному выпуску в качестве антидота монооксида углерода. Под названием «Цинка бисвинилимидазола диацетат» в 2011 г. Правительством РФ *ацизол* включён в перечень жизненно необходимых и важнейших лекарственных препаратов. Он запущен в производство фармацевтической фирмой ЗАО «Макиз-Фарма» (Москва). Это один из немногих оригинальных отечественных препаратов, разработанных Российской академией наук совместно с медиками РФ за последние годы. *Ацизол* защищён 14 патентами Российской Федерации.

Кобазол — ещё один металлокомплексный препарат, разработанный в том же институте (рис. 3, б). Это активный стимулятор кроветворения. По структуре, эффективности и спектру действия препарат не имеет аналогов в отечественной и зарубежной медицине. Он предназначен для лечения постгеморрагических, железодефицитных анемий, анемий, резистентных к препаратам железа, а также цитотоксических и постлучевых лейкопений. Клинически значимый эффект препарата проявляется при острых и хронических постгеморрагических анемиях почти у 90% больных. При лечении лейкопений у

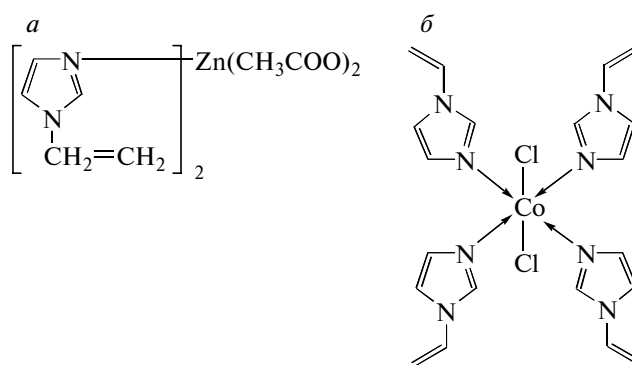


Рис. 3. Химическая структура действующего вещества препаратов *ацизол* (а) и *кобазол* (б)

гинекологических больных с онкологическими заболеваниями этот эффект достигает 97%. Улучшение показателей периферической крови после лечения *кобазолом* свидетельствует о более выраженной его эффективности по сравнению с общепринятыми средствами — препаратами железа, витамином В₁₂, лейкогеном. Так, по эффективности в отношении лейкопений *кобазол* в 5–6 раз превосходит лейкоген. Лечение этим препаратом позволяет сохранять нормальное содержание лейкоцитов крови в условиях противоопухолевой лучевой и химиотерапии.

Кобазол обладает также выраженными антибактериальными свойствами: в 2–3 раза превосходит *стрептомицин* и активнее *тетрациклина*. Иммуномоделирующий эффект *кобазола*, выражающийся в стойком повышении числа лимфоцитов и фагоцитарной активности нейтрофилов, значительно расширяет возможности его применения в медицине. *Кобазол* допущен ко второй фазе клинических испытаний (решение Фармкомитета МЗ РФ).

Совместные исследования ИрИХа и Санкт-Петербургского НИИ фтизиопульмонологии Минздрава России при финансовой поддержке ОАО «Фармасинтез» (Иркутск) привели к созданию высокоэффективного противотуберкулёзного препарата нового поколения *перхлозон* (рис. 4, а). По активности он значительно превосходит ши-

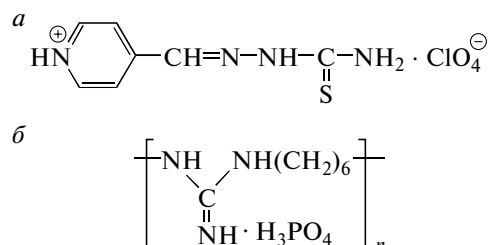


Рис. 4. Химическая структура действующего вещества препаратов *перхлозон* (а) и *анавидин* (б)

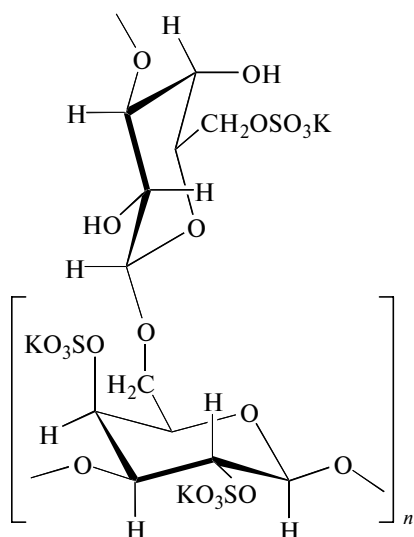


Рис. 5. Химическая структура действующего вещества препарата *agsular*

роко известные туберкулостатики, такие как *изониазид*, *рифампицин*, *пиразинамид*, *тиоацетазон*, *стрептомицин*. Кроме того, он менее токсичен. Важно, что препарат активен по отношению к новым полирезистентным штаммам туберкулёза. Разработаны различные лекарственные формы *перхлорона*, нормативная документация и опытно-промышленный регламент. Институт нарабатал две опытные партии субстанции по 15 кг. Препарат успешно прошёл вторую и третью фазы клинических испытаний. В ближайшее время ожидается получение разрешения на его применение, в текущем году намечено его промышленное производство (ОАО «Фармасинтез») в объёме, обеспечивающем полную потребность препарата в России, с учётом экспорта.

В ИриХе создан высокоэффективный антисептик и дезинфектант нового поколения *анавидин* (рис. 4, б), который губительно действует на вирулентную грамположительную, грамотрицательную, дрожжеподобную, плесневую, грибковую микрофлору и не теряет активности в биосредах (гнойные раны, лимфа). *Анавидин* активен против вирусов герпеса и гепатита В. Кроме того,

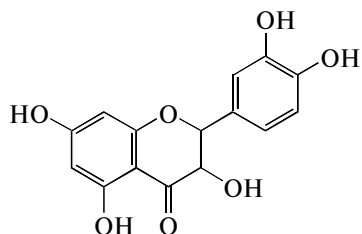


Рис. 6. Химическая структура *дигидрокверцетина*

он обладает противотуберкулёзной активностью — подавляет микобактерии туберкулёза, устойчивые ко многим антибиотикам и дезинфектантам. По комплексным показателям качества — эффективности, безопасности применения, стоимости, стабильности — *анавидин* превосходит лучшие зарубежные антисептики *хлоргексидин биглюконат*, *септабик* и др.

По разработанной институтом технологии создано промышленное производство *анавицина* (ЗАО «СПК ИриХО»). На федеральном уровне разрешено применение *анавицина* в медицинских, лечебно-профилактических и детских учреждениях, на коммунальных объектах, предприятиях общественного питания и молочной промышленности, на железнодорожном транспорте, а также для подготовки питьевой воды, очистки сточных вод, в производстве парфюмерно-косметической продукции. *Анавидин-комплит*, новая модификация *анавицина*, по данным НИИ вирусологии им. Д.И. Ивановского РАМН, эффективно подавляет (в 0.1%-ной концентрации по действующему веществу) инфекционную активность высокопатогенного варианта вируса гриппа А птиц, известного как куриный грипп H5N1.

В ИриХе интенсивно развивается направление, основанное на использовании природных соединений в качестве матриц-синтонов для дальнейшей химической модификации. Типичным представителем таких препаратов является *agsular*[®] — новое гипополидемическое средство, полученное в результате химической модификации (сульфатирования) полисахарида арабиногалактана, выделяемого из древесины лиственницы (рис. 5). Гипополидемики (средства, снижающие содержание холестерина в крови и, следовательно, риск атеросклероза) на фармацевтическом рынке России представлены только импортными дорогостоящими препаратами, что делает их недоступными для большинства больных. Оригинальная фармакологически активная субстанция препарата *agsular*[®] обладает высокой гипополидемической и антикоагулянтной активностью, на её основе создана лекарственная форма для перорального применения.

В 2009–2011 гг. совместно с Институтом токсикологии Федерального медико-биологического агентства (Санкт-Петербург) и ФГБУ «НИИ фармакологии им. В.В. Закусова» РАМН (Москва) проведены доклинические исследования препарата — как субстанции, так и лекарственной формы. Испытания показали, что новый гипополидемик по антикоагулянтной и антитромботической активности не уступает препарату *Вессел Дуэ Ф*[®] (*сулодексид*), а по гипополидемической и антиатерогенной активности равноценен препарату *Зокор*[®] (*симвастатин*). Таким образом, *agsular*[®] может стать высокоэффективным, им-

портозаменяющим и конкурентноспособным отечественным гипополидемиком, найдёт применение в профилактике и лечении атеросклеротического повреждения кровеносных сосудов и нормализации системы гемостаза крови.

В ИрИХе с первых лет его работы создаются лекарственные препараты, выделяемые из древесины лиственницы. В настоящее время наиболее популярный из них флавоноид *дигидрокверцетин* (*диквертин*) — высокоэффективный природный антиоксидант (рис. 6). По капилляропротекторной активности он превосходит известный природный антиоксидант кверцетин в 3–5 раз, находясь с ним на одном уровне по противовоспалительной активности. На основе *дигидрокверцетина* в России создан и находится в продаже капилляропротектор *капиллар*. *Дигидрокверцетин* успешно применяется также при лечении ишемии.

ИрИХ СО РАН — один из мировых лидеров в области создания лекарственных нанобиокомпозигов. Приоритетные публикации учёных ИрИХа, работающих в этом направлении, появились около 10 лет назад, в самом начале нанотехнологического бума. Например, в результате совместных исследований Института химических наук им. А.Б. Бектурова Республики Казахстан, Казахского национального медицинского университета им. С.Д. Асфендиярова и ИрИХа синтезирован *нанобиоконъюгат* — новый перспективный мощный ненаркотический анестетик. Биоконъюгат наследует нативную наноморфологию исходного биополимера, его высокую водорастворимость и низкую вязкость водных растворов, обладает хорошей биодоступностью, пролонгированным действием и не проявляет заметных побочных эффектов. Доклинические испытания показали, что этот анестетик превосходит по эффективности, особенно по продолжительности анестезии, все препараты, выбранные для сравнения: *казкаин*, *дикаин*, *лидокаин*, *новокаин*, *тримекаин*, обладая самой низкой токсичностью в этом ряду.

В ИрИХе в сотрудничестве с Международным томографическим центром СО РАН, Научным центром реконструктивной и восстановительной

хирургии СО РАМН и Иркутским государственным медицинским университетом разработаны *нанобиокомпозиговые* препараты для диагностики и терапии. Один из них представляет собой биополимерную матрицу (*сульфатированный арабиногалактан*, или *гепарин*) с инкапсулированными наночастицами оксидов железа Fe_2O_3 , Fe_3O_4 . Такие нанобиокомпозиговы сочетают физико-химические и биологические свойства наночастиц, а также их магнитные свойства (суперпарамагнетизм, ферромагнетизм) с лекарственными свойствами биополимерных матриц, поэтому им присущи водорастворимость, биосовместимость, иммуномодулирующая, мембранотропная и антитромботическая активность, в частности, они являются перспективными субстанциями для лечения железодефицитных состояний. Например, наноконпозиговы арабиногалактана и магнетита Fe_3O_4 более эффективны для восполнения дефицита железа в организме, чем широко используемый импортный противоанемический препарат *феррум лек*. К тому же он нетоксичен. *Нанобиокомпозиговы* — перспективные субстанции магнитоуправляемых лекарственных средств, которые обладают и антитромботическими свойствами. Такие препараты перспективны для проведения исследований на томографах, являясь биосовместимыми эффективными контрастами в высокоинформативной магниторезонансной визуальной диагностике, а также атравматическими магнитоуправляемыми реологическими затворами лимфо- и кровотоков. Нанобиокомпозиговы рассматриваются и как перспективные медиаторы магнитодинамической гипертермии опухолей.

Исследования ИрИХа, проводимые совместно с Новосибирским институтом органической химии им. Н.Н. Ворожцова СО РАН, Институтом химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН, а также Научным центром реконструктивной и восстановительной хирургии СО РАМН, показали, что нанобиокомпозиговы серебра, золота, палладия, платины, висмута с биополимерными матрицами (*арабиногалактан*, *сульфат арабиногалактана*, *гепарин*, *лигнин*) являются пер-

Таблица 1. Значения ингибирующей концентрации IC_{50} для *bardoxolone methyl* и соединения (1) для различных линий карциномных клеток (клетки инкубировали в течение 24 ч)

Линия клеток	IC_{50} [μM]	
	(1)	<i>bardoxolone methyl</i>
KB-3-1 (эпидермоидная карцинома ротовой полости)	0.3 ± 0.08	1.2 ± 0.16
KB-8-5 (линия, производная KB-3-1, обладающая фенотипом множественной лекарственной устойчивости)	1.2 ± 0.12	3.1 ± 0.29
HeLa (эпителиоидная карцинома шейки матки)	1.3 ± 0.28	2.8 ± 0.37
MCF-7 (аденокарцинома молочной железы)	5 ± 0.34	>10
SK-N-MC (нейробластома)	0.8 ± 0.1	4.9 ± 0.6

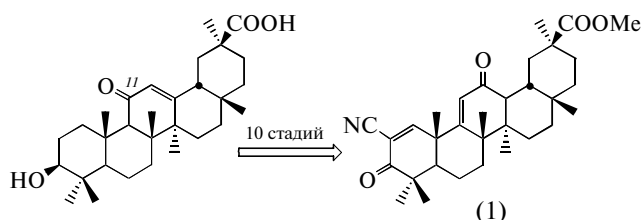


Рис. 7. Схема получения 18 βН-глицирретовой кислоты — соединения (1)

спективными субстанциями для высокоэффективных антисептиков и цитостатиков: они обладают одновременно антимикробными и антитромботическими свойствами, которые необходимы для покрытий антимикробно-атромбогенных замков катетеров и имплантов, представляют собой высокоэффективные рентгеноконтрасты с минимальными побочными эффектами.

В Новосибирском институте органической химии им. Н.Н. Ворожцова (НИОХ) СО РАН вопросами медицинской химии занимается специально созданный в 2002 г. Президиумом СО РАН отдел химии природных и биологически активных соединений. Основная особенность исследований подразделения — разработка инновационных лекарственных агентов на основе индивидуальных растительных метаболитов. Это направление создания медицинских препаратов сегодня — один из ведущих мировых трендов. Достаточно отметить, что половина новых медицинских препаратов, внедрённых в медицинскую практику в последние 20 лет, в той или иной мере связана с природными соединениями, включая растительные метаболиты. Стратегия исследований по данному направлению включает в себя три больших этапа:

- создание банка данных о запасах ценных растительных метаболитов и разработка технологических методов их выделения из растительного сырья, интродукция растений-продуцентов (совместно с учёными-ботаниками);
- синтетические трансформации растительных метаболитов с целью усиления их природной

Таблица 2. Сравнение эффективности и токсичности известных и созданных анальгетиков

Препарат	ED50, мг/кг	LD50, мг/кг	Терапевтический индекс
Аспирин	155	1600	10
Анальгин	55	3300	60
Диклофенак натрия	5	370	74
Соединение (2)	4.5	>1000	>220
Соединение (3)	1.4	1605	1140

фармакологической активности и/или получения агентов с новыми фармакологическими свойствами;

- исследование фармакологической активности полученных агентов.

Важной особенностью развиваемых в НИОХе исследований является усиленное внимание к созданию соединений-лидеров (lead compounds) в самых “горячих” и востребованных терапевтических областях — онкозаболеваниях, заболеваниях сердечно-сосудистой системы, центральной нервной системы, при особо опасных инфекциях. Остановимся на некоторых примерах агентов, разработанных в институте.

Путём направленной химической модификации доступного растительного метаболита — 18βН-глицирретовой кислоты — получен метиловый эфир 2-циано-3,12-диоксо-18βН-олеан-9(11),1(2)-диен-30-овой кислоты, то есть соединение (1). Оно является аналогом американского препарата *bardoxolone methyl* (рис. 7), который в настоящее время находится на последней стадии клинических испытаний, проводимых компанией Reata Pharmaceuticals, Inc. (США). Его предназначение — лечение хронической почечной недостаточности, вызванной диабетом второго типа. Кроме того, *bardoxolone methyl* и его производные в микро- и наномольных концентрациях способны индуцировать апоптоз клеток лейкемии и рака лёгких человека, ингибировать пролиферацию обширного ряда опухолевых клеток человека.

Исследования цитотоксичности соединения (1) проводились в Институте химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН с помощью МТТ-теста. В качестве образца сравнения брался *bardoxolone methyl*, синтезированный из олеаноловой кислоты. При сравнении этих агентов соединение (1) проявляет более высокую противоопухолевую активность по отношению ко всем использованным опухолевым клеточным культурам, включая карциномную линию клеток KB-8-5, обладающую фенотипом множественной лекарственной устойчивости (табл. 1). С коммерческой точки зрения, соединение (1) будет дешевле в производстве, чем *bardoxolone methyl*, так как 18βН-глицирретовая кислота, исходный продукт при синтезе соединения (1), является гораздо более доступным и более дешёвым производным по сравнению с олеаноловой кислотой — исходным соединением для синтеза *bardoxolone methyl*.

Из доступного растительного метаболита бетулина был синтезирован β-аланинамид бетулоновой кислоты (рис. 8, а), обладающий уникальными свойствами корректора, использующегося при полихимиотерапии опухолей токсичных цитостатиков. Кроме вышеуказанных свойств, синтезированное соединение имеет противоопухолевый эффект, оно способно задерживать рост первичного узла в среднем на 20–35% и снижать

количество метастазных узлов на 50–70% в лёгких и на 40–50% в печени, то есть обладает анти-метастатическим действием.

Используя широко распространённый и давно применяемый в народной медицине метаболит — глицирризиновую кислоту — в качестве комплексообразователя, учёные НИОХ СО РАН получили эффективные препараты для лечения сердечно-сосудистых заболеваний — первые отечественные статины *симваглизин* и *аторваглизин*, а также *глицидипин* — антигипертензивный и антиаритмический препарат.

В области борьбы с нейродегенеративными заболеваниями в НИОХе разработано соединение, позволяющее эффективно снимать основные симптомы болезни Паркинсона на ряде релевантных животных моделей. Применение нового агента, получившего название *диол* (рис. 8, б), ведёт к практически полному устранению двигательных симптомов паркинсонического синдрома и значительному улучшению эмоционального состояния животных. Агент не уступает по эффективности препарату *леводопа* — “золотому стандарту” при лечении болезни Паркинсона — и не обладает побочными эффектами *леводопы*. В длительном 30-дневном эксперименте было показано отсутствие токсического воздействия агента на жизненно важные органы животных (его ЛД₅₀ составляет 4250 мг/кг).

Токсические проявления препарата *леводопа* и большинство его побочных эффектов в основном обусловлены превращением его в дофамин в периферических тканях. Разработанный агент *диол* не способен превращаться в дофамин и, соответственно, таких токсических проявлений не имеет. По той же причине при использовании этого нового агента отпадает необходимость применения ингибиторов периферической декарбоксилазы, что делает возможной монотерапию. В случае же с *леводопой* для достижения аналогичного приемлемого результата одновременно используется целый набор препаратов. В отличие от *леводопы*, агент *диол* может использоваться для терапии лекарственного паркинсонизма, вызываемого, например, длительным приёмом нейролептиков; можно ожидать, что он будет эффективен и для пациентов, на которых не действует *леводопа* (а их количество доходит до трети всех больных паркинсонизмом). Предлагаемый агент *диол* не имеет аналогов в мире и является “первым в классе”. Вещество синтезируется из доступного природного соединения α -пинена, — основного компонента скипидара или вербенона.

Боль — наиболее древняя проблема человечества, борьба с ней всегда была и остаётся одной из актуальных задач медицины. В НИОХе обнаружены новые классы эффективных анальгетиков, не обладающих побочными эффектами используемых в настоящее время препаратов (рис. 9, табл. 2).

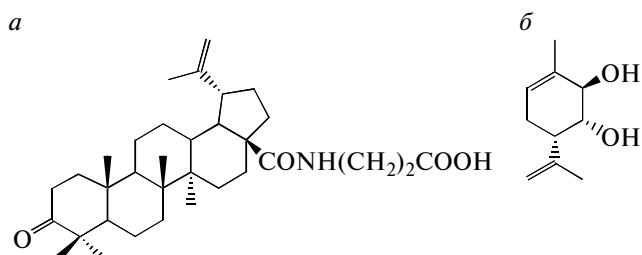


Рис. 8. Структура β -аланинамида бетулоновой кислоты (а) и диол (б)

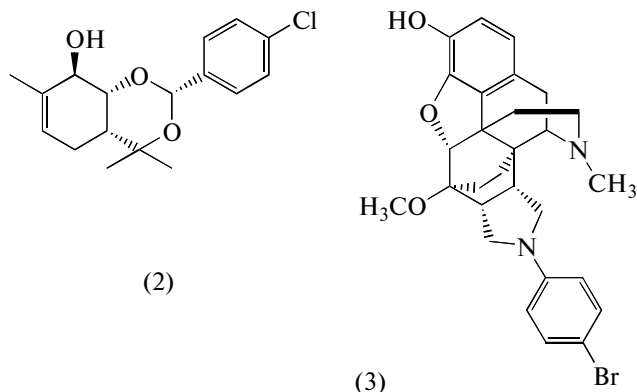


Рис. 9. Структура анальгетика из ряда циклических ацеталей — соединение (2) и пирролидинморфинанового анальгетика — соединение (3)

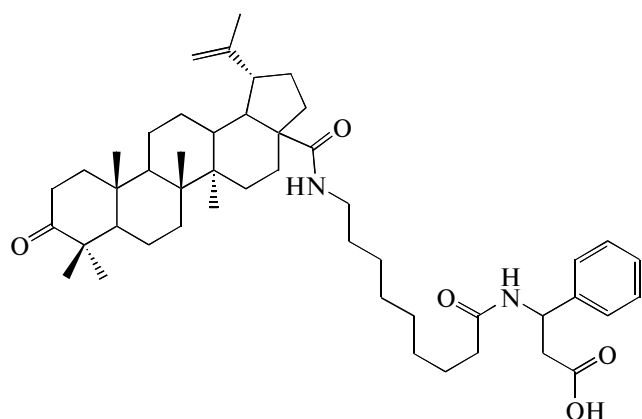


Рис. 10. Структура бетулавира

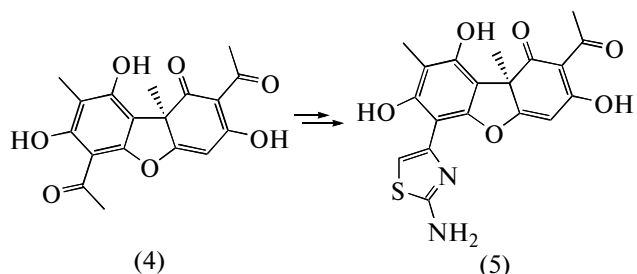


Рис. 11. Образование на основе метаболита лишайников усниновой кислоты (4) соединения (5) — аминоктиазола

В НИОХе развиваются работы по созданию препаратов для борьбы с особо опасными инфекциями, например, было обнаружено, что дипептиды бетулоновой кислоты, один из которых назван *бетулавир* (рис. 10), наряду с высокой анти-ВИЧ-активностью, обладают иммуностимулирующим действием. Это свойство особенно важно, поскольку расширяет терапевтические возможности препаратов, способных обратить свою активность на противодействие другим вирусам.

На основе природного биологически активно-го метаболита лишайников усниновой кислоты (4) в НИОХе синтезировали соединение (5), содержащее тиазольный цикл (рис. 11).

Сотрудники лаборатории генетики микроорганизмов Института общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН выявили антибактериальную активность соединения (5) в отношении *Mycobacterium smegmatis*, а также бактерицидное действие этого производного на *Mycobacterium tuberculosis* в концентрации 25 мкг/мл. Особенно важно, что полученное производное усниновой кислоты оказывает бактерицидное действие на штаммы с множественной лекарственной устойчивостью, что свидетельствует о новом механизме действия.

Заканчивая весьма неполный обзор работ учёных Сибирского отделения РАН, посвящённых медицинской химии, необходимо выделить ещё

один высокопрофессиональный научный коллектив Института проблем химико-энергетических технологий (ИПХЭТ) СО РАН. Этот институт вырос из мощной оборонной отрасли, впитал в себя и знания, и умения оборонной химии, её академическую фундаментальность и глубину. В институте не только разработана технология получения активной противовирусной фармацевтической субстанции *тилорон* и получен комплект разрешительных документов для его выпуска, но и осуществляется поставка этой субстанции производителям лекарственной формы в ОАО “Мосхимфармпрепараты им. Н.А. Семашко” и ОАО “Фармстандарт”. Недавно ИПХЭТ СО РАН получил лицензию на осуществление деятельности по производству лекарственных средств.

Таким образом, можно констатировать, что накопленные учёными Сибирского отделения РАН потенциал и опыт, кадровый состав и приборное оснащение, широкая сеть контактов с научными учреждениями РАМН, Минздравсоцразвития России, медицинскими вузами позволяют уже сегодня ставить задачу создания сибирского центра по разработке новых лекарственных препаратов и отечественных препаратов-дженериков. Центр будет объединять специалистов, работающих в области медицинской химии и фармакологии.

DOI: 10.7868/S0869587313040075

В современную эпоху, когда математические методы проникают в самые разные области науки и практической жизни, стало модным широко применять измерительные процедуры к социальным явлениям и процессам. Измеряются не только доход или продолжительность жизни, но и удовлетворённость жизнью, рассчитывается индекс развития человеческого потенциала. Дошло дело и до такой, казалось бы, неуловимой категории, как счастье — отдельного человека или населения страны. Можно ли его измерить и зачем вообще нужно его измерять — получить ответы на эти вопросы в какой-то мере поможет публикуемый обзор.

КАК ДОСТИЧЬ СЧАСТЬЯ

ОБЗОР ОСНОВНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ ДОКЛАДА “СЧАСТЬЕ В МИРЕ”

Наша цивилизация вступила в новую историческую эпоху, которую некоторые учёные называют антропоценом¹. В эту эпоху население Земли, уже составляющее 7 млрд. человек, будет оказывать природообразующее влияние на биосферу, а значит, благополучие человека оказывается тесно связанным с экологической стабильностью, поисками путей устойчивого развития. Эта мысль составляла фон, на котором проходила Конференция ООН, посвящённая, как это ни странно звучит, счастью. Социологи и экономисты из Института Земли Колумбийского университета (США) представили доклад “Счастье в мире” (авторы Дж. Хэлливел, Р. Лайярд, Дж. Сакс), в основу которого легли результаты многолетних социологических исследований в разных странах².

Как известно, в бедных странах поиски счастья в основном направлены на нахождение источников дохода. Если растёт, пусть незначительно, уверенность в завтрашнем дне, основанная не только на минимальном материальном благополучии, но и на возможности получить образование, квалифицированную медицинскую помощь, доступ к чистой воде, удовлетворить насущные

нужды, оценка людьми своего положения повышается. В странах с высоким уровнем потребления можно говорить о переизбытке материальных благ: здесь достаточно пищи и чистой воды, практически у всех есть жильё, высока обеспеченность элементарными удобствами. Однако поддержание такого уровня осуществляется за счёт бедных обществ. Население развитых стран столь далеко от бедных, что не осознаёт, насколько его положение благополучно.

Тем не менее богатство и благополучие имеют свои неблагоприятные последствия: ожирение как следствие расстройства пищевого поведения, рост заболеваемости диабетом, психосоциальные расстройства и зависимости, неуверенность в завтрашнем дне из-за страха перед безработицей, болезнями, лечение которых не покрывает страховка. Характерно, что за последние полвека в США ВВП вырос в 3 раза, но удовлетворённость людей своей жизнью остаётся на прежнем уровне. Даже по мере увеличения богатства общества в целом люди не становятся счастливее. Одна из причин — естественная потребность сравнивать себя с окружающими: чувствуют себя счастливее те, кто находится выше по социальной лестнице или по уровню дохода. Вторая причина — неравномерность в распределении дохода: львиная доля достаётся представителям верхних социальных групп. Третья — социальная тревожность, связанная с нестабильностью общества, потерей доверия к правительству. Четвёртая причина — привычка к высокому уровню дохода: то, что поначалу вызывает удовлетворённость, по мере привыкания становится само собой разумеющимся.

Есть и другие причины сомневаться в том, что рост ВВП — прямой путь к всемирному счастью. Постоянная погоня за деньгами не приносит ра-

¹ Антропоцен — неформальный геохронологический термин, обозначающий геологическую эпоху, когда человеческая активность играет существенную роль в экосистеме Земли. Термин был введён экологом Юджином Стормером, а специалист в области химии атмосферы нобелевский лауреат по химии Пауль Крутцен популяризировал его. В 2008 г. предложение о выделении антропоцена в качестве формальной единицы геохронологической шкалы было представлено Международной комиссии по стратиграфии и сейчас рассматривается специальными рабочими группами геологических научных обществ. Временная шкала антропоцена ещё не определена.

² World Happiness Report 2012. United Nations Conference on Happiness mandated by the UN General Assembly.

дости и удовлетворения жизнью. Об этом говорят и психологи. По их данным, более счастливы люди, которые не жаждут высоких доходов и довольствуются имеющимся. И ещё одно предупреждение охотникам за постоянным увеличением дохода. Выше определённого уровня его прирост оказывается слишком незначительным. Другими словами, бедные люди испытывают большую радость от скромного увеличения своего дохода, чем богатые.

Логика западных экономистов, основанная на понимании счастья как производного дохода, расходится как с основными философскими и моральными принципами, так и с результатами социально-психологических исследований. Экономисты предполагают, что население состоит из рациональных индивидуумов, трезво принимающих ответственность за собственные решения. Но люди зачастую думают о получении удовольствия в основном за счёт всё большего потребления, что иррационально.

Авторы доклада утверждают, что нужна совсем другая модель современного человека, в которой эмоции и инстинкты были бы увязаны с осознанным рациональным поведением и принятием решений. Мы, люди, осознаём себя в сравнении с другими. Мы учимся через подражание и ощущаем радость от принадлежности к сообществу таких же, как мы. Мы способны сотрудничать и сочувствовать. С другой стороны, мы обманываем и блефуем, нарушаем своё слово, уничтожаем чужаков, не принадлежащих нашей социальной группе. Нужно пересмотреть источники благополучия населения, особенно в богатых странах. В них в целом закончена борьба с нищетой, голодом и болезнями. Бедные страны стремятся к этому уровню. Но что будет после победы над бедностью в мире? Какими видятся пути к счастью, когда экономические факторы уступят первенство социальным?

Большинство людей согласны, что государство должно заботиться о счастье своего населения. Однако счастье — сугубо личное понятие, оно слишком субъективно, неуловимо, чтобы стать целью национальной политики. В то же время современные исследования психологов, экономистов, социологов показывают, что, несмотря на свою субъективность, счастье поддаётся измерению и оценке. Массовые опросы об удовлетворённости жизнью дают важную информацию об обществе. Их результаты могут сигнализировать о скрытых кризисах и необходимости перемен.

Авторы доклада «Счастье в мире» сделали вывод, что во всех странах ощущение счастья сильно зависит от социальной политики, поэтому усилия государства, направленные на повышение удовлетворённости жизнью своего народа, должны быть сравнимы с усилиями, нацеленными на рост национального дохода.

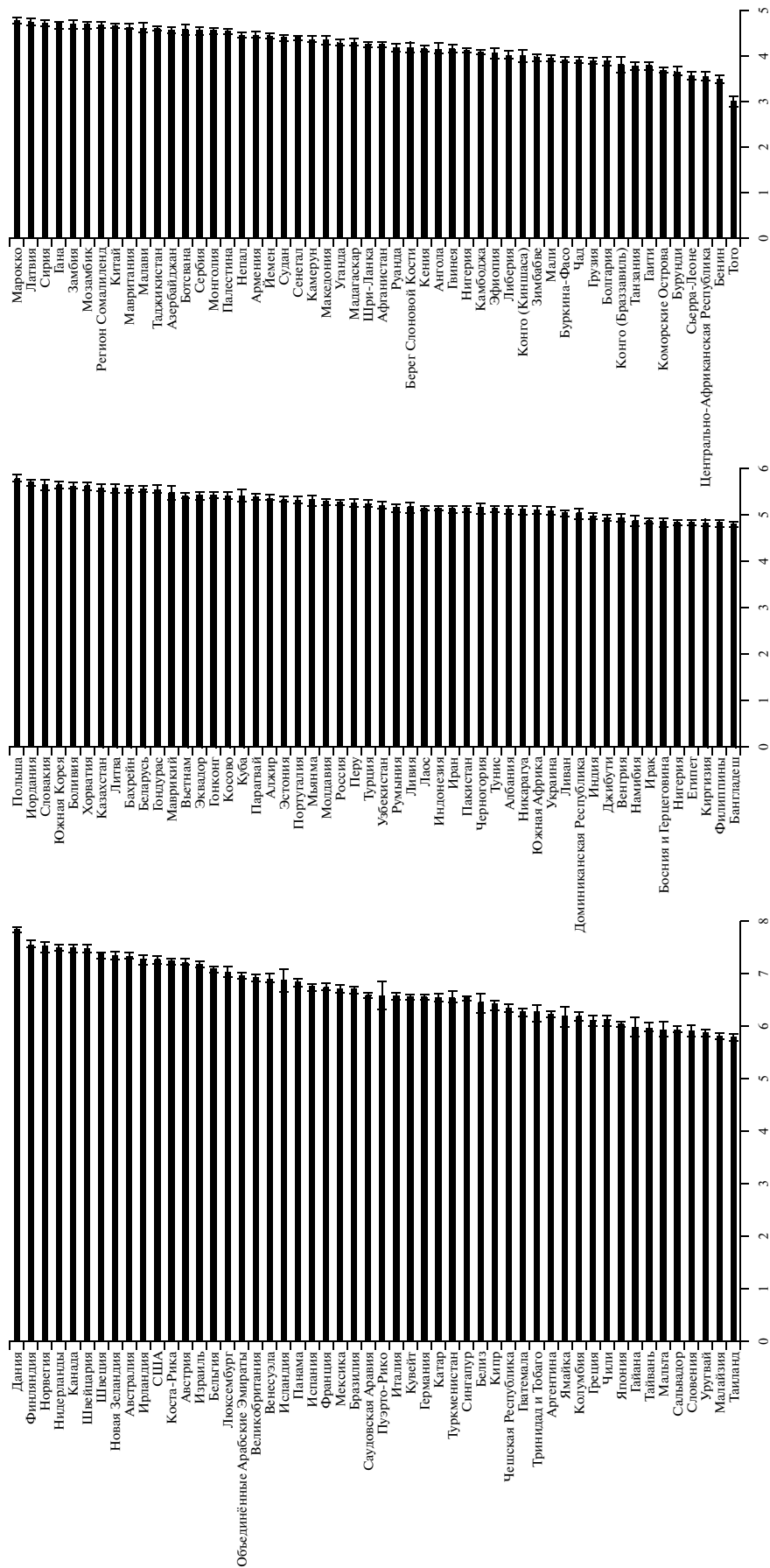
ГДЕ ЛЮДИ СЧАСТЛИВЕЕ?

В представленном докладе рассматриваются результаты нескольких социологических опросов о счастье: Всемирного опроса Института Гэллага (GWP), Всемирного исследования ценностей (WVS) и Европейского социального исследования (ESS). В качестве основного показателя использовалась субъективная оценка людьми своего благополучия. Однако субъективное благополучие — комплексный показатель. Он включает рациональную оценку своей жизни (ответ на вопрос типа «Насколько вы счастливы или удовлетворены своей жизнью в целом?») и эмоциональные оценки. Классифицируя различные типы субъективного благополучия, психологи различают два вида эмоциональных оценок: положительные (спектр положительных факторов) и отрицательные (спектр отрицательных факторов). Поскольку позитивные и негативные факторы несут в себе различную информацию, измерять и анализировать их нужно отдельно. В докладе представлены все три вида оценок — рациональная, позитивная и негативная. Во Всемирном опросе Института Гэллага участники оценивали качество своей жизни по 11-балльной шкале — от 0 (худшее) до 10 (наилучшее).

Более четверти населения Земли оценили свою жизнь на пятёрку, то есть считают качество жизни средним. Тем не менее в каждой стране представлен весь спектр оценок — от 0 до 10. Различия в ответах, по мнению исследователей, отражают главным образом индивидуальные особенности жизни и характера респондентов, поэтому результаты опроса больше говорят о распределении психологических типов среди жителей планеты, чем о социальных и экономических условиях. При группировке стран по регионам картина отличается кардинально: дифференциация в общей оценке жизни между населением развитых стран и африканских стран, расположенных южнее Сахары, доходит до 3 баллов. Основной вклад в эти различия (до 95%) вносят такие факторы, как доход на душу населения, продолжительность здоровой жизни, взаимопомощь, возможность свободного выбора и степень коррумпированности общества.

Счастье, как и национальный доход, распределено неравномерно. Если иметь в виду средние цифры, то разница в доходах между странами достигает 42%, в то время как в ощущении счастья — всего 22%. Это ещё раз подтверждает вывод о том, что доход представляет собой лишь один из многих элементов, которые формируют у людей ощущение удовлетворённости жизнью.

На рисунке представлены результаты опросов в разных странах, в которых участвовали несколько тысяч респондентов. Изменения показателей счастья по годам очень малы по сравнению



Уровень счастья в странах мира. Результаты социологических исследований по методу “лестница Кэнтрила”

с межстрановыми различиями. Не стало неожиданностью, что самые “счастливые” страны расположены в Северной Европе (средний балл 7.6), а самые несчастные — в Африке южнее Сахары (средний балл — 3.4). В четырёх наиболее благополучных странах средние доходы в 40 раз выше, ожидаемая продолжительность здоровой жизни на 28 лет дольше, люди имеют возможность получить помощь в трудные времена (95% против 48%), у них есть ощущение свободы (94% против 63%), они гораздо реже указывают на широкое распространение коррупции в органах государственного управления и бизнесе (33% против 85%).

Что касается распределения субъективного благополучия внутри стран, то здесь отмечаются значительные различия. На первый взгляд, отклонения в субъективном благополучии (измеряется коэффициентом вариации) должны были бы коррелировать с усреднённой оценкой жизни населением той или иной страны. Однако это не так, подобная корреляция вообще отсутствует. Тем не менее в странах Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) корреляция между средней оценкой и стандартным отклонением является отрицательной, в то время как в остальном мире она положительна. Среди стран с высокой в среднем удовлетворённостью жизнью наблюдается большее равенство в оценках (Дания и Нидерланды), но и в этой группе в некоторых странах, например Коста-Рике и США, дисперсия оказывается достаточно значительной, поскольку заметная часть населения не удовлетворена своей жизнью.

ИСТОЧНИКИ СЧАСТЬЯ

Европейские социологи представили данные, полученные в итоге 30-летнего изучения причин (источников) счастья и несчастья. Известно, что каждый человек имеет строго индивидуальный набор генов, однако его личность формируется в результате взаимодействия с окружающей средой. В совокупности наследственность и среда, в которой формируется личность, ответственны за характерные черты её внутренней и внешней жизни, определяют уровень благополучия человека. Основными внешними факторами, по мнению учёных, являются доход, работа, доверие к социуму и правительству, духовные ценности и религия. Внутренние факторы включают в себя психическое и физическое здоровье, семейное благополучие, уровень образования, пол и возраст.

Доход. Становятся ли люди счастливее благодаря высоким доходам? В 1974 г. Р. Истерлин представил в своей статье два противоположных, на первый взгляд, утверждения:

- в определённый момент в любом обществе богатые люди в среднем счастливее, чем бедные;
- несмотря на рост национального дохода, с течением времени население в целом не становится счастливее.

Этот вывод получил название “парадокс Истерлина”. Для объяснения противоречия автор предложил гипотезу относительного дохода: люди сравнивают себя с окружающими, поэтому следует принимать во внимание относительный доход, а не абсолютный. Немецкие социологи установили, что различия в личном доходе обуславливают только 1% дисперсии показателя удовлетворённости жизнью. Был сделан вывод, что абсолютный доход не коррелирует с ощущением счастья, имеют значение только различия в относительном доходе. Это объясняет, почему, несмотря на экономический рост в развитых странах, удовлетворённость населения своей жизнью не увеличилась. Многие исследователи, в том числе психологи, объясняют отсутствие такой корреляции адаптацией людей к растущему доходу.

Работа. Работа играет большую роль в жизни людей, она не только обеспечивает средства к существованию, но и делает жизнь человека осмысленной. Однако не все работающие удовлетворены своей профессиональной деятельностью, кроме того, существует такое явление, как безработица. Установлено, что безработица оказывает такой же психологический эффект, как потеря близкого человека или развод.

По мнению психологов, можно говорить о следующих нематериальных выгодах, получаемых благодаря работе: установленном режиме трудового дня, регулярном общении с людьми, помимо членов семьи, наличии вдохновляющих целей в жизни, достижении определённого положения в обществе и повышении уровня активности. Безработица лишает человека всех этих благ. Она имеет массу побочных эффектов: негативно сказывается на близких человека, потерявшего работу, на его коллегах, которые чувствуют себя в уязвимом положении. Безработица имеет ещё один парадоксальный побочный эффект. Казалось бы, с её ростом оставшиеся без работы люди должны чувствовать себя всё хуже, поскольку растёт конкуренция в борьбе за рабочие места. Но оказалось, что расширение безработицы пози-

тивно сказывается на ощущении благополучия безработными, особенно мужчинами, поскольку они чувствуют социальную поддержку.

Однако что лучше для людей: получить не устраивающую их работу или вообще остаться без работы? Современные исследования немецких специалистов показали, что пока невозможно определить ни единую негативную характеристику “плохой” работы, ни устойчивую комбинацию негативных её признаков, из-за которых люди, потерявшие работу, предпочитают оставаться безработными. Напротив, есть множество свидетельств того, что даже очень тяжёлая работа приносит большее удовлетворение, чем безработица. Этот результат статистически значим для большинства видов “плохой” работы.

Мнение о том, что приемлемость работы определяется только оплатой труда и продолжительностью рабочего времени, сейчас кардинально пересматривается. В трёх исследованиях в рамках Международной программы социальных обследований (International Social Survey Programme) респондентам предлагалось ранжировать восемь различных характеристик работы: уровень оплаты труда, график работы, возможности продвижения по службе, гарантия занятости, безопасность, содержание труда, возможность работать самостоятельно, оказывать помощь другим людям и полезность для общества. Только 20% респондентов в странах ОЭСР назвали высокий доход самой важной характеристикой работы, столько же — гибкий график работы и карьерный рост, в то время как примерно 60% заявили, что самое важное — это безопасность труда, причём многие придают важное значение таким характеристикам, как содержательность (интересная работа) и автономность (50 и 30% соответственно).

Сейчас многие социологи сконцентрировались на исследовании важности внутренней мотивации к работе и её связи с особенностями трудовой деятельности как источника удовлетворённости жизнью. Такими особенностями являются видение цели своей работы, степень самостоятельности и ответственности за её результаты, компетентность работника. Подтверждением значимости перечисленных характеристик стал вывод о том, что люди нуждаются в признании их усилий. Результаты экспериментов подчёркивают роль видения цели и возможность контроля рабочего процесса самим индивидом. То есть ещё раз пересмотрена роль оплаты труда как основы формирования мотивации.

Характерно, что на вопрос о том времени рабочего дня, когда люди чувствуют себя особенно несчастными, большинство назвали работу в присутствии непосредственного начальника. Можно

сделать вывод, что подавляющее большинство руководителей не способны вдохновить и мотивировать своих подчинённых и слишком полагаются на командный стиль управления.

Есть категория работников, которые имеют возможность сами контролировать трудовой процесс, — это свободные предприниматели. Во многих отношениях положение предпринимателей хуже, чем наёмных работников — с точки зрения дохода, продолжительности рабочего дня и безопасности работы, однако они часто отмечают большее удовлетворение своей работой, по крайней мере, в развитых странах.

В какой-то момент людям неизбежно приходится уходить на заслуженный отдых. Повышается ли удовлетворённость жизнью после ухода на пенсию? Анализ данных Обследования здоровья, старения и жизни на пенсии в Европе (Survey of Health, Ageing and Retirement in Europe) не выявил явного положительного влияния пребывания на пенсии на ощущение счастья. Большинство высокообразованных пенсионеров отмечают рост субъективного благополучия, у остальных оно снижается. Люди, занятые низкоквалифицированным трудом, не получают серьёзных преимуществ, заканчивая трудовую деятельность. Респонденты с низким уровнем образования жалуются на неблагоприятие на работе, что неудивительно, однако после ухода на пенсию их благополучие падает ещё ниже. Этот кажущийся парадокс можно объяснить тем, что наличие образования влияет как на оплату труда, так и на размер пенсии.

Социальный капитал: взаимоотношения с людьми. В пирамиде потребностей человека (пирамида А. Маслоу) любовь и принадлежность к социальной группе стоят сразу после удовлетворения базовых физиологических потребностей и потребности в безопасности. Развитость и качество социальных взаимоотношений иногда называют социальным капиталом, потому что социальные контакты человека имеют тенденцию к накоплению, как и финансовый капитал, более того, они приносят определённую и немалую выгоду. Это может быть обоюдная взаимопомощь или просто удовольствие от общения и соучастия в совместной деятельности.

Свобода и равенство. Ещё одной ключевой характеристикой общества является свобода его членов. Человек не может быть счастлив, если ограничен в выборе своей будущей жизни. Об этом свидетельствуют социологические исследования, проведённые в период до 1990-х годов в странах социалистического блока.

Увеличение неравенства среди жителей как Европы, так и США при прочих равных условиях снижает удовлетворённость жизнью. Но в Европе эта зависимость выражена сильнее, что, вероятно,

отражает идеологические различия. Примерно 70% жителей США уверены, что бедный человек всегда имеет шанс разбогатеть, среди европейцев такого мнения придерживаются только 40%.

Считается, что разрыв в доходах усиливает социальное напряжение. Люди ненавидят неравенство, особенно если оно, по их мнению, несправедливо. В странах с переходной экономикой неравенство в доходах, вначале воспринимавшееся как позитивный сигнал открывающихся возможностей, со временем стало подтачивать эту веру, поскольку большинство утвердилось во мнении, что высокие доходы богачей незаконны или несправедливы.

Духовные и религиозные ценности. Для большинства людей духовные ценности определяются той религией, приверженцами которой они являются. Примерно 68% взрослых опрошенных заявили, что религия играет большую роль в их повседневной жизни. По данным Всемирного опроса Института Гэллапа, религиозная вера и поведение шире распространены в странах, где жизнь труднее, где низкие уровень доходов, продолжительность жизни, уровень образованности населения и безопасность. В США религиозность населения выше в более бедных штатах. Однако расхождений в удовлетворённости жизнью в странах с большей и меньшей религиозностью отмечено не было. Тем не менее, если иметь в виду насыщенность жизни положительными эмоциями, то в странах с высокой религиозностью люди переживают больше положительных эмоций и меньше негативных, чем в странах с таким же развитием экономики, но меньшей религиозностью населения. Там, где жизнь людей легче, такого расхождения не обнаружено.

Большинство исследований показывает, что при прочих равных условиях те люди, которых в первую очередь заботят деньги, оказываются наименее счастливыми. В 1976 г. было предпринято исследование студентов американских колледжей. Их попросили ответить на вопрос о значении личного богатства для формирования общего благополучия. Через 19 лет их спрашивали о достигнутом уровне благосостояния, общей удовлетворённости жизнью, семьёй, дружбой и работой. При равном уровне дохода те, кто когда-то посчитал деньги главным для себя, оказались менее удовлетворены как жизнью в целом, так и семьёй, друзьями и работой. Оказалось, что для достижения того же уровня счастья, что и у “бессребренников”, “материалистам” нужно было быть в 2 раза богаче.

Ещё одной ценностью является благоприятная окружающая среда. Составляющих здоровой окружающей среды очень много, в докладе рассматривается воздействие на счастье людей только отдельных факторов — качества воздуха, шума пролетающих самолётов и климатических факто-

ров, а также влияние природы на человеческую жизнь. На самом примитивном уровне счастливее оказались те люди, которые ходили на работу по парковой аллее, чем те, кто ездил туда на автомобиле по подземному туннелю. Причём разрыв в уровне счастья был выше ожидаемого. Школьники, видевшие из окон класса зелёные лужайки, были счастливее тех, кто был лишён такой возможности. Больные в палатах с видом на лес или парк выздоравливали быстрее.

Здоровье. Психическое здоровье оказывает как непосредственное влияние на ощущение счастья, так и косвенное, изменяя определённым образом условия жизни. Примерно половина взрослых больных респондентов были нездоровы уже подростками (одна половина из них испытывала эмоциональные проблемы, другая — поведенческие). По сравнению со здоровыми людьми у них ниже уровень доходов, выше уровень безработицы, больше ранних беременностей, ниже уровень образования, они чаще страдают соматическими болезнями, чаще нарушают закон. Все эти факторы снижают уровень удовлетворённости жизнью.

Психические расстройства поражают значительную долю населения, хотя цифры варьируют в зависимости от страны (по не вполне понятным причинам). В типичной развитой стране примерно 15% населения считаются психически больными и нуждающимися в лечении, а 1% — страдающими психотическими нарушениями (шизофрения). Из остальных значительная часть страдает депрессией или тревожными расстройствами (социофобия, приступы паники, обсессивно-компульсивные расстройства и т.п.). В развивающихся странах заболеваемость психическими расстройствами примерно такая же, но менее распространены депрессии и тревожные расстройства. Несмотря на то, что в большинстве случаев психические болезни хорошо поддаются лечению, даже в развитых странах только четверть больных проходят лечение, в то время как по поводу соматических заболеваний к врачу обращаются три четверти населения.

Вполне понятно, что физическое здоровье существенно влияет на благополучие. Однако установление точной зависимости сопряжено с рядом проблем. Главная — люди крайне субъективно оценивают состояние своего здоровья. Одно из методических решений этой проблемы состоит в проведении так называемых панельных исследований, которые проводятся по единой программе через определённые промежутки времени. Это позволяет проанализировать взаимосвязь изменения здоровья и удовлетворённости жизнью. Другими объективными показателями физического здоровья могут стать частота посещений врача, пребывание в стационаре и количество рабочих дней, пропущенных по болезни.

Логично предположить, что тяжёлая болезнь резко снижает удовлетворённость жизнью. В то же время существует эффект адаптации к тяжёлой болезни, благодаря которому удовлетворённость жизнью оказывается выше, чем можно было предположить. Этот эффект отмечается примерно у 50% тяжелобольных и 30% — с заболеваниями средней тяжести.

В целом у более счастливых людей здоровье лучше. В медицинской литературе прослежена зависимость между низкой удовлетворённостью жизнью и высокой заболеваемостью коронарной недостаточностью, большей частотой инсультов, самоубийств и низкой продолжительностью жизни, а люди с оптимистическим настроением реже простужаются и быстрее выздоравливают.

Семья. Любовь является ключевым фактором счастья. Брак — социальный институт, который в идеале должен закрепить подобную взаимосвязь. Но так ли это на самом деле?

Многочисленные социологические исследования свидетельствуют, что пребывание в браке положительно коррелирует с удовлетворённостью жизнью. Люди, состоящие в браке, чаще называют себя очень счастливыми, чем одинокие, разведённые и вдовы. В большинстве стран законный брак приносит людям больше счастья, чем незарегистрированный. Ретроспективный анализ данных исследования, проводившегося в Германии в течение 17 лет, показал, что те, кто намеревался обзавестись семьёй, были счастливее тех, кто решил остаться одиноким. Удовлетворение жизнью достигает своего пика в течение нескольких лет до и после вступления в брак. Те, кто никогда не разводился, в течение семейной жизни ощущают себя счастливее, чем до брака.

Помимо чисто эмоциональной составляющей — любви, есть и экономические преимущества пребывания в браке. Кроме того, у замужних и женатых людей лучше физическое и психическое здоровье, больше продолжительность жизни. Исследования в Великобритании, Германии и Австрии показали, что счастье супругов — взаимозависимая переменная: чем счастливее один из них, тем счастливее и другой (хотя уровень удовлетворённости жизнью у них может различаться). Негативными факторами, снижающими удовлетворённость браком и жизнью в целом, могут стать межперсональное сравнение и относительная депривация (ухудшение положения одного из супругов). Раздельный досуг, слишком активное участие в общественной жизни одного из супругов отрицательно сказываются на счастье другого. Внутрисемейное сравнение своего положения часто вызывает напряжение в отношениях: у пар с

большим разрывом в уровне удовлетворённости жизнью риск развода повышен, особенно если несчастной стороной является жена.

Социологи задались вопросом: станут ли люди, несчастливые в браке, счастливее после развода? Уже было сказано, что разведённые в среднем менее удовлетворены жизнью, чем замужние и женатые. И всё же те, кто живёт в неудачном браке, несчастнее одиноких людей. Как показали исследования в Британии, Германии и Америке, разведённые более удовлетворены своей жизнью сразу после развода, чем в течение трёх лет до него.

Дети. Приносят ли дети счастье в семью? Удивительно, но, по результатам ряда исследований, наличие детей не влечёт за собой высокого удовлетворения родителей жизнью. Отчасти дело, по-видимому, в том, что уход за детьми среди других видов повседневной деятельности, вызывающей положительные эмоции, занимает лишь 16-ю из 19 позиций. Повседневные усилия по воспитанию детей вознаграждаются далеко не сразу. Большое значение имеет и возраст детей. Особенно несчастными чувствуют себя родители малышей до трёх лет и подростков, в то время как дети 3—12 лет приносят своим родителям много радости. Богатые люди в среднем оказываются более счастливыми родителями. В странах Северной Европы наличие детей вызывает меньше проблем благодаря поддержке государства.

В целом авторы доклада делают вывод: дети не гарантируют счастья, удовольствие родителей от взаимоотношений с детьми зависит от возраста последних, дохода родителей и социального контекста, включая возможность выделить свободное время для семьи.

Образование. В среднем уровень образования не демонстрирует прямой связи с ощущением счастья, но косвенно он, конечно, влияет на удовлетворённость жизнью, поскольку хорошее образование обеспечивает высокий доход, который в какой-то мере делает людей счастливее, повышает шансы получения интересной и престижной работы, быстрого подъёма по карьерной лестнице.

Пол. В развитых странах женщины зачастую счастливее мужчин. В остальном мире этот разрыв становится минимальным, и представители разных полов даже меняются местами. В США в социологических исследованиях используется так называемый U-индекс, с помощью которого определяется доля времени, в течение которого человек занят неприятной, вызывающей негативные эмоции деятельностью. U-индекс у женщин

ниже, чем у мужчин, следовательно, с этой точки зрения, они страдают меньше. Также было выявлено, что женщины счастливее в тех странах, где соблюдается равенство полов.

Возраст. Связь возраста и ощущения счастья в жизни очень сильна и доказана многими исследованиями. Несмотря на ожидаемое снижение удовлетворённостью жизнью с возрастом, социологическая картина получается иной. График зависимости счастья от возраста имеет форму буквы U: сначала кривая идёт вниз, достигая минимума в среднем возрасте (между 40 и 50 годами), а затем вверх, причём это типично для большинства стран мира. Эта зависимость особенно выражена, когда речь идёт о стабильных доходе, здоровье и социальном статусе. Такая картина объясняется не только более высоким доходом и стабильностью семьи в зрелом возрасте. Имеет значение мудрость, приходящая с годами, и более реалистичные ожидания от жизни. Однако в возрасте 70–80 лет ухудшение здоровья вносит свою лепту, и кривая вновь идёт на спад.

ИЗУЧЕНИЕ СЧАСТЬЯ И СОЦИАЛЬНАЯ ПОЛИТИКА

Генеральная Ассамблея ООН предложила государствам — членам этой организации “продолжать разработку дополнительных мер, которые помогут сделать счастье и благополучие населения руководящими принципами социальной политики”. Из этого не следует, что реализуемые ныне цели должны быть отвергнуты, тем более что благополучие граждан уже является приоритетом стратегий национального и международного развития многих стран. В пересмотре нуждается распределение задач по их важности. Особое значение имеет устранение нищеты даже отдельных групп населения.

На Конференции государств — членов ООН в Рио-де-Жанейро в июне 2012 г. (“Рио+20”) была принята концепция целей устойчивого развития, которая зиждется на четырёх столпах. Первый — продолжение работы по достижении целей развития тысячелетия в борьбе с бедностью, чтобы преодолеть крайнюю нищету в мире к 2030 г.

Вторым основанием должно стать достижение экологического равновесия, без которого невозможна долгосрочная борьба с бедностью и болезнями. Для этого предлагается использовать концепцию “планетарного порога”, через который нельзя переступить, чтобы не нанести Земле непоправимый вред.

Третьим принципом призвана стать социальная интеграция, предполагающая, что выгодой от внедрения новых технологий, экономического развития и добросовестного исполнения законов

должны иметь возможность воспользоваться все члены общества. Счастье не может быть прерогативой доминирующей группы, цель — счастье для всех.

Четвёртый принцип — эффективное управление, развитие способности общества активно участвовать в работе политических институтов, предоставление людям возможности самим строить свою жизнь. Для оценки продвижения по этим направлениям необходима новая система показателей, далеко выходящая за пределы ВВП (примером может служить индекс валового национального счастья, принятый в Бутане).

Хотя ни одно правительство не ставит своей единственной целью повышение ВВП на душу населения, акцент на эту цель очень силён, что вряд ли может способствовать построению гармоничного общества. Следует иметь в виду существование угроз не только экономической стабильности, но и нарушения сплочённости общества, утраты людьми своего места в обществе и экономике, разрушения этических стандартов и окружающей среды.

Особенно важно ориентироваться на счастье как цель политики в развитых странах, где уровень жизни практически всего населения выше удовлетворения элементарных потребностей. За исключением совсем бедных стран, счастье людей больше зависит от человеческих взаимоотношений, нежели от дохода. Экономика должна служить людям, а не наоборот.

Среди прочих целей самой важной является высокий уровень занятости. Массовая безработица — серьёзный удар по обществу. По негативным психологическим последствиям она сравнима с разводом или потерей близкого человека, а работающих заставляет бояться за своё будущее. Поэтому приоритетом социальной политики должен быть курс на интенсивное развитие рынка занятости.

Самыми важными для человека являются его отношения с близкими, затем отношения с коллегами, друзьями, людьми своего круга. В истинно гармоничном обществе люди доверяют друг другу, уровень социального доверия очень важен для ощущения счастья. С одной стороны, государство должно участвовать в этом процессе, проводя политику вовлечения максимального числа людей в различные проекты (в том числе образовательные), которые позволяют их участникам почувствовать себя нужными и равными друг другу. С другой стороны, усилия государства должны быть ограничены, поскольку в гармоничном обществе каждый индивид должен ощущать свободу в выборе и принятии решений.

С сожалением приходится констатировать, что, по последним исследованиям, наиболее богатые и влиятельные члены социума менее благожелательно настроены к окружающим, чем представители беднейших слоёв общества. Многим богатство приносит ощущение избранности, даёт “право” попираť доверие других людей.

Психическое здоровье является самым важным фактором в формировании у человека ощущения счастья. Однако в развитых странах число психически больных людей составляет половину всего заболевшего работающего населения. Явно требуется смена отношения властей и общества к психическим болезням, а также более широкое внедрение современных достижений психологии и психиатрии. Улучшение общего состояния здоровья — возможно, единственный фактор, который оказал существенное влияние на повышение удовлетворённости жизнью в последние столетия. Поскольку богатые страны становятся всё богаче, люди готовы вкладывать всё больше средств в собственное здоровье. Эта тенденция создаёт перекос в сторону расширения платных медицинских услуг, в то время как, по данным исследований, люди очень высоко оценивают рост государственных затрат на здравоохранение.

Сейчас изучение счастья находится в зачаточном состоянии, поэтому приложение результатов социологических исследований такого рода к государственной политике носит отрывочный и экспериментальный характер. Счастье людей — это прогрессивный проект, который должен стабильно и неуклонно развиваться по мере накопления новой информации. Со временем выявление факторов, обеспечивающих счастливую жизнь людей, должно стать основной целью социальной политики.

Но как понимание этого основополагающего человеческого переживания может повлиять на государственную политику? Отвечая на этот вопрос, авторы доклада выделяют три этапа:

- объяснение того, как можно определить счастье индивидуума, сообщества и целой популяции;
- измерение счастья населения;
- использование этих знаний в формировании политики, которая приведёт к уменьшению страданий и повышению удовлетворённости жизнью.

Исследования должны показать, какие шаги следует предпринять, чтобы повысить удовлетворённость жизнью населения в отдельных регионах, а также представителей различных демографических групп. Правительство должно организовывать систематические опросы о благополучии населения. Эту информацию следует рассматри-

вать наряду с показателями работы систем здравоохранения и образования, заболеваемости, доходов и т.д.

По мере расширения знаний об условиях, обеспечивающих счастье людей, будет формироваться новая политика. В настоящее время во многих странах используется традиционная форма анализа экономической эффективности общественных благ, в которой блага измеряются в денежных единицах на основании информации о том, сколько граждане готовы за них платить. Этот способ оптимален, когда блага действительно имеют материальный характер или могут быть легко переведены в денежный эквивалент. Поэтому названный метод целесообразно использовать в промышленности, транспорте, образовании и при оценке трудовых отношений. Однако расходы в данных областях составляют только четверть государственных затрат. Основная же часть социальных расходов идёт на здравоохранение, социальные выплаты, содержание правоохранительных органов, решение экологических проблем. Для оценки эффективности этих статей государственного финансирования критерий счастья может оказаться продуктивным.

Таким образом, по мнению авторов доклада, можно создать параллельную систему оценки государственной политики на основе суждений о том, насколько изменилось у людей ощущение счастья на единицу затраченных средств. Естественно, для отработки такой системы требуются дополнительные исследования и верификация их результатов. Кроме того, на государственном уровне должна сформироваться насущная потребность в получении информации о благополучии граждан, только тогда появится основа для реализации политики устойчивого развития.

Нельзя не упомянуть, что в мире есть одна страна, в которой счастье населения уже рассматривается в качестве цели национальной политики. Это Королевство Бутан, расположенное в Гималаях, между Индией и Китаем. Маленькая азиатская страна демонстрирует хорошие темпы экономического развития: даже в кризисном 2009 г. темпы роста её ВВП составили 5.7%, в 2010 г. — 9.0%, в 2011 г. — 8.3%. В течение продолжительного времени в стране удаётся поддерживать стабильный курс национальной валюты, относительно невысокую инфляцию. Очень важный показатель — доля расходов правительства в ВВП. В 2011 г. она составила 44%, что свидетельствует о довольно равномерном распределении национального дохода среди населения.

БУТАН: ВАЛОВОЕ НАЦИОНАЛЬНОЕ СЧАСТЬЕ

Несмотря на то, что термин “валовое национальное счастье” был введён четвёртым королём Бутана Джигме Сингье Вангчуг в 1972 г., сама концепция имеет долгую историю. В 1792 г. в своде законов государства Бутан было записано: “Если правительство неспособно дать счастье своим людям, то в существовании такого правительства нет смысла”. В 1972 г. четвёртый король Бутана провозгласил валовое национальное счастье (ВНС) более важным показателем развития страны, чем валовой национальный продукт (ВНП). С тех пор вся политика государства и планы развития страны направлены на повышение ВНС. В Конституции Бутана, принятой в 2008 г. (ст. 9), записано: “Государство должно создавать и развивать условия, которые способствуют повышению валового национального счастья”.

Чёткого определения ВНС не существует, но чаще всего используется следующее: валовое национальное счастье — это интегральный показатель развития государства, включающий показатели материального и духовного развития общества, которые в обязательном порядке должны расти параллельно, дополнять и усиливать друг друга.

Методика расчёта показателей валового национального счастья и ВНС-индекса разработана с учётом исторических и культурных ценностей государства Бутан, поэтому понятие ВНС отличается от западных представлений о счастье. Это многомерное понятие сфокусировано не только на ощущении субъективного благополучия, оно интегрирует в себе другие мотивации, способствующие усилению радости жизни.

ВНС-индекс рассчитывается на основе девяти элементов: жизненный уровень (доход, владение движимой и недвижимой собственностью), здоровье и образование, использование времени (пропорции между работой и отдыхом), надлежащее государственное управление, экологическая стабильность, психическое благополучие (включая счастье в целом, а также эмоции и духовную жизнь), жизнеспособность коллектива, культурное разнообразие и толерантность. Все элементы ВНС имеют равный вес при расчёте индекса. Каждый включает несколько показателей (всего 33). Другими словами, ВНС-индекс является комплексным показателем развития общества, причём каждый из его компонентов широко используется в исследованиях различных государственных организаций.

В 2011 г. значение ВНС-индекса составило 0.737, другими словами, 41% бутанцев чувствует себя счастливыми людьми. Самый большой вклад в формирование счастья бутанцев вносят такие аспекты их жизни, как моральные ценности, безопасность, владение национальным языком, семейные ценности и психическое здоровье. Не удовлетворены бутанцы своими знаниями, недостаточным участием в культурных и политических событиях, социальной помощью, долгим периодом обучения в школе (более 6 лет), работой чиновников и успехами следования по Пути гармонии.

*Обзор подготовила
Е.Б. МАХИЯНОВА*

DOI: 10.7868/S0869587313050034

Наблюдаемые в настоящее время потепление климата и рост концентрации углекислого газа в нижних слоях атмосферы связываются автором публикуемой статьи с вариациями солнечно-геомагнитной активности в глобальном облакообразовании и значительным снижением роли лесов в аккумуляровании углекислого газа в процессе фотосинтеза. Вклад в глобальное потепление парникового эффекта углеродсодержащих газов оказывается незначительным.

РОЛЬ АКТИВНОСТИ СОЛНЦА В ГЛОБАЛЬНОМ ПОТЕПЛЕНИИ

С.В. Авакян

Более 40 лет назад, осенью 1972 г., в Москве состоялось Первое всесоюзное совещание “Солнечно-атмосферные связи в теории климата и прогнозах погоды”. По итогам было принято решение, формулировки проблем и задач которого актуальны по сей день. Совещание констатировало, “что исследования по проблеме Солнце—атмосфера, проводимые в течение нескольких десятилетий в СССР и за рубежом, позволяют считать доказанным наличие существенного влияния солнечной активности и других космическо-геофизических факторов на атмосферные процессы. Отсюда следует важное практическое значение исследований по данной проблеме...” [1, с. 463]. В мае 1973 г. в Главном управлении Гидрометеослужбы создается Научный совет по проблеме “Солнечно-атмосферные связи в прогнозах погоды”, а ещё ранее открылась Лаборатория солнечно-земных связей Гидрометеоцентра. Однако, как теперь становится очевидным, естественное той поры не имело всех необходимых данных об окружающей среде. Не было и готовности метеорологов-климатологов к учёту активности Солнца.

Сегодня научный мир располагает заметно большим запасом знаний о природе и интенсив-

ности солнечно-геомагнитных возмущений и их проявлений в окружающей среде, включая биосферу и самого человека. С другой стороны, уже более двух десятков лет на всех уровнях обсуждается проблема увеличения в глобальном масштабе средней температуры приземного воздуха и концентрации в нижней атмосфере углекислого газа (CO_2), считающегося основным источником парникового эффекта. В 2004 г. наша страна ратифицировала Киотский протокол, призванный сократить выбросы парниковых газов, включая CO_2 , а недавно приостановила своё участие в его реализации. Дело в том, что для России переход мировых держав сначала к сокращению использования ископаемого топлива, а затем и к безуглеродной энергетике в рамках Киотского протокола может окончиться экономическим крахом вследствие сокращения, а может быть, и утраты возможности продавать на мировом рынке нефть и природный газ. Основанием для подобной тревоги является то, что наши важнейшие отрасли промышленности (оборонная, авиационно-космическая, тяжёлое машиностроение) десятилетиями находятся в кризисном состоянии.

ИОНОСФЕРА КАК ГЕНЕРАТОР СИГНАЛА О ТЕКУЩЕМ УРОВНЕ АКТИВНОСТИ СОЛНЦА

Современная наука о климате не даёт с достаточными для практических приложений точностью и надёжностью ответа на вопрос: какова главная причина современного потепления климата и как этот процесс будет развиваться в ближайшем будущем? До настоящего времени основную трудность представляла оценка роли вариаций активности Солнца. Как правило, все попытки учёта вклада солнечно-космических факторов во внешнее воздействие на погодно-климатическую систему сводятся к рассмотре-



АВАКЯН Сергей Вазгенович — доктор физико-математических наук, начальник лаборатории аэрокосмической физической оптики ФГУП ВНИИ “Государственный оптический институт им. С.И. Вавилова”, ведущий научный сотрудник Главной (Пулковской) астрономической обсерватории РАН.

нию вариаций полного потока лучистой энергии Солнца либо космических лучей. Но изменения и тех и других очень незначительны.

Здесь следует напомнить про постоянство величины основной части потока лучистой энергии Солнца (её значение имеет название “солнечная постоянная”), поступающего к нижней атмосфере — тропосфере. Этот поток сейчас составляет $342 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2}$ с учётом шарообразности Земли. По современным представлениям, изменения величины солнечной постоянной вне атмосферы в течение как основного 11-летнего цикла активности Солнца, так и во время вековых вариаций не превышает 0.1% (во всяком случае, в течение последних 300 лет).

При исследовании вклада солнечной активности в изменение погоды и климата мы предложили учитывать хорошо известные вариации солнечного электромагнитного излучения в самой коротковолновой и самой изменчивой части спектра — крайнем ультрафиолетовом (КУФ) и рентгеновском диапазонах. Эти вариации сопровождаются возмущённостями в геомагнитной активности, связанной с корпускулярной активностью Солнца, при которых из радиационных поясов Земли в ионосферу вторгаются потоки электронов и протонов. Однако для проблемы Солнце—погода—климат камнем преткновения было отсутствие механизма, который мог бы объяснить, как энергетика воздействий Солнца на верхнюю атмосферу (ионосферу Земли на высотах 60–500 км), где полностью поглощается и солнечная коротковолновая радиация, и потоки корпускул из радиационных поясов, может проявляться в тропосфере — в её погоднo-климатических характеристиках.

Предложив такой механизм, мы смогли рассматривать в качестве основы воздействий солнечной вариабельности на погоднo-климатические характеристики ионизирующее излучение солнечных вспышек и корпускулярные выпадения при геомагнитных возмущениях, а не только и не столько космические лучи, как галактические (ГКЛ), так и солнечные (СКЛ). Ведь эти факторы солнечно-геомагнитной активности — вспышки и геомагнитные бури — превалируют и по энергетике, и, главное, по частоте повторяемости. Действительно, в среднем за год происходит до 50 солнечных вспышек класса M5 и выше, геомагнитных бурь с $K_p = 6$ и более бывает (в зависимости от фазы 11-летнего солнечного цикла) 20–70. В то же время понижение ГКЛ наблюдается на уровне менее 3% — несколько раз в год, на уровне 20% — один раз в год, а СКЛ с появлением потока протонов с энергией выше 100 МэВ регистрируются на земной орбите в среднем 5 раз в год.

Все сильно изменяющиеся с уровнем солнечно-геомагнитной активности ионизирующие верх-

нюю атмосферу Земли потоки отдают свою энергию в ионосфере, приводя её в состояние высокого возбуждения. Тогда, если имеется канал передачи этого возбуждения непосредственно в тропосферу, где формируются погода и климат, должны регистрироваться значимые корреляции метеорологических характеристик с факторами активности Солнца, в том числе и в глобальных климатических изменениях.

Целью наших исследований было определение роли влияния Солнца на наблюдаемый уже более 35 лет процесс глобального потепления приземного воздуха. До сих пор отсутствуют убедительные доказательства антропогенного воздействия на нынешние изменения климата. Однако на пути таких исследований всегда стояли две труднопреодолимые преграды. Во-первых, при обсуждении энергетических проблем солнечно-магнитосферного воздействия на погоднo-климатические характеристики обычно подчёркивается необходимость поиска не прямых либо триггерных механизмов передачи эффектов вариаций солнечно-геомагнитной активности в тропосферу для получения в ней метеорологически значимых изменений. Дело в том, что энергия любой изменчивой части солнечного спектра очень мала по сравнению со средней энергией атмосферных образований (например, одного циклона). Во-вторых, как уже отмечалось, все энергетически наиболее значимые потоки от солнечных вспышек и в периоды геомагнитных бурь полностью рассеиваются в земной ионосфере. По этой причине наиболее естественным и действенным элементом непрямого механизма солнечно-атмосферных связей следует считать именно ионосферу Земли.

Ранее нами была показана существенная роль ионосферы в гелиогеобиокорреляциях [2], благодаря введению в рассмотрение нового агента солнечно-земных связей — ионосферного микроволнового излучения, возникающего в переходах между высоковозбуждёнными (ридберговскими) состояниями всех ионосферных компонентов. Исследования основывались на опыте моделирования возмущений в ионосфере под действием солнечных вспышек, выпадений электронов из радиационных поясов в период геомагнитной бури и при различных искусственных воздействиях.

Эти возмущения проявляются при регистрации степени ионизации верхней атмосферы методом радиозондирования и при оптических исследованиях, в том числе при визуально-инструментальных наблюдениях ионосферного свечения с борта пилотируемых космических аппаратов. Для построения более точных и совершенных моделей возмущений ионосферы нами были впервые введены в аэронию три известных из физики атомных столкновений процесса высокой пороговой энергии: эффект Оже, двукратная фотоионизация наружной электронной оболочки и воз-

буждение высоковозбуждённых состояний ударом энергичных ионосферных электронов — фотоэлектронов, вторичных электронов и электронов Оже. Роль этих процессов при солнечных вспышках и магнитных бурях резко возрастает из-за ужесточения спектров потока квантов и электронов, ионизирующих верхнюю атмосферу.

РАДИООПТИЧЕСКИЙ ТРЁХСТУПЕНЧАТЫЙ ТРИГГЕРНЫЙ МЕХАНИЗМ СОЛНЕЧНО-ТРОПОСФЕРНЫХ СВЯЗЕЙ

В публикации [3] подчёркивалось, что изменение солнечной радиации в качестве климатообразующего фактора требует отдельного внимания, хотя мы всё ещё далеки от понимания возможных усиливающих механизмов влияния солнечной активности на климат. Сегодня появляется всё больше экспериментальных доказательств связи гелиогеофизических факторов с погодно-климатическими явлениями, включая такие опасные, как ураганы. В качестве главной причины погодных изменений в нижней атмосфере рассматривается конденсационный механизм, в том числе при важном вкладе в этот процесс микроволнового излучения, вызываемого повышенной активностью Солнца в виде коротковолновых вспышек и радиовсплесков. Основанием для этого служат экспериментальные факты о воздействии микроволнового излучения на конденсационный механизм [4, 5]: при наблюдении вариаций оптической прозрачности атмосферы и ряда погодных характеристик на высокогорной обсерватории была обнаружена их связь со всплесками микроволнового излучения Солнца, а главное, с самими солнечными вспышками. При этом определено, что в результате таких воздействий образуются водные кластеры, благодаря чему поглощаются и углубляются кластерные полосы поглощения в ближней УФ-области длин волн и уменьшается спектральная оптическая толщина атмосферы в видимой и ИК-области (в том числе в полосах поглощения парами воды).

С другой стороны, в Научно-исследовательском радиофизическом институте (НИРФИ) в Нижнем Новгороде были зарегистрированы спорадические возрастания интенсивности микроволнового излучения ионосферы в периоды солнечных вспышек и полярных сияний (во время геомагнитных бурь и суббурь) [6]. При этом интенсивность в периоды вспышек многократно превышала типичные микроволновые всплески солнечного происхождения. Природа такого сигнала (излучение в дипольных переходах между высоковозбуждёнными — ридберговскими — уровнями с главным квантовым числом $n \sim 10-20$ и с изменением орбитального квантового числа на 1) раскрыта в наших работах середины 1990-х годов [7]. В 2002 г. важная роль этого “ридберговского” ме-



Рис. 1. Общая схема радиооптического трёхступенчатого триггерного механизма воздействия факторов солнечно-геомагнитной активности на тропосферные характеристики

ханизма генерации микроволн возмущённой ионосферой впервые экспериментально подтверждена в НИРФИ на нагревном стенде “Сура” (при поглощении радиоволн на частотах 4.7–6.8 МГц), когда была дана физическая интерпретация наблюдаемого микроволнового излучения ионосферы на частоте 600 МГц [8], полностью основанная на нашей работе [7].

Эти результаты позволили предложить радиооптический трёхступенчатый триггерный механизм солнечно-магнитосферного управления погодно-климатическими явлениями [9]. Механизм позволяет учитывать вклад вариаций солнечного потока ионизирующего излучения в КУФ и рентгеновском диапазонах, в том числе при вспышках на Солнце, а также вклад корпускулярных потоков из радиационных поясов и прямо из магнитосферы при геомагнитных возмущениях, в том числе в период геомагнитных бурь. По нашим оценкам, в период сильной магнитной бури поток микроволн из ионосферы способен достигать 10^{-11} Вт · см⁻², а во время солнечных вспышек он в 10–100 раз ниже.

При исследовании возможности вклада радиооптического механизма в современное изменение климата прежде всего обращается внимание на наблюдаемое в последние десятилетия глобальное потепление приземного воздуха. При этом учитывается один из основополагающих тезисов В.И. Вернадского: “Основная и решающая часть научного знания — факты и их крупные и мелкие эмпирические обобщения. Научные теории и гипотезы не входят, несмотря на их значение в текущей научной работе, в основную и решающую часть научного знания. Основное значение гипотез и теорий — кажущееся” [10, с. 95].

На рисунке 1 представлена схема радиооптического триггерного механизма. Поясним: первая часть термина “радиооптический” подразумева-

ет, что в физику ионосферы вводится новый (“ридберговский”) механизм генерации радиоизлучения земной ионосферы в микроволновом диапазоне (длины волн — мм, см, дм), возмущённой под действием ионизирующего излучения вспышки на Солнце или электронами, выпадающими в ионосферу при магнитных бурях (полярных сияниях). “Оптическая” часть механизма связана с учётом воздействия как вспышек на Солнце, так и солнечных микроволновых радиовсплесков на содержание паров воды в столбе атмосферы. Это явление обнаружено в ходе высокогорных наблюдений (на высоте 2.1 км под Кисловодском) в 1980-х годах сотрудниками кафедры физики атмосферы Ленинградского университета под руководством академика К.Я. Кондратьева [4, 5]. Наблюдения интерпретированы авторами как включение конденсационно-кластерного механизма с образованием кластерных комплексов из паров воды. Это подтверждалось регистрацией появившихся и углублявшихся кластерных полос поглощения в области длин волн 320–330, 360, 380–390, 410 и 480 нм.

В качестве основного процесса развала кластерных ионов в присутствии молекулярного газа при интерпретации данных лабораторных экспериментов с кластерами из паров воды и углекислого газа, в том числе и в области атмосферных плотностей, предложена “столкновительная диссоциативная рекомбинация” [11]. Показано, что коэффициенты скорости диссоциации в большой степени зависят от величины орбитального момента l ридберговского уровня во время столкновения: вероятность диссоциации увеличивается для малых величин l и, наоборот, становится низкой при больших значениях l . Следовательно, в периоды всплесков радиоизлучения Солнца и, тем более, в периоды спорадического возрастания интенсивности микроволнового ридберговского излучения ионосферы (во время солнечных УФ- и рентгеновских вспышек, а также геомагнитных бурь) будет происходить индуцированное поглощением усиленного потока микроволнового излучения заселение ридберговских уровней с более высокими l в процессе “столкновительной диссоциативной рекомбинации” и, как результат, уменьшение вероятности диссоциации кластерных ионов нижней атмосферы. Итак, предполагается новая роль микроволнового излучения в микропроцессах в нижней атмосфере Земли с участием водных кластерных ионов: влияние на вероятность диссоциации этих кластеров через механизм “столкновительной диссоциативной рекомбинации” появления высоких значений орбитальных квантовых чисел состояний ридберговских электронов (возникающих при поглощении квантов микроволнового излучения как Солнца, так и ионосферы). Коэффициенты скорости диссоциации зависят от энергии квантов

(а значит, и длины волны) поглощаемого микроволнового излучения. Это приводит к замедлению скорости основной реакции разрушения кластерных ионов и, как следствие, к увеличению их концентрации в тропосфере.

На основе работ [4, 5], а также исследований, подтверждающих большую роль высоковозбуждённых (ридберговских) состояний в процессах ассоциации больших молекул и кластеров и диссоциативной рекомбинации кластерных ионов [например, 11], можно констатировать, что микроволновый поток способствует росту концентрации кластеров из паров воды в тропосфере, а это сопровождается образованием оптически тонкой облачности (первоначально — конденсационной дымки).

Подчеркнём, что все ступени предложенного механизма имеют экспериментальное подтверждение: микроволновое излучение ионосферы, усиливающееся во время солнечных вспышек и магнитных бурь, обнаружено [6]; определяющая роль ридберговского механизма возбуждения микроволнового ионосферного излучения доказана прямыми радиофизическими активными воздействиями на ионосферу Земли в отечественных экспериментах учёными НИРФИ на нагревном стенде “Сура” [8]; регулирование влажности на высотах более 2 км как микроволновым излучением Солнца, так и солнечными вспышками [4, 5] доказано; непосредственное влияние солнечных вспышек и магнитных бурь на полную облачность чётко фиксируется [12].

Вновь зарождающаяся после солнечных вспышек и геомагнитных бурь облачность является в своём первоначальном виде средой, пропускающей выше 90% приходящего потока солнечного излучения. Однако она задерживает около половины уходящего в космос теплового излучения подстилающей поверхности. Вот почему такая оптически тонкая облачность является разогревающей. Её увеличенное образование после вспышек на Солнце и мировых магнитных бурь (и в целом, в периоды повышенной солнечно-геомагнитной активности), согласно радиооптическому механизму, — основная причина современного глобального потепления, связанного с эпохой максимума вековых (квазистолетного и квазидвухсотлетнего) циклов гелиогеофизической активности.

Веским подтверждением правильности подобного подхода являются данные спутникового эксперимента UW HIRAS, в ходе которого зарегистрировано, как раз в период векового максимума активности Солнца (измерения велись в 1979–2001 гг.), повышенное на 10–15% содержание полной облачности в сравнении со всеми другими спутниковыми экспериментами (за счёт того, что аппаратура HIRAS способна дополнительно фиксировать и полупрозрачные перистые обла-

ка). Ранее в работе [13] подчёркивалась необходимость изучения оптически тонкой перистой облачности, особенно “тонких и невидимых перистых облаков”, и в первую очередь в жидкокапельной фракции, поскольку именно на этой стадии облачный слой вызывает существенное прогревание подоблачного слоя атмосферы. Генерации такого рода облаков предшествует, согласно радиооптическому механизму, образование практически невидимой конденсационной дымки при кластеризации паров воды в поле микроволн из ионосферы в периоды солнечных вспышек и магнитных бурь.

Предложенный механизм появления при солнечных вспышках и геомагнитных бурях зарождающейся оптически тонкой облачности, фактически соответствующей перистому типу, позволяет наметить пути влияния мощных эффектов солнечно-геомагнитной активности на циклогенез. Действительно, согласно [14], задание в расчётных моделях присутствия перистой облачности площадью около 1.2×1.2 км, например в тылу антициклона, сильнее всего (до 2 гПа) уменьшает приземное атмосферное давление и, главное, смещает его дальнейшую траекторию. Так происходит в умеренных широтах, а для субарктической зоны наибольшее влияние на подобное изменение пути движения антициклона оказывает появление перистой облачности в центре и передней части антициклона. Для изменения циркуляционного режима атмосферы, связанного с генерацией кинетической энергии атмосферных движений, необходимо затратить энергию $2.5\text{--}5 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2}$ [14]. Таким образом, при появлении оптически тонкой облачности меняется не только теплорадиационный режим (благодаря разогревающим свойствам этой облачности), но и динамика атмосферы (характеристики циклонов и антициклонов).

ПРИЧИНЫ СОВРЕМЕННОГО ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ

Очевидно, что для подтверждения важности механизма солнечно-тропосферных связей необходимо объяснить наблюдаемую зависимость погодно-климатических эффектов от циклической активности Солнца. Метеорологи, да и некоторые геофизики исследуют корреляции погодно-климатических характеристик с общепринятыми параметрами солнечной активности — числами Вольфа (связанными с пятнообразовательной деятельностью Солнца) и с временными вариациями полного потока электромагнитной солнечной радиации — солнечной постоянной. Результат оказывается отрицательным: ни в числах Вольфа, ни в изменчивости солнечной постоянной не проявляются значимые корреляции с метеорологическими параметрами. Это дало основание для

скептической оценки возможности влияния факторов солнечно-геомагнитной активности на погоду и климат [15].

Действительно, при исследовании корреляции температуры приземного воздуха (в Москве, Ленинграде и Осло) с числами Вольфа получено, что температура не испытывает колебаний с периодом 11 лет — основным циклом солнечной активности, а вместо этого наблюдаются устойчивые вариации в диапазоне 2–5.5 лет [15]. Однако в рамках радиооптического трёхступенчатого триггерного механизма такой результат вполне понятен: увеличение разогревающей (оптически тонкой) облачности происходит благодаря возросшему потоку микроволн из ионосферы как под действием солнечных вспышек, так и во время магнитных бурь. В 11-летнем цикле имеются по два максимума вероятности появления этих вспышек и бурь, и они, как правило, не совпадают [16]. В результате в течение 11 лет происходят два наиболее мощных микроволновых воздействия на содержание водяного пара в тропосфере (с коагуляцией кластеров) — в периоды магнитных бурь и, обычно менее интенсивные, в периоды солнечных вспышек, в основном в интервалах между максимумами геомагнитных бурь. Этим и объясняется разброс периодов от 2 до 5.5 лет в температурных максимумах, наблюдавшихся в Москве, Ленинграде и Осло [15, 17].

Важный для межгодовых колебаний гидрологических процессов результат получен в [18], где выделен, в частности, тот же квазипериод в 2–4 года, среди связываемых авторами с гравитационным воздействием пары Юпитер–Венера. Заметим, что периоды в диапазоне 2–6 лет для осадков в Осло проявляются и по данным более ранней работы [17]. Каналы влияния цикличности солнечно-геомагнитной активности на гидрологические процессы в рамках радиооптического механизма следует, по-видимому, искать прежде всего с учётом эффекта стимулирования осадков из нижележащей облачности при возникновении после вспышек и магнитных бурь оптически тонкой облачности. Как представлено в [14], аналог такой облачности — перистые облака — могут “засевать” своими кристаллами нижележащие облака и вызывать осадки.

Кроме 11-летнего цикла солнечной активности существуют, как известно, более длительные циклы. Нами обосновано решающее влияние вековых циклов солнечно-геомагнитной активности на наблюдаемое в последние десятилетия глобальное повышение температуры приземного воздуха (глобальное потепление) [19]. Это удалось сделать на основе концепции радиооптического трёхступенчатого триггерного механизма. Были проанализированы, во-первых, тренды основных индексов солнечной и геомагнитной активности, во-вторых, экспериментальные ре-

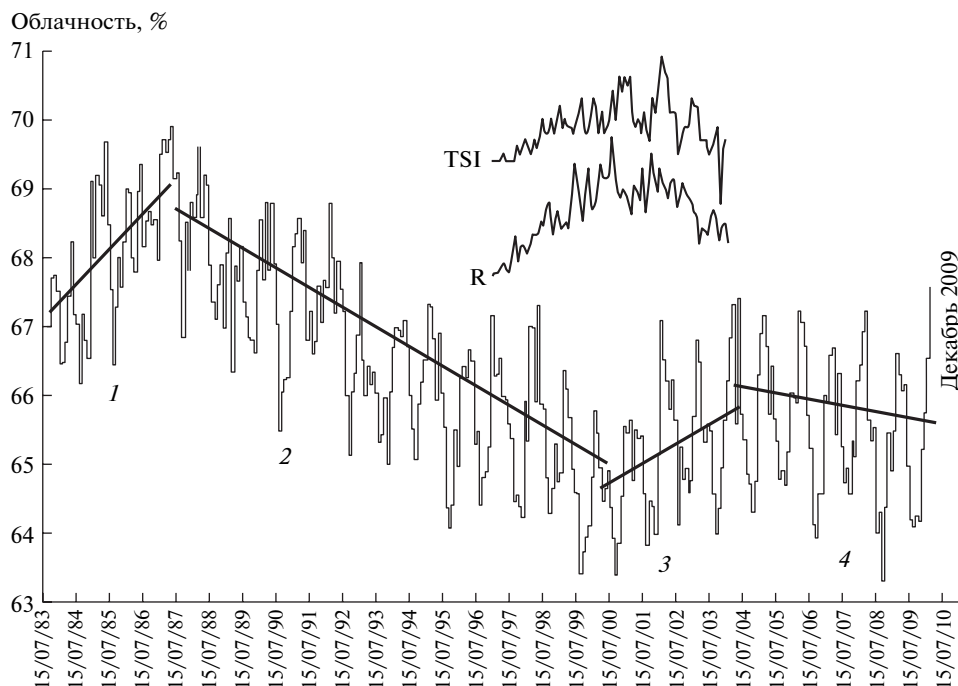


Рис. 2. Изменение площади глобальной полной (суммарной) облачности по наблюдениям со спутников [http://isccp.giss.nasa.gov/climanal7.html]

Верхняя кривая — текущий ход величины солнечной постоянной — Total Solar Irradiance — TSI. Средняя кривая — усреднённое за месяц число солнечных пятен — R . Нижний график — изменение площади глобальной полной облачности с месячным усреднением; предложенная линейная аппроксимация в четырёх временных интервалах подтверждает влияние вековых трендов отдельных факторов солнечно-геомагнитной активности: потока КУФ и мягкого рентгеновского излучения Солнца, числа рентгеновских вспышек, числа геомагнитных бурь и воздействия их совместного сокращения после 2003 г.: 1 — период с 1983 по 1985–1987 гг. — рост облачности в связи с возрастанием коротковолновой активности Солнца и геомагнитной активности (числа мировых магнитных бурь); 2 — период с 1987 по 2000 г. — сокращение потока КУФ-излучения Солнца и числа вспышек на Солнце; 3 — период с 2000 по 2003 г. — рост геомагнитной активности, продолжавшийся вплоть до конца 2003 г.; 4 — период с 2004 г. — общее падение числа мировых магнитных бурь и коротковолновой электромагнитной активности Солнца

зультаты глобального распределения полного (суммарного) облачного покрова, полученные со спутников, начиная с первой половины 1980-х годов. Оказалось, что все ключевые эффекты совокупного векового цикла солнечно-геомагнитной активности находят отражение в поведении глобальной облачности (рис. 2). Так, максимум

глобальной облачности в 1985–1987 гг. приходится на вековой максимум электромагнитной (1985) и корпускулярной (1987) активности Солнца [20], а второй максимум (конец 2003 г.) совпадает с абсолютным максимумом в геомагнитной активности (количество геомагнитных бурь) за весь период наблюдений (более 100 лет). На рис. 2 видно, что уменьшение распространённости облачности в глобальном масштабе после 1987 и 2003 гг. полностью соответствует, благодаря действию радиооптического механизма, снижению активности Солнца — по потоку в мягком рентгеновском и



Рис. 3. Изменения в 1976–2003 гг. текущего потока ионизирующего крайнего ультрафиолетового (КУФ) излучения Солнца

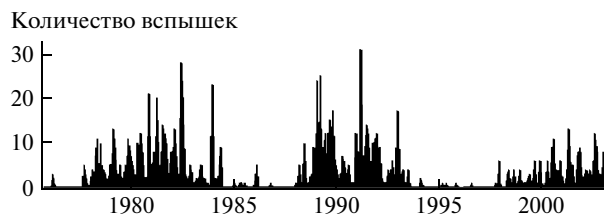


Рис. 4. Временные вариации количества рентгеновских вспышек на Солнце балла $\geq M4$, наблюдавшихся за месяц в 1975–2003 г.

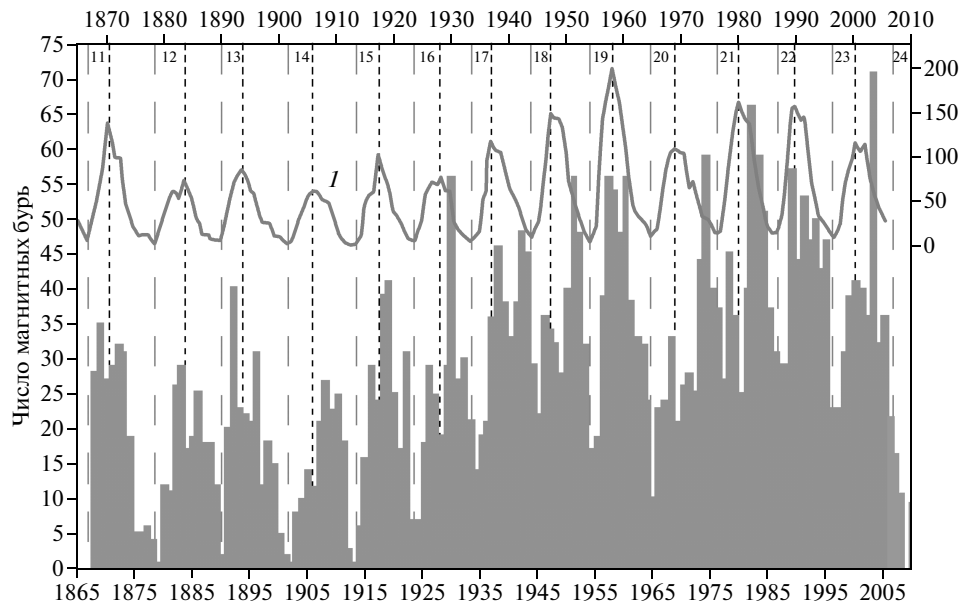


Рис. 5. Сглаженные за месяц числа солнечных пятен (верхняя кривая *I*), порядковые номера 11-летних циклов с 11-го по 24-й и ежегодное число магнитных бурь (гистограмма) [<http://www.geomag.bgs.ac.uk/education/earthmag.html>]

крайнем ультрафиолетовом диапазоне с 1985 г. (рис. 3 [21] и 4 [22]) и геомагнитной буревой активности — по потоку высыпавшихся из радиационных поясов электронов с 2004 г. (рис. 5).

Действительно, снижение этих потоков уменьшает интенсивность микроволнового излучения ионосферы, а следовательно, замедляет конденсационно-кластерный процесс в тропосфере — генератор облачности. Подтверждением является зарегистрированный в течение 1986–1999 гг. рост содержания водяных паров в столбе тропосферы [23]. С 1999–2000 гг. эта величина вновь стала уменьшаться, а глобальная облачность — опять увеличиваться. Важно, что данные [24] о соотношении количества нижней и верхней плюс средней облачности за период с 2000 по 2004 г., когда происходил рост до абсолютного векового максимума числа геомагнитных бурь (рис. 5), показали резкое (вдвое) увеличение вклада в полную облачность именно облаков верхнего и среднего ярусов в сравнении с периодом 1985–1999 гг., что опять полностью согласуется с увеличением вклада радиооптического механизма в преобразование паров воды в кластеры под действием возросшего потока микроволн из ионосферы. Следовательно, в отсутствие результатов прямых измерений оптической толщины глобальной облачности данные о постоянном превышении верхне-средней облачности над нижней можно считать свидетельством того, что зафиксированное с 1987 г. сокращение полной глобальной облачности обусловлено прежде всего уменьшением количества оптически тонких (разогревающих) облаков, что и определяет уменьшение

вклада эффектов солнечно-геомагнитной активности в потепление приземного воздуха.

Но именно с 1985–1986 гг. началось существенное возрастание потока длинноволновой радиации, уходящей в космос из атмосферы и с подстилающей поверхности [25]. В рамках концепции радиооптического механизма это подтверждает факт сокращения оптически тонкой облачности, которая хорошо задерживает тепловое излучение Земли, но почти свободно пропускает основной поток лучистой энергии Солнца. В этом её отличие от плотной облачности, задерживающей поступающую к земной тропосфере и поверхности видимую и коротковолновую радиацию. Поэтому дневная плотная облачность является охлаждающей.

В работе [25] представлены следующие данные по эволюции энергетики общего радиационного баланса Земли в 1985–2003 гг.: в целом за этот период рост величины уходящей длинноволновой радиации составил $\sim 15 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2}$, а величина уходящей коротковолновой радиации уменьшилась на $\sim 10 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2}$. Это согласуется с нашей оценкой воздействия радиооптического механизма. Действительно, уменьшение полной облачности с момента максимума солнечной активности в 1985–1987 гг. по 2000 г. составил 4–5% (см. рис. 2). При среднем альбедо облаков 0.5–0.8 и с учётом шарообразности Земли $342 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2} \times (0.04\text{--}0.05) \times (0.5\text{--}0.8) = 6.8\text{--}13.7 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2}$. Это та оценочная величина, на которую уменьшается значение потока уходящей коротковолновой радиации. В среднем она как раз составляет $\sim 10 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2}$, что соответствует результатам анализа спутниковых

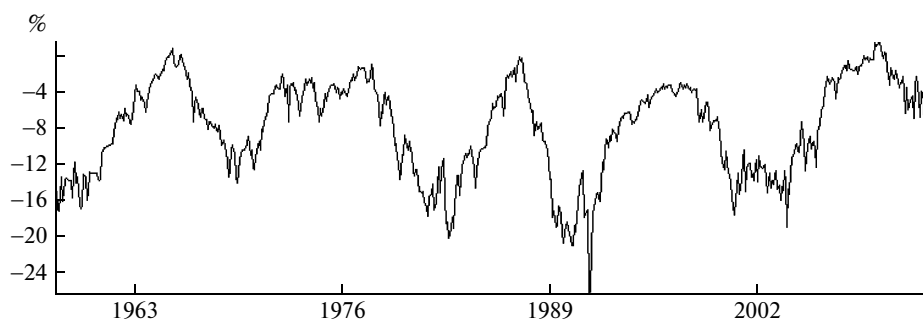


Рис. 6. Среднемесячные значения вариаций космических лучей на станции г. Долгопрудный (Московская область) [<http://cr0.izmiran.rssi.ru/mosc/main.htm>]

Отсчёт по оси ординат ведётся от значения интенсивности космических лучей в максимуме 1965 г. (среднее за май–июнь), принятого за ноль

данных, выполненных в [25]. Поэтому аномальный рост уходящего длинноволнового излучения свидетельствует, по нашему мнению (в соответствии с радиооптическим механизмом), не об устойчивом глобальном потеплении, как пишет автор в [25], а, наоборот, о резком снижении вклада оптически тонкой (задерживающей тепло нижних слоёв тропосферы) облачности (и, соответственно, об уменьшении роли векового максимума солнечной активности) в эффект потепления.

Следует подчеркнуть, что анализ результатов многолетних наземных измерений величины прошедшей сквозь земную атмосферу солнечной радиации позволяет говорить не только о её минимуме в 1985 г., но и о наличии (пусть с большой степенью неопределённости) отрицательного векового тренда в её величине практически с 1900 г. [22]. Но это также качественно согласуется с вековым ходом солнечно-геомагнитной активности. Если учитывать и косвенные данные, то, строго говоря, потепление наблюдается уже в течение 300 лет, вслед за ростом активности Солнца с начала XVII в.

В последние годы произошла смена направления в изменении ещё одного космофизического фактора влияния на климат — в интенсивности потока ГКЛ. Галактические космические лучи могут активно участвовать в образовании оптически плотных облаков нижнего яруса, приводящих, как правило, к охлаждению приземного воздуха. Поэтому рост ГКЛ приводит к увеличению охлаждающей облачности, а значит, этот процесс участвует в ослаблении глобального потепления [16, 19]. Рост интенсивности космических лучей наблюдается уже примерно с 1999–2000 гг., с последнего максимума солнечной активности (рис. 6), хотя до этого практически на протяжении всего XX в. их поток сокращался.

Итак, наблюдения относительно ряда трендов, отмеченных в последнее десятилетие, могут свидетельствовать об окончании в ближайшее время

периода, характеризующегося вкладом природного — солнечного — компонента в глобальное потепление климата [16].

Современная наука пока не позволяет прогнозировать с необходимой для практики точностью скорость предстоящего похолодания. Это связано с пробелами в знаниях о механизмах вариабельности активности Солнца. Но, главное, считается, что очень большую роль во временных задержках вариаций климата может играть тепло, запасённое в Мировом океане. Океан оказывает существенное влияние на атмосферу из-за её сравнительно малой теплоёмкости и поэтому может задерживать падение температуры приземного воздуха на 15–18 лет [26].

Нами рассмотрен вопрос о роли определённого начального условия — наличия оптически плотной облачности — при воздействии солнечных вспышек и геомагнитных бурь на погодноклиматические характеристики [27]. Это весьма распространённое явление на высоких и средних широтах, особенно если учесть, что речь идёт о плотностях, лишь немного превышающих единицу. В такие периоды сильно нивелируются влияние солнечных вспышек и геомагнитных бурь на погоду в данном регионе, поскольку генезис новой, тонкой облачности незаметен: весь тепло-радиационный баланс определяется (для приземного воздуха) оптически плотным облачным покровом. Распределение такого покрова часто в большой мере связано с характером подстилающей поверхности и орографией, что хорошо фиксируется из космоса в визуально-инструментальных наблюдениях. На ночной стороне вся облачность фактически вызывает замедление остывания приземного слоя воздуха. Это и ведёт, вероятно, к таким до сих пор плохо понимаемым [3] эффектам глобального изменения климата, как преимущественное потепление зим и превалирование скоростей роста (вдвое!) ночных (минимальных за сутки) температур приземного воздуха над дневными (максимальными) температурами.

На современный климат, несомненно, оказывает влияние человеческая деятельность. Основная причина роста нестабильности климата — антропогенное превращение Зелёной Земли в Серую вследствие прогрессирующей абиотизации суши [28]. Понятие “Серая Земля” означает, в частности, что лесов осталось менее половины (по сценарию ЮНЕП — Программы ООН по окружающей среде, к 2050 г. их количество сократится ещё на 17%), к середине 1970-х из-за вмешательства человека фитомасса суши уменьшилась на 41.5%, а к началу XXI в. пройден рубеж 50%, и уже есть оценки, что в текущем десятилетии на суше останется менее 2/5 фитомассы по сравнению с природной. Если на Зелёной Земле на биологический круговорот на суше должно было тратиться почти 10% радиационного баланса, то сейчас — 4%, то есть вне биологического круговорота выделилось $6.3 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2}$ (в сферу внешней ветви геологического круговорота). Именно дообогревание освоенной суши тепловым потоком мощностью $6.3 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2}$, дополнительно переходящим из сферы биокруговорота во внешнюю ветвь геокруговорота, происходит всюду, где абиотизация снизила потенциал испарения [28].

Действительно, на суше сосредоточено более 99% планетарной фитомассы. Потоки тепла и приземная температура растут из-за активных деградационных процессов на осваиваемых территориях, в том числе вследствие расширения обезлесения, опустынивания, урбанизации, коммуникационно-транспортного и горнопромышленного освоения. По современным представлениям, наиболее вероятный путь снижения эмиссий углерода в атмосферу — его депонирование в лесной растительности путём лесовосстановительных работ. На лесные экосистемы приходится основная часть (до 75%) запаса аккумулированного углерода в живой природе [29], но надо учитывать, что только в достаточно молодых бореальных лесах накопление углерода через фотосинтез действительно, так как происходит в среднем за 100 лет.

В работе [28] обращается внимание ещё на одно несоответствие наблюдаемых особенностей современного потепления с парниковой гипотезой. Действительно, основным парниковым газом в земной атмосфере являются водяные пары, но их содержание быстро падает с высотой, где резко уменьшается и температура. А вот содержание всех других газов тропосферы, включая и углеродсодержащие CO_2 и CH_4 , с высотой не меняется из-за полного перемешивания гомосферы до высот 90 км. Почему-то без паров воды возрастание концентрации этих антропогенных составляющих парникового эффекта за последние десятилетия никак не сказывается на потеплении средней и верхней частей тропосферы. В рамках концепции радиооптического механизма роль

паров воды понятна, а именно, пары воды прямо участвуют в облакообразовании, контролируемом факторами солнечно-геомагнитной активности через интенсивность микроволнового излучения ионосферы. Поэтому эксперименты показывают увеличение облачного покрова с параллельным уменьшением содержания паров воды в столбе средней и верхней частей тропосферы и наоборот, то есть в прямой зависимости от фазы роста либо спада активности Солнца.

На регистрируемую величину эффекта глобального потепления влияет и современная урбанизация. Наибольшая часть (по данным Национального управления атмосферы и океана США, до 92% [26]) метеостанций мира оказалась в последние три десятилетия в зоне городской застройки или по соседству с ней. Это может добавлять в показания термометров величину, превышающую 1°C , что выше, чем весь эффект наблюдаемого глобального потепления (около 0.6°C). Кроме того, урбанизация ведёт к уменьшению испарения из-за ухода воды в канализацию, а это для Москвы в тёплый период даёт прибавку $35 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2}$, [28], что в 21 раз больше виртуального парникового вклада CO_2 ($1.65 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2}$). Вообще, урбанизация действует на содержание паров воды, по-видимому, двояко и всегда в сторону увеличения температуры приземного воздуха. Во-первых, в большом городе нет затрат тепла на испарение (вода уходит в канализацию с улиц, покрытых асфальтом), во-вторых, теплоэлектростанции, автомобили и т.п. при сгорании топлива производят водяной пар в весовом количестве, превышающем массу сгоревшего вещества, что усиливает парниковый эффект, так как водяной пар по парниковым свойствам на два порядка превосходит углекислый газ.

Сравнительный количественный анализ энергетики антропогенных и природных факторов современного глобального изменения климата показывает, что природный компонент (солнечно-геомагнитная активность) более важен по вкладу в радиационный баланс, чем парниковый эффект на антропогенных углеродсодержащих газах. Действительно, величина потока уходящего в космос теплового излучения Земли увеличилась на $15 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2}$, что почти в 6 раз больше, чем полный чистый эффект от парниковых газов, который зафиксировала многолетняя деятельность Межправительственной группы экспертов по проблеме изменений климата ($2.63 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2}$). Главное, что при этом до $7 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2}$ дополнительной уходящей длинноволновой радиации (УДР) обрабатывается при переработке в тепло того добавочного коротковолнового излучения, которое в количестве $10 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2}$ [25] стало проникать в нижнюю тропосферу после уменьшения площади глобальной облачности. Такой коэффициент трансфор-

мации солнечной радиации, поступающей на Землю ($342 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2}$), в полный поток УДР, уже увеличенный к началу нашего века с конца 1980-х годов до $240 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2}$, оценён из соотношения: $240/342 = 0.7$. Вклад в глобальные изменения климата вариаций величины солнечной постоянной (около 0.1% , то есть $0.3 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2}$) очевидно несуществен на фоне как трендов солнечно-геомагнитной активности, так и нарастающего антропогенного влияния.

ВОЗМОЖНОСТИ УЧЁТА АКТИВНОСТИ СОЛНЦА В ПОГОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ПРОГНОЗАХ

Рассмотрим теперь возможности учёта солнечной активности в прогнозе погодно-климатических явлений в свете нашей концепции солнечно-тропосферных связей. Выше уже отмечалась зафиксированная метеорологами квазипериодичность в 2–5.5 лет в температурах приземного воздуха и осадках при исследовании корреляции с числами Вольфа. В рамках трёхступенчатого триггерного механизма такой результат вполне понятен: увеличение разогревающей (оптически тонкой) облачности происходит благодаря возрастающему потоку микроволн из ионосферы как под действием солнечных вспышек, так и во время магнитных бурь. На временной шкале (см. рис. 2) около года и менее выявляется зависимость корреляции в распространённости полной облачности с пятенной и факельной активностью Солнца: средняя кривая — усреднённое за месяц число солнечных пятен R , верхняя кривая — текущий ход величины солнечной постоянной TSI , нижняя кривая и её линейные тренды — спутниковые данные о полном глобальном облачном покрове с месячным усреднением. Из рисунка 2 видно, что, по крайней мере, интенсивные пики в числе солнечных пятен находятся в антикорреляции с полной облачностью, а в величине TSI (а значит, и в величине интенсивности ионизирующего потока факельных полей фотосферы Солнца) — в прямой корреляции. Выявленная картина также полностью соответствует концепции воздействия радиооптического механизма на распространённость полной облачности. Тогда следует констатировать, что по количеству пятен и факельным полям можно прогнозировать изменение площади облачного покрова, а следовательно, и теплорадиационный баланс Земли с заблаговременностью в несколько месяцев (исходя из известной статистики времени жизни этих образований в фотосфере Солнца), а по статистике распределения крупных солнечных вспышек и мировых магнитных бурь выявлять вариации в температуре приземного воздуха и интенсивности осадков в интервале квазипериодов 2–5.5 лет. Для статистики таких событий внутри

11-летнего цикла можно оценочно считать, что между максимумами значимых солнечных вспышек проходит 2–4 года, а для геомагнитных бурь этот период шире — 2–6 лет.

Ещё раз отметим, что физика обсуждаемого воздействия “солнечного сигнала” на тропосферу связывается с радиооптическим трёхступенчатым триггерным механизмом, когда микроволновое излучение, генерируемое ионосферой при воздействии факторов усиленной солнечной и геомагнитной активности, регулирует конденсационно-кластерный процесс зарождения и дальнейшей эволюции облачности, включая осадкообразование при “засеве” кристаллами из облаков верхних ярусов. Однако основные практические результаты этой работы получены исключительно на основе анализа корреляций между совокупностью данных наземной и спутниковой информации по погодно-климатическим характеристикам, включая распространённость облачности и вариации радиационного баланса Земли, с одной стороны, и факторами солнечно-геомагнитной активности — с другой.

Как считают авторы [30], глобальное количество нижней облачности находится в противофазе с TSI , а глобальное распределение полной облачности, наоборот, в фазе с TSI , иначе говоря, генетически связано с воздействием ионизирующего излучения факельных полей Солнца. Отсюда можно сделать вывод, что средняя и верхняя облачности (в той своей части, которая близка к конденсационной дымке и имеет ещё малую оптическую толщину) сильно довлеют над нижней облачностью в реакции на повышение солнечно-геомагнитной активности и, соответственно, на повышенную ионизацию в земной ионосфере с последующей генерацией ею микроволнового излучения. Оптически тонкая облачность имеет максимальные возможности вклада как в эффект разогрева атмосферного воздуха (если её много, как во времена максимальной солнечно-геомагнитной активности), так и в явление пропуска (ухода) в космос тепловой радиации Земли (при сокращении площади оптически тонких облаков в современную эпоху спада активности Солнца в вековом цикле).

Подчеркнём, что задача влияния гелиогеофизической активности и ионосферной возмущённости на погодно-климатические характеристики является междисциплинарной, и метеорологам, даже с участием географов, самостоятельно её не решить. Вот пример распространённой ошибки. Во многих метеорологических и географических публикациях о природе глобальных климатических вариаций рассматриваются известные астрономические эффекты (например, орбитальные вариации и тренд скорости вращения Земли, изменения положения Солнечной системы в Галактике). Заметим, что астрономиче-

ские (орбитальные) эффекты действительно могут быть интересны с точки зрения климата Земли в долгопериодной шкале (от 10^3 до 10^6 лет). Для меньших периодов обычно учитывают положение Земли относительно других планет, включая планеты-гиганты Юпитер и Сатурн. Но для указанных гравитационных солнечно-планетных эффектов известна гипотеза о резонансной структуре Солнечной системы [31], проявляющаяся наиболее сильно как раз в вариабельности солнечной активности (числе мощных вспышек). Из этой гипотезы следует, что такая нелинейная колебательная система, как Солнце и его планеты, в процессе достаточно длительной динамической эволюции стремится выйти на синхронный режим, в котором частоты отдельных процессов (будь то, например, активность вспышечной деятельности Солнца или изменение различных параметров планетной системы) находятся в простых кратных отношениях между собой. Так, влияние периодического движения планет на вспышки на Солнце, казалось бы, несущественное из-за малости энергии гравитационного взаимодействия планетной системы и Солнца по сравнению с энергетикой солнечной активности, имеет глубокую физическую причину. Определённые в работе [31] резонансные направления в Солнечной системе соответствуют обнаруженной путём статистической обработки многолетних данных о распределении внутри года солнечных вспышек — по числу регистраций солнечных космических лучей — более чем в 1000 случаев [32]. Можно констатировать, что положение планет-гигантов проявляется в статистическом временном распределении моментов повышенной солнечной активности и нет необходимости искать пути отдельного учёта этих астрономических эффектов.

Следует подчеркнуть, что разработка физического механизма воздействия факторов солнечной и геомагнитной активности на погодно-климатические характеристики может оказаться ключом к методам искусственного управления погодой и климатом.

Приведённые в статье результаты противостоят моде на преувеличение роли вмешательства жизнедеятельности человека в природу в короткие — несколько десятилетий — периоды. Вспомним “озоновую проблему”: в 1970-е годы причина появления дыры в слое стратосферного озона над Антарктидой связывалась с выбросами фреона. На самом деле соотношение вклада фреонового и естественного каналов уничтожения озона до конца так и не определено просто потому, что монреальские соглашения по ограничению производства и использования фреонов стали выполняться мировым сообществом ещё до проведения первых прямых измерений концентрации хлорных соединений в стратосфере — на высотах озон-

нового максимума. В то же время есть данные о визуальной регистрации появления высоких, стратосферных, облаков советскими космонавтами как раз в районе Антарктики в 1978 г. [33]. Гетерогенные реакции (на поверхности ледяных частиц этих облаков) ведут к ускорению реакций с гибелью молекул озона на несколько порядков. Увеличение же полярной стратосферной облачности в конце 1970-х — первой половине 1980-х годов вполне согласуется с результатами анализа в настоящей статье той спутниковой информации о глобальном распределении облачности, которую получают в космических экспериментах современного уровня с 1983 г. Так, в 1985–1987 гг., в период последнего векового максимума солнечной электромагнитно-корпускулярной активности, наблюдалось наиболее значительное появление облаков всех типов над земным шаром. И связывается это, в рамках развиваемой нами концепции о влиянии основных факторов солнечно-геомагнитной активности на процессы облакообразования, как раз с прохождением совокупного векового максимума ясно проявляющихся квазистолетнего и квазидвухсотлетнего циклов солнечной активности. Трудно предположить, что и на генезисе стратосферных полярных облаков не отразился последний вековой максимум в активности Солнца, пришедшийся на период регистрации озоновой дыры. Так что анализ ситуации с физическими причинами другой, климатической, “проблемы века” позволяет акцентировать внимание научного сообщества на необходимости полного исследования в первую очередь естественных причин глобальных изменений окружающей среды.

Важным представляется решение Совета безопасности РФ о создании в Санкт-Петербурге межведомственного Центра климатических исследований. В начале 2011 г. в Санкт-Петербургском научном центре РАН при Научном совете “Экология и природные ресурсы” началась работа Комиссии по физическим проблемам современного изменения климата, подготовлен сводный пакет предложений в Национальную программу по климату. Учитывая огромный научный потенциал Санкт-Петербурга, включая как организации Росгидромета, так и академические институты, в том числе Главную (Пулковскую) астрономическую обсерваторию, Физико-технический институт и филиал Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн, можно рассчитывать на обеспечение научного обоснования межправительственных соглашений, в том числе и по приостановленному в 2012 г. участию России в деятельности, определяемой Киотским протоколом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Труды Первого всесоюзного совещания "Солнечно-атмосферные связи в теории климата и прогнозах погоды". Л.: Гидрометеиздат, 1974.
2. Avakyan S.V. Optics in the global changes of environment // Armen. J. Phys. 2009. V. 2. № 1.
3. Кондратьев К.Я., Ивлев Л.С. Климатология аэрозолей и облачности. СПб.: Изд-во "ВВМ", 2008.
4. Крауклис В.Л., Никольский Г.А., Сафронова М.М., Шульц Э.О. Об условиях возникновения аномальных особенностей аэрозольного ослабления ультрафиолетового излучения при высокой прозрачности атмосферы // Оптика атмосферы. 1990. Т. 3. № 3.
5. Никольский Г.А., Шульц Э.О. Спектрально-временные вариации остаточного ослабления в ближней ультрафиолетовой области спектра // Оптика атмосферы. 1991. Т. 4. № 9.
6. Троицкий В.С., Стародубцев А.М., Бондарь Л.Н. и др. Поиск спорадического радиоизлучения из космоса на сантиметровых и дециметровых волнах // Известия вузов. Радиофизика. 1973. Т. 16. № 3.
7. Авакян С.В., Воронин Н.А., Серова А.Е. Роль ридберговских атомов и молекул в верхней атмосфере // Геомагнетизм и аэрономия. 1997. Т. 37. № 3.
8. Грач С.М., Фридман В.М., Лифшиц Л.М. и др. Дециметровое электромагнитное излучение, стимулированное КВ нагревом ионосферы // Труды XX Всероссийской конференции по распространению радиоволн. Нижний Новгород, 2002.
9. Авакян С.В., Воронин Н.А. Возможные механизмы влияния гелиогеофизической активности на биосферу и погоду // Оптический журнал. 2006. Т. 73. № 4.
10. Вернадский В.И. Научная мысль как планетное явление. М.: Наука, 1991.
11. Bates D.R. Electron-ion recombination in an ambient molecular gas // J. Phys. B. Atom. and Molec. Phys. 1981. V. 14. № 18.
12. Дмитриев А.А., Ломакина Т.Ю. Облачность и рентгеновское излучение космоса // Эффекты солнечной активности в нижней атмосфере. Л.: Гидрометеиздат, 1977.
13. Кондратьев К.Я., Биненко В.И. Перистые облака, радиация и климат // Итоги науки и техники. Сер. Метеорология и климатология. М: ВИНТИ, 1988. Т. 18.
14. Борисенков Е.П., Базлова Т.А., Ефимова Л.Н. Перистая облачность и её влияние на атмосферные процессы. Л.: Гидрометеиздат, 1989.
15. Колесникова В.Н., Монин А.С. О спектрах микрометеорологических, синоптических и климатических колебаний метеорологических полей. М.: Наука, 1968.
16. Авакян С.В., Воронин Н.А. О радиооптическом и оптическом механизмах влияния космических факторов на глобальное потепление климата // Оптический журнал. 2010. Т. 77. № 2.
17. Benestad R.E. Solar Activity and Earth's Climate. Springer-Praxis, 2002.
18. Румянцев В.А., Трапезников Ю.А. Обоснование механизма формирования короткопериодных климатических циклов гидрометеорологических процессов // Известия РГО. 2012. Т. 144. № 3.
19. Avakyan S.V., Voronin N.A. The role of space and ionospheric disturbances in the global climate change and pipeline corrosion // Izvestija, Atmospheric and Oceanic Physics. Springer. 2011. V. 47. № 9.
20. Lockwood M., Frohlich C. Recent oppositely directed trends in solar climate forcings and the global mean surface air temperature // Proc. Roy. Soc. A. 2007. doi:10.1098/r5sspa.2007.1880.
21. Lean J. Living with a variable Sun // Physics Today. 2005. June.
22. Белов А., Гарсия Х., Курт В., Мавромичалаки Е. Протонные события и рентгеновские вспышки за последние три цикла // Космические исследования. 2005. Т. 43. № 3.
23. Арефьев В.Н., Кашин Ф.В., Семенов В.К. и др. Водяной пар в толще атмосферы северного Тянь-Шаня // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 2006. Т. 42. № 6.
24. Good P.R., Palle E. Shortwave forcing of the Earth's climate: Modern and historical variations in the Sun's irradiance and the Earth's reflectance // J. Atm. Solar-Terr. Phys. 2007. V. 69. № 10.
25. Головкин В.А. Глобальное перераспределение составляющих радиационного баланса Земли // Исследование Земли из космоса. 2003. № 5.
26. Покровский О.М. Климат: мифы и реальность // Государственное управление ресурсами. 2010. № 1/55.
27. Авакян С.В. Каналы воздействия космофизических факторов на погодноклиматические характеристики // Труды Всероссийской ежегодной конференции по физике Солнца "Солнечная и солнечно-земная физика-2010". 3–9 октября 2010 года. СПб.: ГАО, 2010.
28. Горшков С.П. Причины глобального потепления и усиления нестабильности климата. Возможности противодействия не по сценарию Киотского протокола // Устойчивое развитие: проблемы и перспективы. Вып. 4. Рациональное природопользование: международные программы, российский и зарубежный опыт. М.: КМК, 2010.
29. Леонова Н.Б., Огуреева Г.Н. Лесная растительность умеренного пояса в условиях глобальных изменений окружающей среды // Современные глобальные изменения природной среды. Т. 2. М.: Научный мир, 2006.
30. Kristjansson J.E., Kristiansen J., Kaas E. Solar activity, cosmic rays, clouds and climate – an update // Adv. in Space Res. 2004. doi:10.1016/j.asr.2003.02.040.
31. Молчанов А.М. Резонансы в многочастотных колебаниях // Доклады АН СССР. 1966. Т. 168. № 2.
32. Козелов В.П., Мингалева Г.И. Анизотропия вспышечной деятельности Солнца в инерциальном пространстве и резонансность солнечной системы // Суббури и возмущения в магнитосфере. Л.: Наука, 1975.
33. Лазарев А.И., Ковалёнок В.В., Авакян С.В. Исследование Земли с пилотируемых космических кораблей. Л.: Гидрометеиздат, 1987.

DOI: 10.7868/S0869587313050101

Изучение полярных сияний началось сравнительно недавно, чуть более столетия назад. Авторы публикуемой статьи рассказывают о том вкладе, который внесли в исследование этого феномена отечественные учёные, о современных попытках объяснить природу этого загадочного явления.

О ПЛАНЕТАРНОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ ПОЛЯРНЫХ СИЯНИЙ

М.И. Панасюк, Е.А. Романовский, В.И. Тулупов

Полярными сияниями называют свечение верхней атмосферы, вызываемое вторжением энергичных заряженных частиц и наблюдаемое преимущественно в высоких широтах. Последним обстоятельством обусловлено определение сияний как “полярных”, хотя в районе полюсов вероятность их появления ниже, чем в более низких широтах (на этот факт обратили внимание ещё в XIX в. [1]). Полярные сияния с древнейших времён интересовали людей, но серьёзное научное исследование данного явления началось сравнительно поздно — немногим более столетия назад. Первые карты изолиний одинаковой частоты появления сияний были построены Г. Фритцем в 1881 г. [2]. По данным Фритца, область максимальной вероятности появления сияний образует несколько деформированное кольцо на геомагнитной широте $\varphi \sim 67^\circ$ с центром в геомагнитном полюсе (зона Фритца). В середине XX столетия к представлению о зоне Фритца добавилось представление о второй внутренней зоне полярных сияний, которая также окружает геомагнитный полюс, но уже на широтах, близких к 80° [3].

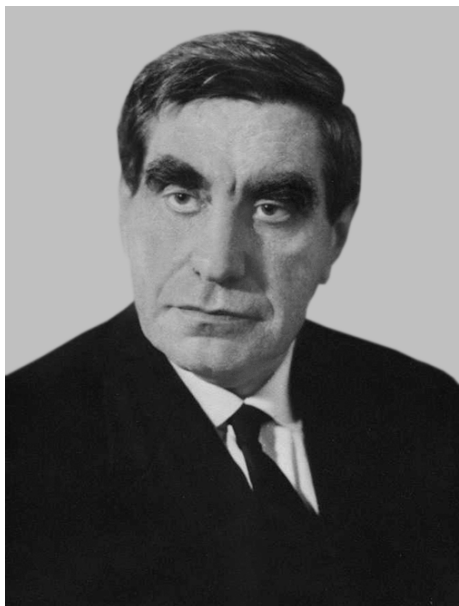
Поскольку полярные сияния концентрируются вокруг геомагнитных полюсов, исследователи пришли к выводу, что они вызываются быстрыми заряженными частицами, направляемыми в эти области магнитным полем Земли. Тесная связь

полярных сияний с солнечной активностью позволяла предположить, что заряженные частицы имеют солнечное происхождение. Но опыт, казалось, противоречил подобному заключению, ведь полярные сияния наблюдаются на ночной стороне, тогда как потоки солнечных частиц, вроде бы, должны прежде всего попадать на дневную сторону планеты. Эти сомнения отчасти развеялись, когда были рассчитаны траектории движения заряженных частиц в магнитном поле. Оказалось, что наряду с другими действительно имеются частицы, огибающие Землю и попадающие на её ночную сторону.

Изучение полярных сияний в СССР на протяжении долгого времени осуществлялось в незначительном объёме. Широкомасштабные исследования стали проводиться с конца 1940-х годов, они связаны с именем Александра Игнатьевича Лебединского (1913–1967), сначала профессора Ленинградского, а с 1953 г. и до конца жизни — Московского государственного университета (физический факультет). Его заслуга состоит в том, что он не только одним из первых оценил большую роль и перспективность работ по физике полярных сияний, но и был основоположником широких исследований этого загадочного явления. Чтобы объяснить природу полярных сияний, необходимо знать их пространственно-



Авторы работают в Научно-исследовательском институте ядерной физики им. Д.В. Скобельцына Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова. ПАНАСЮК Михаил Игоревич — доктор физико-математических наук, директор. РОМАНОВСКИЙ Евгений Александрович — доктор физико-математических наук, заведующий отделом. ТУЛУПОВ Владимир Иванович — кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник.



Александр Игнатьевич Лебединский

временное распределение, и, понимая это, Александр Игнатьевич начиная с 1948 г. организовал несколько экспедиций в район Мурманска. Полярные сияния наблюдались одновременно с регистрацией вариаций геомагнитного и электрического полей, а также радишумов.

Для полярных экспедиций Александр Игнатьевич разработал и испытал оригинальную аппаратуру — широкоугольную фотографическую камеру С-180 (камеру всего неба — all sky), позволившую автоматически вести фотографирование небосвода от зенита до горизонта и получать спектры полярных сияний с короткими экспозициями порядка нескольких минут [4]. Камера С-180 оказалась наиболее удачной из всех использовавшихся для этой цели приборов. В ней была применена анаберрационная комбинация двух сферических зеркал — выпуклого и вогнутого, вследствие чего удалось уменьшить кружок рассеяния практически до уровня, определяемого aberrациями светосильного объектива фотокамеры. Благодаря этому запись осуществлялась на более широкую, чем в большинстве зарубежных камер, киноплёнку. В дальнейшем камеры С-180 использовались на десятках советских станций в Арктике и Антарктике, участвовавших в выполнении программ Международного геофизического года (МГГ) в 1957–1958 гг. и Международного года спокойного Солнца (МГСС) в 1964–1965 гг.

Как председатель секции полярных сияний Межведомственного геофизического комитета при Президиуме АН СССР А.И. Лебединский принял активнейшее участие в проведении МГГ и МГСС, проявив недюжинный талант организа-

тора. Он руководил созданием специальной сети синхронных наблюдений полярных сияний и светимости ночного неба в СССР, составлением программ исследований, подготовкой специалистов, которым предстояло заниматься наблюдениями, научной обработкой полученного материала. В феврале–марте 1957 г. в связи с началом МГГ он организовал на базе Мурманского отделения Научно-исследовательского института земного магнетизма (МОНИИЗМ, теперь это Полярный геофизический институт Кольского научного центра РАН) подготовку наблюдателей для полярных станций, находившихся в ведении Главсевморпути и Арктического НИИ. В конце 1957 г. он совершил длительную поездку по труднодоступным районам советского Крайнего Севера, помогая наладить работу камер на станциях полярных сияний. Результатом предпринятых усилий стал огромный по объёму, уникальный по своей научной значимости, однородный и фотометрически стандартизованный материал.

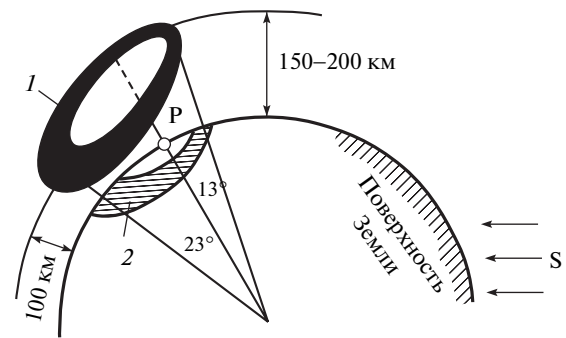
Высокая синхронизация наблюдений с помощью камер С-180 на всей сети станций (с ошибкой ± 2.5 с) позволила приступить к детальному исследованию развития полярных сияний в планетарном масштабе, заняться вопросом о характере распространения сияний по планете в конкретные моменты времени. Полученный материал обрабатывался в нескольких учреждениях СССР под научным руководством А.И. Лебединского. В 1957 г. он возглавил одну из лабораторий Научно-исследовательского института ядерной физики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова (НИИЯФ МГУ), с которой связана вся его дальнейшая деятельность. Начиная с этого времени НИИЯФ МГУ осуществлял как методическое, так и научное руководство работой советской сети фотографических наблюдений полярных сияний. Данные со всех станций поступали в НИИЯФ, где выполнялась их фотометрическая стандартизация, определявшая абсолютную величину яркости полярного сияния, то есть позволявшая оценивать его энергетические характеристики. Помимо этого, в соответствии с международными обязательствами, собранный материал полностью копировался в трёх экземплярах и сдавался на хранение в мировые центры данных (один советский и два зарубежных).

Анализ фотографических наблюдений советской, а затем и планетарной сети станций, выполненных в период МГГ, существенно изменил наши представления о пространственно-временном распределении зон полярных сияний. Сотрудница А.И. Лебединского О.В. Хорошева на основе данных синхронной фоторегистрации в сети советских станций показала, что в фиксированный момент времени полярные сияния, одновременно наблюдаемые на разных долготах, на расстоя-

нии в несколько тысяч километров, представляют не отдельные, изолированные друг от друга явления, а единую, физически связанную полосу, синхронно изменяющую на всём своём протяжении яркость и площадь, занимаемую на небосводе [5]. Полярные сияния образуют светящееся кольцо, сдвинутое на ночную сторону, висящее над полярной шапкой. Во время геомагнитных возмущений вспыхивает всё кольцо одновременно. Сотрудник ИЗМИРАН Я.И. Фельдштейн независимо по данным 24 станций Северного полушария получил картину пространственно-временного распределения максимумов вероятности появления сияний вдоль овала, смещённого по линии Солнце—Земля на ночную сторону [6]. Благодаря названным работам стало ясно, что дискретные, резко очерченные формы полярных сияний существуют вдоль овальной зоны (получившей название “авроральный овал”), несколько вытянутой с дневной стороны на ночную и располагающейся асимметрично относительно геомагнитного полюса: в ночные часы — на геомагнитной широте $\varphi \sim 67^\circ$, в дневные — на широтах $\varphi = 75\text{--}77^\circ$. Этот овал опоясывает всю Землю и в течение суток относительно земного наблюдателя совершает регулярное движение, направление которого в каждой точке определяется местным временем. В полуночные часы сияния располагаются на относительно низких широтах, а в утренние и вечерние поднимаются, достигая наиболее высоких широт в полдень. При своём суточном вращении авроральный овал полуночным участком создаёт зону Фритца, а полуденным — внутреннюю зону сияний [7, 8].

Перечисленные результаты были пионерскими и на многие годы вперёд предопределили направление дальнейших исследований взаимосвязи феномена свечения верхней атмосферы с глобальными электродинамическими процессами в магнитосфере Земли. Достижения советских учёных признавались зарубежными коллегами. Так, известные специалисты в области солнечно-земной физики С.-И. Акасофу и Дж.М. Вилкокс в 1968 г. приезжали в СССР, после чего опубликовали статью “Интернациональная геофизика” с подзаголовком “Геомагнетизм, аэрономия и солнечно-земная физика в СССР”. В статье даётся высокая оценка трудов к тому времени уже ушедшего из жизни А.И. Лебединского как одного из организаторов и координатора деятельности сети широкоугольных камер полярных сияний. Также отмечается, что полученные результаты хорошо известны благодаря превосходным работам О.В. Хорошевой и Я.И. Фельдштейна по морфологии полярных сияний.

Асимметрия реального овала сияний заключается не только в его сдвиге на ночную сторону, но также в различии ширины и высоты над поверхностью Земли его ночного и дневного участков.



Пространственное положение овала полярных сияний
S — Солнце, P — геомагнитный полюс, 1 — овал полярных сияний, 2 — проекция овала на земную поверхность

Основная масса ночных сияний располагается на высотах 100–120 км. На дневной стороне сияния находятся на высотах 150–170 км. Полярные сияния тесно связаны с геомагнитной активностью — с её ростом вдоль всего овала высота сияний понижается. При спокойных магнитных условиях авроральный овал похож на тонкое светящееся кольцо, смещённое на ночную сторону относительно геомагнитного полюса. В этом случае как днём, так и ночью его ширина составляет приблизительно 2° широты. С ростом геомагнитной возмущённости преимущественно расширяется ночная сторона овала, которая может достигать величины $\sim 10^\circ$ широты при высоте ~ 100 км, причём



О.В. Хорошева у фотокамеры С-180 конструкции А.И. Лебединского. Бухта Тикси, 1958 г.



А.И. Лебединский и заместитель председателя Астро-
совета АН СССР А.Г. Масевич

сначала овал несколько смещается к экватору, а затем расширение происходит как к экватору, так и к полюсу с близкими скоростями. На дневной стороне овал расширяется значительно меньше, достигая размеров $<5^\circ$ широты на высотах ~ 150 км. Здесь влияние роста геомагнитной активности сказывается в основном на смещении всей полосы свечения к экватору [9].

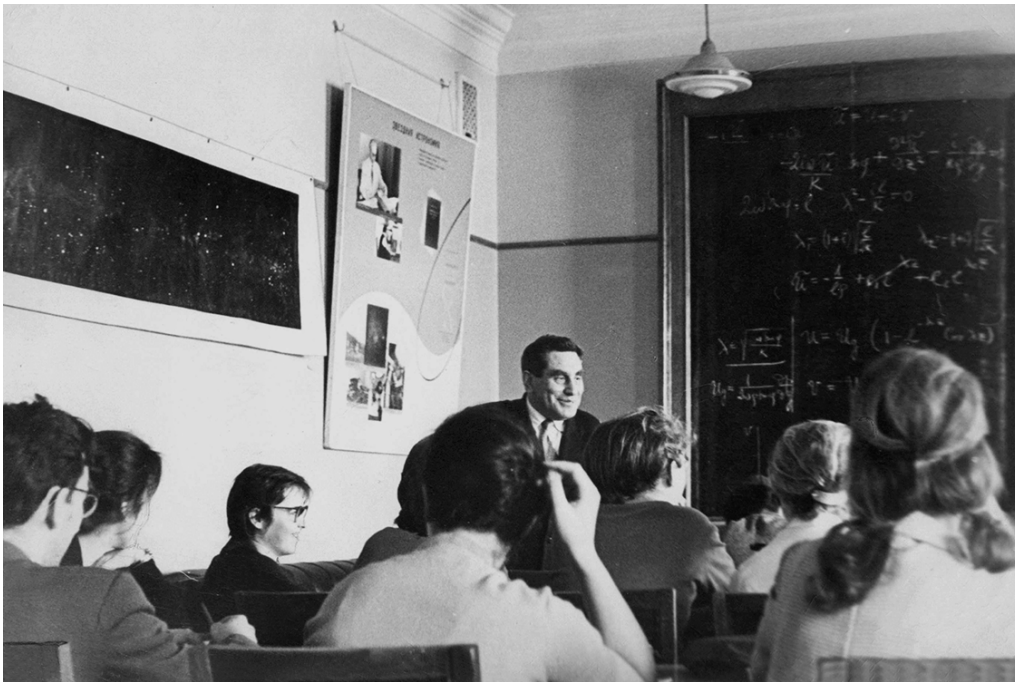
В 60-х годах прошлого века в СССР был впервые издан двухтомный «Атлас Антарктики». Материалы по разделу «полярные сияния» для обоих томов готовились под руководством А.И. Лебединского и при активном участии О.В. Хорошевой и Я.И. Фельдштейна. В издании приведены построенные по данным наблюдений на антарктических полярных станциях во время МГГ карты изолиний одинаковой частоты появления полярных сияний в ночные часы в условиях различной степени возмущённости земной магнитосферы. Закономерности пространственно-временного распределения сияний, полученные для Северного полушария, справедливы и для Южного.

Вопрос о сопряжённости сияний в разных полушариях обсуждался давно, но первые серьёзные исследования начались после МГГ, когда был получен богатый материал с большого числа оснащённых камерами, охватывающими всё небо, станций, локализованных как в Северном, так и в Южном полушарии. Это позволило подбирать пары, состоящие из станций, расположенных в разных полушариях, но обладающих близкими геомагнитными координатами. В 1961–1962 гг. советские и французские учёные провели первую специальную экспедицию для исследования сопряжённости сияний. Были выбраны две станции в Южном и Северном полушариях, связанные силовыми линиями геомагнитного поля: о. Кергелен в Индийском океане и посёлок Яренск в Архангельской области. Наблюдения велись с помо-

щью одинаковой фотометрической аппаратуры. Анализ показал, что для этих станций, как и для других, составляющих аналогичные пары, появление полярных сияний и временные вариации их интенсивности происходят синхронно. В ходе дальнейших исследований удалось обнаружить нарушение сопряжённости в высокоширотной части овала во время геомагнитных возмущений, предположительно связанное с вариациями межпланетного магнитного поля. Тем не менее сравнение всех данных позволило заключить, что среднестатистические овалы в обоих полушариях хорошо сопряжены для любого уровня геомагнитной активности [9].

1957 год — это не только время проведения МГГ, но и год запуска первого искусственного спутника Земли, то есть начала космической эры. Стали возможны геофизические и астрофизические исследования во всём спектре электромагнитного излучения, ограниченные с поверхности Земли. Выход оптических измерений за пределы видимой области спектра существенно увеличил объём информации, которую способно дать изучение электромагнитного излучения небесных тел и Земли, в том числе и полярных сияний. Полярные сияния стали всесторонне исследоваться из космоса специализированными спутниками, и в настоящее время мы располагаем многочисленными снимками, сделанными не снизу, с поверхности планеты, а сверху — из космоса, и на них отчётливо виден авроральный овал.

Хотя полярные сияния обладают широким спектром вариаций интенсивности и большим разнообразием форм, удалось выявить в них закономерно сменяющие друг друга характерные особенности, совокупность которых образует то, что было названо *суббурей в полярных сияниях*. Термин «суббуря» был введён в 1961 г. С.-И. Акасофу для обозначения авроральных возмущений в зоне сияний длительностью порядка 1–2 часов [10]. Элементарная изолированная суббуря представляется последовательностью трёх фаз: подготовительной, активной и фазы восстановления. Малоподвижное положение полосы сияний, которое может сохраняться в течение многих часов, на подготовительной фазе длительностью в десятки минут сменяется плавным смещением сияний к экватору. После этого начинается активная фаза суббури — наблюдается резкое повышение яркости с быстрым распространением волны свечения к полюсу. Появляются и исчезают дуги сияний, образуются пульсирующие дуги, на которых возникают складки (драпри), быстро перемещающиеся вдоль дуги. Нижние края дуг приобретают интенсивную окраску. Примерно через 30–50 мин перемещение сияний к полюсу прекращается, что знаменует завершение активной фазы. Для фазы восстановления продолжительностью порядка 1 часа характерно затухание активности, появление



А.И. Лебединский на лекции в Государственном астрономическом институте им. П.К. Штернберга (ГАИШ) МГУ

спокойных дуг. Эти явления в полярных сияниях соответствуют возмущениям в магнитосфере, названным магнитосферной суббурей, а сами сияния, сильные вариации их интенсивности во времени, формирование разнообразных структур свечения представляют собой своего рода “зеркало”, в котором находят отражение динамические процессы, происходящие в магнитосфере.

Уже в начале исследований полярных сияний было установлено, что свечение происходит в верхних слоях атмосферы. К поверхности Земли приходит излучение от атомов и молекул воздуха, находящихся на высотах >100 км. Что приводит эти атомы и молекулы в возбуждённое состояние? Чем определяется географическая локализация свечения? Почему происходят сильные вариации его интенсивности во времени и что лежит в основе формирования разнообразных структур свечения? Как удалось выяснить, обычно возбуждение атомов и молекул воздуха производится электронами, приходящими в атмосферу извне и обладающими энергией, измеряемой единицами и десятками килоэлектронвольт. Однако оставались неизвестными источник этих электронов и природа пространственно-временного поведения их потоков. Постепенно, по мере появления новых наблюдательных данных удавалось получать ответы на указанные и другие вопросы. Но и сегодня не все проблемы имеют однозначное решение, что заставляет продолжать интенсивные наблюдения, увеличивая объём накопленных экспериментальных данных.

Характер движения заряженных частиц в геомагнитном поле определяется его конфигурацией. Магнитосфера Земли является сложной плазменной ловушкой, заполненной как частицами, проникшими из солнечного ветра, так и частицами ионосферы. Структура магнитосферы исследуется при помощи спутниковой аппаратуры уже более 50 лет. За это время были изучены её составные части и их динамика, открыт геомагнитный хвост. Удалось выяснить, что последний является важнейшей постоянной структурой в строении магнитосферы, а его доли с противоположным направлением геомагнитного поля — к Земле и от Земли — разделены плазменным слоем.

Существуют различные модели динамики магнитосферно-ионосферной плазменной системы. Несмотря на то, что в основе этих моделей лежит огромный экспериментальный материал, из-за большой сложности системы и её динамики они являются достаточно приближительными. Наиболее распространённые модели исходят из того, что плазменный слой геомагнитного хвоста (ближняя к Земле его часть) представляет собой источник авроральных, то есть вызывающих полярные сияния, электронов. Именно эта плазменная структура “проектируется” вдоль силовых линий магнитного поля на авроральный овал. Поскольку она существует постоянно, то и овал оказывается постоянно существующим явлением [11]. Можно сказать, что верхняя высокоширотная атмосфера, в которой происходят полярные сияния, подобна светящемуся экрану, “подклю-

чённому” силовыми линиями магнитного поля к определённым участкам земной магнитосферы.

Первопричиной всех высокоширотных процессов является солнечный ветер. Вектор “вмороженного” в солнечный ветер межпланетного магнитного поля (ММП) может иметь не равную нулю компоненту, перпендикулярную плоскости эклиптики (B_z компоненту). При южном направлении B_z компоненты в лобовой точке магнитосферы геомагнитное поле антипараллельно ММП. В результате происходит пересоединение магнитных полей и переброска части магнитных силовых линий в хвост магнитосферы. Магнитная энергия, запасённая в геомагнитном хвосте, трансформируется в энергию плазменных потоков, переходящую в другие формы, включая авроральное свечение. Мощность источника регулируется величиной B_z южной компоненты ММП. При значительной величине B_z поток энергии, поступающей в магнитосферу, особенно велик, и, следовательно, особенно часты и интенсивны полярные сияния. Таким образом, возмущения, называемые суббурями, служат для сброса, диссипации той энергии, которая постоянно накапливается в магнитосфере в магнитной форме из-за неидеального обтекания её солнечным ветром, а их интенсивность очень сильно зависит от состояния межпланетной среды и возникающих в ней возмущений, обусловленных солнечной активностью.

Для ответа на вопрос о роли в суббуревых возмущениях тех или иных процессов, протекающих в плазменном слое геомагнитного хвоста, с 2007 г. выполняется большой экспериментальный проект THEMIS (Time History of Events Mesoscale Interaction during Substorm; аббревиатура представляет собой латинское написание имени древнегреческой богини правосудия Фемиды). Проект включает в себя пять спутников (в настоящее время два из них переориентированы в спутники Луны) с привлечением наземных геофизических обсерваторий. Спутники расположены на разных орбитах так, что каждые четверо суток они выстраиваются на одной прямой линии в ночном секторе и ведут одновременные наблюдения в разных областях геомагнитного хвоста.

Пока определяющая роль необходимого элемента магнитосферной динамики в геомагнитном хвосте — магнитного пересоединения силовых линий — достоверно не установлена. Следует отметить, что существует точка зрения, отрицающая возможность или значимость процесса пересоединения. Её сторонники исходят из свидетельств существенной турбулизации структуры хвоста магнитосферы [12]. Также утверждается,

что ускоренными электронами, вызывающими появление ярких дискретных дуг полярных сияний, могут быть только электроны ионосферного происхождения.

Итак, несмотря на более чем 50-летнюю историю широкомасштабных работ по изучению полярных сияний и магнитосферных суббурь, проблема объяснения одного из загадочных явлений — формирования интенсивных пучков частиц и вызываемых ими ярких дискретных форм свечения верхней атмосферы высоких широт — ждёт своего решения. В этом контексте полярные сияния из объекта исследования превратились в эффективный метод, позволяющий расширять наши знания о ближнем космосе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Loomis E. On geographic distribution of auroras in northern hemisphere // Amer. J. Sciences. 1860. V. 30. P. 89–94.
2. Fritz H. Das Polarlicht. Leipzig: Brokhaus, 1881.
3. Никольский А.П. О положении второй зоны полярных сияний и связи утренних сияний с магнитными возмущениями // Полярные сияния и свечение ночного неба. № 7. М.: Изд-во АН СССР, 1961.
4. Лебединский А.И. О некоторых применениях широкоугольной зеркальной камеры // Доклады АН СССР. 1955. № 3.
5. Хорошева О.В. Пространственно-временное распределение полярных сияний и их связь с высокоширотными геомагнитными возмущениями // Геомагнетизм и аэрономия. 1961. № 5.
6. Фельдштейн Я.И. Географическое распределение полярных сияний и азимуты дуг // Исследования полярных сияний. № 4. М.: Изд-во АН СССР, 1960.
7. Хорошева О.В. Пространственно-временное распределение полярных сияний // Полярные сияния. Результаты исследований по международным геофизическим проектам. № 16. М.: Наука, 1967.
8. Lebedinsky A.I., Feldstein Ya.I., Khorosheva O.V. Investigation of auroral planetary distribution // J. Phys. Soc. Japan. 1962. V. 17. Suppl. A-1. P. 249–254.
9. Старков Г.В. Планетарная динамика аврорального свечения // Физика околоземного космического пространства. В 3-х томах. Т. 1. Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 2000.
10. Акасофу С.-И. Полярные и магнитосферные суббури. М.: Мир, 1971.
11. Веселовский И.С., Кропоткин А.П. Физика межпланетного и околоземного пространства. М.: Университетская книга, 2010.
12. Антонова Е.Е., Кирпичёв И.П., Рязанцева М.О. и др. Магнитосферная суббуря и дискретные дуги полярного сияния // Вестник МГУ. Серия 3. Физика и астрономия. 2012. № 6.

DOI: 10.7868/S0869587313050058

XVII СТОЛЕТИЕ – ВЕК НАУЧНОЙ РЕВОЛЮЦИИ

XVII столетие вошло в историю как век научной революции, заложившей фундамент для бурного развития знания о мире в течение последующих двухсот лет и признания огромной значимости науки для человечества.

Научные исследования в XVII в. демонстрировали необычайную плодотворность. Но, конечно, в них не было столбовой дороги. Жизнь учёных сопровождалась не только столкновениями научных идей на пути к истине, но и борьбой за утверждение в постижении реальности подлинно научного стиля мышления, за признание высокого социального статуса науки.

Университеты того времени находились под контролем церкви. Схоластический стиль мышления доминировал в системе образования и поддерживался официальными духовными наставниками. Особенно показательны в этом отношении были иезуитские учебные заведения, руководство которых строго следило за соблюдением взглядов, принятых тогда католиками.

Совсем другая установка была у творцов науки, которые занимались научными исследованиями в созданных во второй половине XVII в. академиях или вне каких-либо учреждений. “Истина — независимо от того, общепризнанна она или нет, — вот что является мерилем знания и делом разума, — писал, выражая их взгляды на науку, Дж. Локк, — и всё помимо неё, будь оно освящено общим признанием или рекомендовано из-за своей редкости, есть только невежество или нечто ещё худшее” [1, с. 241]. Общество равнодушно, а порой и враждебно относилось к деятельности одержимых поиском истины одиночек, которые тратили на исследования свои скудные средства либо деньги редких меценатов. Например, И. Кеплер, не имея стабильного источника средств существования, вынужден был зарабатывать деньги, составляя для знатных лиц астрологические календари. “Если я сочиняю календари и альманахи, то это, без сомнения, просто мне, Господи, — великое рабство, но оно в настоящее время необходимо, — писал И. Кеплер. — Избавь я себя хоть на короткое время от этого, мне пришлось бы идти в рабство ещё более унижительное. Лучше издавать альманахи с предсказаниями, чем просить милостыню. Астрология — дочь астрономии, хотя и незаконная, и разве не

естественно, чтобы дочь кормила свою мать, которая иначе могла бы умереть с голоду?” [2, с. 187].

Жизнь этого великого учёного была очень неустроенной. Он был протестантом, но его обвиняли в ереси как католики, так и протестанты. У него умерло трое детей, а жена помешалась. Ему пришлось защищать свою мать, обвинённую в колдовстве и приговорённую к смерти. Вторая его жена родила ему восемь детей. Имея большие, признанные при жизни заслуги в развитии науки, Кеплер постоянно пребывал в бедности. За 20 лет службы придворным математиком и астрономом из причитавшихся ему 30 тысяч флоринов он получил всего 1 тысячу. Как отмечает Ф. Араго, после смерти Кеплера наследство его составило 22 экю, носильное платье, две рубашки, несколько экземпляров его сочинений и рукопись романа.

Приложение научных знаний в то время было ещё незначительным. А интерес к науке определялся, прежде всего, поразительным расширением представлений о мире, а также активно пропагандируемыми надеждами на эффективное использование полученных знаний для улучшения жизни людей. Развитие мореплавания, металлургии, горного дела, сельского хозяйства, медицины, военная деятельность требовали новаций. Их ждали от науки, об этом писали многие учёные того времени, и среди них особенно яркими пропагандистами значимости науки для будущего человечества были Ф. Бэкон и Р. Декарт. “Ведь на Земле, конечно, нет никакой иной силы, — писал Ф. Бэкон, — кроме науки и знания, которая могла утвердить свою верховную власть над духом и душами людей, над их мыслями и представлениями, над их волей и верой” [3, с. 142]. В знании — сила, провозглашал он. Усовершенствования, осуществлявшиеся людьми на практике, наталкивали учёных на мысль об активном воздействии на реальность с целью её познания.

Поле научных исследований в XVII в. очень быстро расширялось. Постоянно умножалось количество новых фактов, появлялись всё новые методы и средства, при помощи которых они устанавливались. Одной из важнейших особенностей того времени было сочетание необычайно быстрого приращения знаний с их недостаточной обоснованностью в соответствии с требованиями

к научному мышлению, которые тогда уже сложились. Однако среди учёных господствовала уверенность в том, что в будущем эти погрешности, несомненно, будут устранены.

Наиболее успешно развивались математика и науки о природе. Они служили маяком для изучения человека и общества, демонстрируя огромную эффективность используемого в них стиля научного исследования. И в этой сложнейшей области также достигались значительные результаты.

Важнейшие достижения математики и естествознания XVII столетия, а также их мировоззренческие последствия и будут предметом краткого, ограниченного объёмом журнальной статьи рассмотрения.

* * *

Вся алгебраическая символика окончательно сложилась только к концу XVII в. Трудно представить, как математики прошлого могли обходиться без неё! Стали использоваться привычные для нас сегодня алгебраические символы сложения (+), вычитания (−), равенства (=), корня ($\sqrt{}$), обозначения для неизвестных величин (x, y, z, \dots), коэффициентов (a, b, c, \dots), степеней, ряд важных математических знаков операций — умножения (\cdot), деления ($:$), отношений больше ($>$) и меньше ($<$), параллельности (\parallel), перпендикулярности (\perp), бесконечности (∞), логарифма (\log), производной (d/dx), интеграла ($\int y dx$).

Голландский математик А. Жирар в 1629 г. сформулировал основную теорему алгебры, согласно которой уравнение имеет столько корней, какова его степень. Систематизацию всех известных алгебраических знаний осуществил Дж. Уоллис в “Трактате по алгебре” (1685). Важное значение для развития алгебры имела работа И. Ньютона “Всеобщая арифметика” (1707).

В математике того времени применялись отрицательные, иррациональные и так называемые мнимые числа, но смысл этих математических объектов не был ясен. В самом деле, как можно представить себе отрицательную величину, которая меньше, чем ничего?! При оперировании отрицательными числами считалось, что является верным соотношение $(+1) : (-1) = (-1) : (+1)$. Но если отрицательные числа — полноценные числа, придётся признать, что большее, делённое на меньшее, оказывается равным меньшему, делённому на большее. Разве можно с этим согласиться? Ведь это — абсурд! Так рассуждали критики признания отрицательных чисел полноценными.

А что представляют собой иррациональные числа, которые не могут быть выражены конечной дробью? Наибольшие же трудности пред-

ставляло истолкование мнимых чисел. Ведь их потому так и называли, что было совершенно непонятно, как они связаны с реальностью. Такого рода вопросы обсуждались в то время крупнейшими математиками. И. Ньютон истолковывал число как отношение двух однородных величин, тем самым уравнивая в статусе все действительные числа, которые находятся на декартовой числовой оси. Но для мнимых чисел на ней нет места! Что же в таком случае они обозначают? С другой стороны, как хороша основная теорема алгебры о количестве корней уравнения! А ведь среди них встречаются и отрицательные, и иррациональные, и мнимые числа. Вопрос об истолковании понятия числа оставался открытым вплоть до XIX в.

В 1686 г. Лейбниц ввёл понятие “трансцендентные числа”, которые не являются корнями алгебраических уравнений. Ни он сам, ни его современники не могли назвать ни одного такого числа. Впервые существование таких чисел было доказано только в 1844 г.

В работах П. Ферма (1629) и Р. Декарта (1637) были изложены основы аналитической геометрии. Простейшие геометрические образы (точки, линии, плоскости, кривые и поверхности второго порядка) представлялись средствами алгебры на основе метода координат. Решение получаемых уравнений давало возможность изучать геометрические свойства объектов.

Французским инженером, архитектором и математиком Ж. Дезаргом была начата научная разработка начертательной геометрии, в которой изучение пространственных свойств фигур осуществлялось при помощи изображения их проекций на плоскости. Зарождение начертательной геометрии было во многом вызвано развитием архитектуры и строительства, использованием перспективы в живописи. Дезарг был родоначальником и проективной геометрии, в которой изучаются геометрические свойства фигур, не изменяющиеся при проективных преобразованиях.

В связи с развитием астрономии и физики возрос интерес к изучению различного рода зависимостей одних величин от других. Начался важнейший этап в развитии математики — изучение переменных величин. Введением понятия “переменная величина” мы обязаны Р. Декарту. Несколько позднее в математике появляется понятие функции, по оценке Н. Бурбаки, великое творение математики XVII в. Термин “функция” впервые использовал Г. Лейбниц в 1673 г., а первое определение этого понятия, ставшего быстро одним из важнейших в математике, дал И. Бернулли в 1718 г. Его развитие и применение имели замечательные последствия.

Благодаря работам Ньютона и Лейбница в математику как самостоятельное понятие и объект специального исследования вошли ряды. Внимание к ним резко возросло после того, как их стали

использовать для представления различных функций. Разложение функций в ряды оказалось очень эффективным способом их изучения и использования. Идею представления функций степенными рядами впервые выдвинул Ньютон в 1665 г. Им же была выведена формула бинома для любого рационального показателя. Однако и понятие ряда порождало большие трудности.

Одним из самых значительных событий в развитии математики оказалось создание независимо друг от друга Ньютоном и Лейбницем дифференциального и интегрального исчисления. В их работах появились первые дифференциальные уравнения, осуществилось их применение для решения физических задач. В 1696 г. Г.Ф. Лопиталь создал первый учебник по дифференциальному исчислению. Но в обосновании дифференциального и интегрального исчисления также оставалось много неясного. Прочный их фундамент был заложен только в первой половине XIX столетия. “Ньютон и Лейбниц, — пишет Н. Бурбаки, — повернувшись спиной к прошлому, решили временно искать оправдание новым методам не в строгих доказательствах, а в обилии результатов и их взаимной согласованности” [4, с. 179].

Замечательным событием в истории математики стало создание теории вероятностей, открывшее путь к изучению случайных явлений. Становление теории вероятностей как особой математической дисциплины было связано с перепиской между Б. Паскалем и П. Ферма в 1654 г. Первым печатным изданием по теории вероятностей стала работа Х. Пюйгенса “О расчёте в азартных играх” (1657). Я. Бернулли осуществил доказательство простейшей формы закона больших чисел, выявляющего связь вероятности и частоты случайного события, что расширяло возможности применения теорем теории вероятностей. В самом деле, классическое понятие вероятности определялось как отношение числа благоприятных равновозможных событий ко всем возможным. Например, игральная кость имеет 6 равных друг другу возможностей выпадения на любую грань. Вероятность же её выпадения на грань с цифрой 5 определяется как отношение $1/6$. По теореме Бернулли оказывалось, что при неограниченных бросаниях кости число её выпадений на грань с цифрой 5 будет всё в большей степени приближаться к $1/6$. Интуиция учёных правильно подсказывала им большую значимость построенной теории, относящейся к случайным явлениям, но область её применения осознавалась ими очень смутно. Да и понятия случайного события, вероятности в их отношении к реальности пребывали в тумане. Было неясно, как они соотносятся с убеждёностью учёных в причинной обусловленности всего в мире. Одной из первых значимых областей приложения теории вероят-

ностей оказалась демографическая статистика, а пионером здесь стал в 1669 г. Х. Пюйгенс.

Работа Лейбница “Рассуждение о комбинаторном искусстве” (1666), в которой появился термин “комбинаторика”, стала исходной в превращении этого рода проблем в самостоятельную область математики. А Б. Паскаль впервые сформулировал метод математической индукции — метод доказательства математических утверждений.

Значительными были достижения в изобретении новых средств для математических вычислений. В 1614 г. вышла в свет работа шотландца Дж. Непера “Описание удивительной таблицы логарифмов”, в которой предлагались приёмы быстрых вычислений с помощью изобретённых им логарифмов. Первую вычислительную машину, выполнявшую четыре арифметических действия, придумал в 1624 г. немецкий астроном, картограф и математик В. Шикард, однако реальное применение такого рода механизмов началось только в конце XIX столетия.

* * *

В 1609 г. Галилей, узнав об изобретении в Голландии зрительной трубы, которая давала 6-кратное увеличение, сам сконструировал подзорную трубу с 30-кратным увеличением и впервые использовал её для астрономических наблюдений. Сенсационные результаты своих первых наблюдений он изложил в работе “Звёздный вестник” (1610, 1611). Галилей увидел, что Луна имеет изрытую поверхность, что и на ней есть горы, высоту которых он даже смог оценить. Ему удалось обнаружить четыре спутника Юпитера (сам термин “спутник” предложил вскоре И. Кеплер). Он увидел в подзорную трубу огромное количество звёзд и понял, что они находятся на очень большом расстоянии от нас, что Млечный путь состоит из звёзд. Позднее Галилеем были открыты фазы у Венеры, пятна на Солнце, доказано вращение Солнца вокруг своей оси.

Галилей сыграл важную роль в обосновании и пропаганде учения Н. Коперника. Он был убеждён в том, что явления на небе подчиняются тем же законам, что и явления на Земле. Галилей проложил путь к дальнейшему широкому использованию механики в астрономии. Его книга “Диалог о двух главнейших системах мира” (1632), написанная на итальянском языке, отличающаяся блестящим стилем, предназначенная для широкого круга читателей, является одним из самых ярких научных-популярных произведений в истории. Однако, признанная противоречащей Библии, она была осуждена католической церковью и занесена в “Индекс запрещённых книг” (1633), в который входила до 1835 г., а её автор был подвергнут суду инквизиции.

И. Кеплер открыл важнейшие законы движения планет вокруг Солнца, которые стали называться его именем. Наиболее известным и значимым для научного мировоззрения явился закон, утверждающий, что планеты вращаются вокруг Солнца по эллипсам. Кеплер опубликовал в трёх выпусках книгу “Очерки коперниканской астрономии”, которая представляла собой учебник по астрономии. В 1619 г. книга была внесена в “Индекс запрещённых книг”, её исключение из этого списка состоялось лишь в 1835 г.

В XVII столетии был получен и ряд других важных результатов. Астроном итальянского происхождения, директор Парижской обсерватории Дж. Кассини в 1671–1673 гг. определил расстояние от Земли до Солнца. По его измерениям, оно составляло около 140 000 000 км. Эта оценка оказалась меньше признанного сегодня значения всего на 6,3%. До этого времени считались правильными представления, которых придерживались ещё древние греки: в соответствии с ними это расстояние считалось в 20 раз меньшим. Кассини же установил вращение вокруг своей оси Венеры, Юпитера и Марса, открыл четыре спутника Сатурна. Х. Гюйгенс в 1665 г. открыл спутник Сатурна Титан и кольцо у Сатурна.

В 1675 г. О. Рёмер по наблюдениям затмений спутников Юпитера осуществил измерение скорости света. Он установил, что скорость света равна 214 000 км/с. Прежде многие учёные, в том числе Кеплер и Декарт, считали её бесконечной. Действительная величина скорости света равна приблизительно 300 000 км/с.

В начале XVII в. стали фиксировать туманности. Одной из первых была открыта в 1612 г. С. Мариусом туманность Андромеды.

Э. Галлей в 1682 г. обнаружил первую периодически наблюдавшуюся комету (комету Галлея), определил её орбиту и предсказал очередное появление этого космического объекта в зоне видимости с Земли.

* * *

Начиная с XVII столетия в Италии, Германии, Великобритании, Франции стали широко внедряться экспериментальные исследования. Это явилось одним из важнейших событий в истории науки. Применение эксперимента открыло невиданные прежде возможности познания реальности. Физика и химия, которые без опоры на опыт просто немыслимы, теперь сформировались как науки. Первыми экспериментаторами в физике были У. Гильберт (1544–1603, Великобритания), Г. Галилей (1564–1642, Италия), Э. Торричелли (1577–1644, Италия), О. Герике (1602–1682, Германия); родоначальником эксперимента в химии стал Р. Бойль (1627–1691, Англия), а в биологии

эту роль блестяще исполнил У. Гарвей (1578–1657, Англия).

Г. Галилей — один из великих основателей современного естествознания. Он был активным борцом против схоластики, считая, что учёный не должен преклоняться перед авторитетами, что только наблюдения и опыт могут быть подлинными источниками знаний, а призвание учёного — изучение книги Природы. “Философия написана в величайшей книге (я имею в виду Вселенную), — утверждал он, — которая постоянно открыта нашему взору, но понять её может лишь тот, кто сначала научится постигать её язык и толковать знаки, которыми она написана. Написана же она на языке математики, и знаки её — треугольники, круги и другие геометрические фигуры, без которых человек не смог бы понять в ней ни единого слова...” [5, с. 41].

Галилей заложил основы механики. Он обосновал принцип относительности и закон инерции, на основе которых построена классическая механика, сформулировал важный принцип постоянства ускорения движения тела под действием силы тяжести, нашёл правила сложения скоростей, установил законы свободного падения тел, движения по наклонной плоскости, движения тела, брошенного под углом к горизонту, закон колебания маятника (изохронизм колебаний). Архимед положил начало статике, с Галилея же начинается история динамики.

Галилей был убеждён в том, что всё существующее причинно обусловлено, а задача науки заключается в выявлении причинных связей и установлении законов природы. Он проложил путь к широкому использованию механики в астрономии.

Кроме уже упомянутых открытий Галилея важно отметить другие достижения, осуществлённые до создания Ньютоном механики, которое, конечно, является важнейшим событием в развитии науки XVII в.:

- открытие закона сложения сил (параллелограмм сил), разложение силы на две взаимно перпендикулярные составляющие, формулировка принципа невозможности вечного двигателя (Леонардо да Винчи, С. Стевин);
- формулировка закона сохранения количества движения в изолированных системах — $mv = \text{const}$, где m — масса, v — скорость (Р. Декарт);
- открытие закона всемирного тяготения (И. Ньютон);
- выведение законов соударения упругих тел (Х. Гюйгенс);
- разработка теории физического маятника (Х. Гюйгенс);
- объяснение изменения периода колебания маятника в различных местах на поверхности

Земли её сплюснутостью у полюсов (Х. Гюйгенс).

Конкретные результаты, полученные на основе наблюдений, эксперимента и осмысления фактов, сами по себе не допускали никакого вмешательства в научные исследования непрофессионалов, утверждая самостоятельность науки как особой сферы деятельности.

В 1687 г. была опубликована одна из самых значительных работ в истории науки — книга И. Ньютона “Математические начала натуральной философии”. Следует отметить, что в это время автор занимал должность профессора математики в Кембриджском университете, получая небольшое жалование, которого едва хватало для весьма скромной жизни. Когда его коллеги познакомились с рукописью, они приняли решение опубликовать её на средства Королевского общества, членом которого они вместе с ним состояли. Однако необходимого количества денег не оказалось, и только благодаря тому, что Э. Галлей предложил свою финансовую помощь, это великое произведение удалось издать. Ньютон, его современники и жившие в последующие два столетия учёные были уверены, что основы механики непоколебимы, поскольку лежат в самом фундаменте мироздания. Говоря о заслугах Ньютона в развитии науки, Ж.Л. Лагранж отмечал, что “он самый счастливый, систему мира можно установить только один раз” [цит. по: 6, с. 204].

Механика оказалась первой фундаментальной научной теорией, описывающей явления природы. В ней впервые для отображения различного рода процессов, протекающих в пространстве и времени, использовались методы дифференциального и интегрального исчисления. Она явилась основой формирования научного стиля мышления классического естествознания и научной картины мира. Механика Ньютона утвердила в классическом естествознании представления о причинной обусловленности любых изменений, о необходимом характере действия законов, о пространстве и времени как важнейших характеристиках реальности, об абсолютности длины тела, временного интервала, величины массы. “Значение трудов Ньютона, — писал А. Эйнштейн, — заключается не только в том, что им была создана практически применимая и логически удовлетворительная основа собственно механики, но и в том, что до конца XIX в. эти труды служили программой всех теоретических исследований в физике” [7, с. 84].

На основе механики и закона всемирного тяготения Ньютон построил небесную механику, которая долгое время служила образцом научной теории. Существенным её недостатком было то, что автор не смог обосновать устойчивость Солнечной системы. И он не нашёл ничего лучшего, как прибегнуть к теологии. Ньютон, внёсший

огромный вклад в формирование научного стиля мышления, считал, что Бог время от времени подправляет движения тел в Солнечной системе. Несовместимость такого рода соображений с подлинной наукой была очевидна. На это в острой и весьма своеобразной форме обратил внимание Лейбниц. “Г-н Ньютон и его сторонники, кроме того, ещё придерживаются довольно странного мнения о действиях Бога, — писал Лейбниц. — По их мнению, Бог от времени до времени должен заводить свои часы, иначе они перестали бы действовать. У него не было достаточно предусмотрительности, чтобы придать им непрерывное движение. Эта машина Бога, по их мнению, так несовершенна, что от времени до времени посредством чрезвычайного вмешательства он должен чистить её и даже исправлять, как часовщик свою работу; и он будет тем более скверным мастером, чем чаще должен будет изменять и исправлять её” [8, с. 430].

Несмотря на то, что во второй половине XVII в. уже обозначилась самостоятельность науки, немало учёных того времени уделяло значительное внимание теологии. В их числе был И. Кеплер. А один из основателей Лондонского королевского общества Р. Бойль не только писал теологические трактаты, но и учредил специальную кафедру, призванную бороться с атеизмом. По завещанию он оставил средства на ежегодное прочтение восьми лекций против атеизма. Сам Ньютон последние 30 лет своей творческой жизни посвятил главным образом написанию богословских сочинений. Следует заметить, что всю жизнь он увлекался алхимией. Теологические труды создавали и его коллеги — Дж. Уоллис, И. Барроу, Р. Гук. Так что научный стиль мышления утверждался в очень непростых условиях. И это ведь мы говорим об учёных самого высокого уровня. Можно представить себе, как далёк был от строгого научного мышления способ рассуждений подавляющего большинства людей того времени.

В XVII в. значительное внимание уделялось изучению свойств света. Наиболее значимыми достижениями в этой области были следующие:

- открытие закона преломления света (В. Снеллиус, около 1621);
- открытие и систематическое изучение дисперсии света (Я. Марчи, 1648; И. Ньютон, 1672);
- открытие дифракции света — огибания препятствий (Ф. Гримальди, 1665);
- установление поляризации света (Х. Гюйгенс, 1690);
- формулирование основного принципа распространения света между двумя точками (принципа Ферма) — луч света распространяется по пути, время прохождения которого минимально (П. Ферма, 1662);

- развитие корпускулярных (И. Ньютон) и волновых (Х. Гюйгенс) представлений о природе света; в то время эти точки зрения были альтернативными и казались взаимоисключающими, их удивительный синтез был осуществлён лишь в XX в.

В конце XVI столетия началось экспериментальное изучение электрических и магнитных явлений, пионером здесь был английский физик У. Гильберт (1544–1603). С его именем связано и рождение науки об электричестве. Он установил, что многие тела, подобно янтарю, способны после их натирания притягивать лёгкие предметы. Эти свойства были названы электрическими. Книга У. Гильберта “О магните, магнитных телах и о большом магните — Земле” (1603) — первый научный труд об электричестве и магнетизме, основанный на эксперименте. Гильберт открыл магнитное поле Земли, установил, что магнитные полюса Земли совпадают с географическими. Немецкий учёный О. Герике изобрёл электрическую машину (около 1600 г.).

В начале XVII в. рядом учёных стала разрабатываться идея о том, что тепло тела обусловлено движением составляющих его частиц. Она отстаивалась Р. Декартом, Г. Галилеем, Р. Гуком, Я. Бернулли, И. Бернулли, Д. Бернулли, И. Ньютоном. Последовательно и чётко её развивал Р. Бойль. Для большинства же учёных эта точка зрения представлялась неприемлемой, она смогла утвердиться в науке только в XIX столетии.

Акустика как особая область физической науки тоже зародилась в начале XVII в. Г. Галилей установил, что звучащее тело испытывает колебания, частота которых связана с высотой звука, а амплитуда — с его интенсивностью. В 1636 г. М. Мерсенном была измерена скорость звука в воздухе.

В изучении физических свойств газов были получены следующие важные результаты:

- введение понятия “газ” (Я. ван Гельмонт, 1620);
- открытие атмосферного давления (1643) и получение вакуума (Э. Торричелли, 1644);
- обнаружение понижения атмосферного давления с увеличением высоты (Ф. Перье, Б. Паскаль);
- установление обратной пропорциональной зависимости между объёмом газа и его давлением — закон Бойля—Мариотта;
- опровержение, выдвинутого ещё древними мыслителями принципа “природа боится пустоты” (Б. Паскаль, 1648).

Математика, астрономия и физика, относящиеся к точным наукам, несомненно, в XVII в. были лидерами научного познания. В них наиболее чётко проявлялся новый стиль научного мышления и сформировались основы классической картины мира. На них ориентировались дру-

гие науки. Демонстрируя единство в методологических установках и мировоззрении с точными науками, плодотворно развивались, достигая значительных результатов, и такие важные естественно-научные дисциплины, как химия, география и биология.

Химия, имея длительную предысторию, сложилась как наука только в XVII в. Важным этапом в её становлении был отход от алхимического стиля мышления. Первой научной исследовательской программой в химии стала программа аналитической химии, выдвинутая Р. Бойлем. Она была изложена в его книге “Химик-скептик” (1661). В этой работе введено понятие “химический элемент”. Интересно, что, став родоначальником химии, Р. Бойль не отказался от алхимических представлений о возможности трансмутации элементов. В то время подобные взгляды разделяли многие, в том числе и И. Ньютон. Бойль был одним из тех, кто оказал существенное воздействие на отмену в 1689 г. указа английского короля Генриха IV, запрещавшего занятия алхимией.

В конце XVII в. немецкий врач и химик Г.Э. Шталь выдвинул теорию флогистона, объясняющую процесс горения. Согласно этой теории, все горючие тела и неблагородные металлы содержат флогистон, который выделяется при горении или обжиге. Отсюда следовало, например, что металлы являются сложными веществами, а их окислы — простыми. Эти представления были широко распространены в химии вплоть до конца XVIII в., когда А. Лавуазье показал, что горение — процесс соединения веществ с кислородом.

XVII столетие стало временем важных географических открытий. Среди них следует отметить открытие Австралии, Новой Зеландии и Тасмании, пяти Великих озёр в Северной Америке, доказательство того, что Азия и Америка разделены проливом. Первая попытка истолкования географии как науки о поверхности земного шара, рассматриваемого в целом и по регионам, была осуществлена очень рано ушедшим из жизни немецким учёным Б. Варениусом в выдающемся сочинении “Всеобщая география” (1650). В ней рассматривались особенности твёрдой поверхности Земли, гидросферы и атмосферы. Впервые были выделены физическая география и география человека, проблемы геодезии, картографии. В этой работе Варениус подвёл итог освоения Земли в результате великих географических открытий.

В XVI–XVII вв. сложный процесс уточнения своего предмета, становления методов научного познания и формирования стиля научного исследования проходит биология. Изучение живого всё в большей степени начинает опираться на эксперимент. Биология превращается в важнейшую часть естествознания, постоянно расширя-

ющую и углубляющую представления человека о мире. Хотя в этот период биологи получают много замечательных эмпирических результатов, их теоретические обобщения находятся в зачаточном состоянии: биология не готова ответить на многие вопросы, связанные с сущностью живого, его происхождением на Земле, наследственностью и изменчивостью, многообразием видов, видообразованием, индивидуальным развитием. Не будучи в состоянии уклоняться от этих проблем, учёные нередко выдвигали наивные, с современной точки зрения, идеи, которые были в дальнейшем забыты.

Естественным направлением развития знания о живом явилось изучение его разнообразия. В своей классификации растений Ж.П. Турнефор использовал систематические категории класса, секции (категория, близкая к современному отряду), рода, вида. Особо следует выделить также работы Дж. Рея — трёхтомную “Историю растений” с описанием и классификацией 18 600 видов, а также его “Систематический обзор животных...” (1693). Рей не только пользовался понятиями “род” и “вид”, но и дал близкое к современному определение вида. Французский ботаник П. Маньоль стал использовать категорию “семейство”.

Огромным событием в расширении представлений о многообразии форм жизни стало открытие микроорганизмов, связанное с применением в биологии микроскопа. В 1673 г. А. Левенгук обнаружил бактерии — первые микроорганизмы, ставшие известными человеку, эритроциты — красные кровяные тельца, клетки крови человека и позвоночных животных, инфузории — класс высокоразвитых простейших животных и сперматозоид — мужскую половую клетку животных и многих растений. М. Мальпиги в 1661 г. открыл капилляры кровеносной системы.

Во второй половине XVII в. возникла анатомия растений. Английский естествоиспытатель Р. Гук в 1665 г. открыл растительную клетку. В 1671 г. английскому Королевскому обществу почти одновременно были представлены работы англичанина Н. Грю и итальянца М. Мальпиги, в которых описывались планомерные исследования различных растительных объектов, проведённые с помощью микроскопа. Их результаты, отражённые в книгах М. Мальпиги “Очерк анатомии растений” (1671), Н. Грю “Очерк философской истории растений” (1672) и “Анатомия растений” (1682), стали основополагающими для анатомии растений.

Первые физиологические эксперименты стали проводиться с 1600 г. голландским естествоиспытателем Я. ван Гельмонтом, который пытался выяснить, чем питаются растения. В 1694 г. экспериментальные исследования привели немецкого биолога Р. Камерариуса к обоснованию наличия

пола у растений. А. Левенгук открыл удивительное явление — однополое размножение (партеногенез).

В начале XVII в. физиология животных складывается как наука. Решающее значение в её становлении имело открытие английским врачом У. Гарвеем закономерностей кровообращения. И.П. Павлов так оценивал его вклад в становление физиологии животных: “Врач Уильям Гарвей подсмотрел одну из важнейших функций организма — кровообращение — и тем заложил фундамент новому отделу точного знания — физиологии животных... Труд Гарвея — не только редкой ценности плод его ума, но и подвиг его смелости и самоотвержения. Так, через крест поношений прокладывала себе дорогу в те времена научная истина” [9, с. 425, 426]. Результаты своих исследований Гарвей изложил в книге “Анатомическое исследование о движении сердца и крови у животного” (1628). Он доказал, что в теле животного имеется небольшое количество крови, которая в результате работы сердца постоянно движется по замкнутому кругу, при этом кровь течёт от сердца по артериям, а возвращается к сердцу по венам. Им были установлены большой и малый круги кровообращения. У. Гарвей сделал это замечательное открытие, не боясь вступить в конфликт со своими авторитетными предшественниками.

В области анатомии и физиологии животных необходимо отметить ещё следующие важные достижения XVII в.:

- истолкование свойства раздражимости живого как его важнейшей характеристики (Ф. Глиссон);
- первое систематическое описание строения и функций печени человека — публикация монографии “Анатомия печени” (Ф. Глиссон, 1654);
- описание анатомии центральной нервной системы (Т. Виллис);
- обоснование химической природы пищеварения (Ф. Сильвий);
- систематический анализ физиологии движения животных, описание механизмов хождения, бега, плавания, прыгания, полёта в книге Дж. Борелли “О движении животных” (1681);
- открытие капиллярных кровеносных сосудов и циркуляции в них крови, подтвердившее единство артериальной и венозной частей системы кровообращения (М. Мальпиги);
- введение понятия “рефлекс” и представлений о рефлекторном принципе действия нервной системы (Р. Декарт);
- открытие лимфатической системы у человека (Т. Бартолин).

Во второй половине XVII в. сложилась энтомология — наука о насекомых. Основополагающее значение для её формирования имели работы Я. Сваммердама и М. Мальпиги. В 1669 г. Свам-

мердам написал интересную работу по анатомии пчелы. В 1686 г. Мальпиги опубликовал работу по анатомии и развитию шелкопряда, в которой давалось описание нервной системы, системы органов дыхания, пищеварительного аппарата, органов размножения и выделений этого животного.

Внимание учёных привлекала и проблема происхождения жизни. В Средние века господствовали представления о возможности её самозарождения. Их придерживались такие авторитеты, как Я. ван Гельмонт, Ф. Бэкон, Р. Декарт, Г. Лейбниц. Вместе с тем в XVII в. была выражена и принципиально иная позиция. “Живое только от живого”, — так резюмирует своё понимание проблемы итальянский врач Ф. Рэди, пытаясь обосновать его прямыми экспериментами. У. Гарвей в работе “О зарождении животных” (1651), активно выступая против представлений о самозарождении, выдвинул тезис: “Всё живое — из яйца”.

Уже в античности были зафиксированы различного рода окаменелости, однако вплоть до конца XVIII в. их природа истолковывалась самым причудливым образом. Впервые об окаменелостях как об остатках организмов далёкого прошлого, как о вымерших видах стали говорить Р. Гук и Н. Стенон.

Большинство учёных в XVII в. представляли себе мир неизменным, постоянно воспроизводящимся. Это касалось и живого. Живое происходит только от живого: кошка, конечно, — только от кошки, дуб — только от дуба. А как же может быть по-другому? Вместе с тем идеи изменчивости мироздания высказывались Г. Галилеем, Р. Декартом, Р. Гуком, Г.В. Лейбницем. “Я всеми силами противлюсь мысли, будто неизменность и вечность являются каким-то превосходством и совершенством, а изменчивость, наоборот, каким-то несовершенством, — писал Г. Галилей. — Я считаю Землю в высшей степени совершенной именно ввиду происходящих на ней перемен, и то же самое относится к Луне, Юпитеру и другим небесным светилам” [цит. по: 10, с. 38].

По мнению Р. Декарта, в далёком прошлом Земля представляла собой огненный шар. В процессе её остывания тяжёлые компоненты планеты собрались в центре Земли, а из лёгких на поверхности образовалась земная кора. Последующее разрушение земной коры привело к образованию океанов и материков, гор и долин. Н. Стенон считал, что в истории Земли было шесть эпох. Он первым стал различать пласты горных пород, в которых отсутствовали какие-либо окаменелые остатки организмов, и позднее образовавшиеся пласты, содержащие органические остатки. Стенон полагал, что в прошлом море покрывало всю Землю, а образовавшиеся в древности породы представлены высочайшими горными цепями и недрами Земли. Поскольку в них нет остатков организмов, в то время в океане ещё не было жизни.

Затем образовалась суша, шло горообразование. И вновь произошло наступление моря, но на Земле уже существовала жизнь, свидетельством чего являются многочисленные окаменелости. Обрушения пород в образующиеся подземные пустоты привело к тому, что пласты пород во многих местах имеют наклонное положение.

* * *

XVII столетие вошло в историю не только как эпоха, породившая множество замечательных достижений в познании реальности и обрисовывавшая контуры совершенно новой картины мира, ставшей в течение последующих двух столетий фундаментом развития науки. Это было и время, когда произошло осознание норм научного исследования и этики научной деятельности, обеспечивающей эффективное служение истине. “Все честные и настоящие учёные, — писал У. Гарвей, — никогда не поддаются до такой степени зависти или раздражению, чтобы не выслушать хладнокровно того, что высказывается ради истины, и чтобы не понять правильно освещённого факта. Они не считают позором менять своё мнение, если правдоподобность и явное доказательство этого требуют” [цит. по: 11, с. 65].

Развитие математики и естествознания в XVII в. утвердило в обществе феномен научной деятельности как самостоятельной сферы культуры, которая по самой своей сути не может существовать вне демократических норм общения. Она не терпит некомпетентного вмешательства, чем бы оно ни мотивировалось. Именно здесь сложились нормы уважения к человеку по результатам его труда. Научные достижения были бы невозможны, если бы в них не были преодолены догматизм и схоластика, безропотное следование мнению большинства. Наука предстала перед всеми как образ служения истине, необычайно эффективного воплощения в жизни разумного поведения. Достижения в математике и естествознании послужили примером для распространения научного стиля мышления на осмысление проблем, относящихся к человеку и обществу, существенно повлияли на формирование идеологии просвещения, которая наиболее ярко проявила себя в следующем столетии.

Новое научное мышление отвергло представления об ограниченности мира, о противопоставлении подлунного (земного) и надлунного миров, установив их единство, покончило с геоцентризмом. Учёные показали, что сила вызывает изменение состояния покоя или движения, но не порождает движение, как считал Аристотель, доказали ошибочность его тезиса “природа боится пустоты” и утверждения о том, что тяжёлые тела падают быстрее, чем лёгкие. Из научной картины

мира были устранены перипатетические “конечные причины” и “скрытые качества”.

Механистическому мировоззрению, активно утверждавшемуся в XVII столетии, противостоял витализм. Его корни уходят в Древнюю Грецию. Ещё Аристотель считал, что живой природой управляет особая сила, которую он называл энтелехией. В отличие от механицизма, в рамках которого не делалось никаких принципиальных различий между миром живой и неживой природы, сторонники витализма придерживались мнения, что все проявления жизни в основе своей имеют особую “жизненную силу”. Им казалось очевидным, что жизнь не может быть постигнута теми же методами, что и неживая природа. Например, при нагревании неорганическое тело переходит в иную форму, из которой можно вновь получить первичное образование. Но это невозможно для живых объектов. Химики стали противопоставлять органические вещества неорганическим. Виталисты считали в принципе невозможным описание жизненных процессов средствами физики и химии. Витализм был связан с телеологизмом, в рамках которого утверждалась целесообразность мироздания. Эти взгляды оказались неконструктивными. Они не приносили новых научных результатов, но были источником критики упрощённых представлений механицистов о живом и в этом отношении оказались значимыми. По мере развития науки витализм постепенно сдавал свои позиции, но не уходил окончательно со сцены. Хотя наука достигла с тех пор грандиозных успехов в познании живого, виталистические взгляды можно встретить и в современной культуре. Неудивительно, что они были распространены в XVII в., когда в постижении живого делались только первые шаги. Так, виталистические взгляды активно отстаивал Г. Шталь, их разделял Я. ван Гельмонт, который был новатором в изучении химии живого, и один из самых выдающихся физиологов У. Гарвей.

Конечно, механицизм, как показала история, оказался ограниченным мировоззрением. Главными его недостатками были абсолютизация редукционизма — сведения свойств системы к свойствам её элементов, ограниченные представления о детерминизме, в том числе о характере законов, и отсутствие представлений о неопределённости в реальности. Тем не менее его потенциал был огромным: он содержал в себе возможность ассимилировать одну из самых плодотворных научных идей — атомизм, оказался способным впитать в себя идеи развития. В XIX в. вхождение в науку дарвинизма рассматривалось как последовательное воплощение механицизма в биологии. Не произошло крушения механицизма и тогда, когда был открыт новый вид материи — поле. Как показала история науки, его методология продолжала быть востребованной и тогда, когда

учёные стали активно применять вероятностно-статистические методы. В рамках механицизма была найдена возможность истолкования случайности как объективного явления.

Сбои этой методологии отчётливо обнаружались лишь в XX столетии, когда учёные стали изучать микромир, сложные системы, нелинейные процессы и самоорганизацию открытых систем. Но и тогда она была существенно изменена, но не полностью отброшена. В определённых границах она оказывается плодотворной и сегодня. Именно поэтому мы говорим на одном языке с великими творцами науки XVII в., такими как Р. Декарт, Г. Галилей, Х. Гюйгенс, И. Ньютон, Г. Лейбниц, Р. Бойль, У. Гарвей.

Ещё в античности сложился фактически современный стиль математического мышления, определённый требованиями к точности исходных понятий и логической строгости доказательств. В XVII в. была замечательно продемонстрирована возможность концептуального развития математики и её эффективность в применениях для описания реальности. Что касается естествознания, то огромное значение для дальнейшего развития науки приобрело осознание в этом столетии значимости эксперимента. Следует также отметить, что именно в то время стали вырабатываться требования к эмпирическим исследованиям, обработке получаемых в них результатов — их воспроизводимость, оценка возможных ошибок. Особо следует подчеркнуть стремление учёных к использованию измерения для получения количественных оценок наблюдаемых явлений.

Замечательной особенностью этого времени стало создание новых устройств и приборов, обеспечивающих значительное расширение возможностей эмпирического исследования: изобретение микроскопа и телескопа, термометра, барометра, механических часов, ареометра, воздушного насоса, устройства, вырабатывающего электричество, появление первых вычислительных устройств, ставших эффективными в связи с использованием компьютерных технологий. И, что существенно, тогда была осознана потребность в таком обеспечении научных исследований, которое станет в дальнейшем неотъемлемой компонентой научной деятельности.

Вплоть до XVII в. языком науки являлась латынь. Научные работы представляли собой рукописи, и реально они были доступны единицам. Латынь стала вытесняться из науки национальными языками в связи с изобретением печатного станка. Иметь единый научный язык было удобно на первых порах развития науки, когда учёных было мало. Наука по своей сути не может быть национальной, и латынь была естественным воплощением её интернациональности. По мере увеличения общественного интереса к науке использование в ней латыни всё в большей степени

сдерживало её развитие. Печатный станок создал возможность тиражировать издание и делать его доступным многим людям. Книгопечатание превращалось в экономически выгодное предприятие. Латынь не смогла устоять перед натиском прежде всего экономического интереса. Научные работы стали издаваться на национальных языках, что, конечно, явилось важным фактором развития науки и имело огромное культурное значение. Например, знаменитый “Диалог о двух системах” Г. Галилея был издан в 1632 г. на итальянском языке. Р. Декарт в 1637 г. издал на французском языке одно своих важнейших произведений “Рассуждение о методе”. Главное своё произведение “Размышление о первой философии” Р. Декарт написал и опубликовал в 1641 г. на латинском языке, а в 1647 г. вышел в свет французский его перевод. Сам Декарт так обосновывал своё стремление публиковаться на родном языке: “Если я пишу по-французски, на языке моей страны, а не по латыни, на языке моих наставников, то это объясняется надеждой, что те, кто пользуется только своим естественным разумом в его полной чистоте, будут судить о моих соображениях лучше, чем те, кто верит только древним книгам; что касается людей, соединяющих здравый смысл с учёностью, каковых я единственно и желаю иметь своими судьями, то, я уверен, они не будут столь пристрастны к латыни, чтобы отказывать прочесть мои доводы только по той причине, что я изложил их на общепонятном языке” [12, с. 295].

В XVII столетии происходило интенсивное развитие языка науки, его понятийного аппарата и специфической стилистики научных работ. Появление регулярных изданий трудов ученых, а также периодических научных журналов стало важной вехой в развитии науки, которая превращается в особого рода деятельность, всё в боль-

шей степени завоёвывающую признание общества. Одним из важных показателей этого процесса явилось создание в ведущих странах Европы академий наук, астрономических обсерваторий, ботанических садов, музеев. Таким образом, наука превратилась в феномен культуры, основные черты которого сохранились до нашего времени.

*С.В. ДЕВЯТОВА,
доктор философских наук,
В.И. КУПЦОВ,
академик РАН*

ЛИТЕРАТУРА

1. Локк Дж. Сочинения. В 3-х томах. Т. 2. М.: Мысль, 1985.
2. Коперник, Галилей, Кеплер, Лаплас и Эйлер, Кетле. Библиотека Флорентия Павленкова. Биографическая серия. Т. 21. Челябинск: Урал, 1997.
3. Бэкон Ф. Сочинения. В 2-х томах. Т. 1. М.: Мысль, 1971.
4. Бурбаки Н. Очерки по истории математики. М.: Инostr. лит-ра, 1963.
5. Галилей Г. Диалог о двух главнейших системах мира. М.—Л.: ОГИЗ СССР, 1948.
6. Галилей Г. Пробирных дел мастер. М.: Наука, 1987.
7. Вавилов С.И. Исаак Ньютон. М.—Л.: Изд-во АН СССР, 1943.
8. Эйштейн А. Собрание научных трудов. Т. 4. М.: Наука, 1967.
9. Лейбниц Г.-В. Сочинения. В 4-х томах. Т. 1. М.: Мысль, 1982.
10. Павлов И.П. Полное собрание сочинений. Т. VI. М.—Л.: Изд-во АН СССР, 1952.
11. Даннеман Ф. История естествознания. Т. 2. М.—Л.: ОНТИ НКТП СССР, 1935.
12. Декарт Р. Сочинения. В 2-х томах. Т. 1. М.: Мысль, 1989.

DOI: 10.7868/S0869587313050186

Кризисные явления и спад в мировой экономике продолжают, они охватили большинство регионов и стран. На общем безрадостном фоне довольно стабильным видится положение двух азиатских гигантов — Индии и Китая. Анализу их экономической динамики посвящена публикуемая статья.

КИТАЙ И ИНДИЯ: НОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ ГЛОБАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ?

А.И. Салицкий, А.В. Шахматов

Особый интерес экономистов к ситуации в Индии и Китае ещё более усилился после того, как две огромные страны сравнительно успешно преодолели глобальный финансовый и торговый кризисы 2008–2009 гг., а их доля в мировом ВВП продолжала увеличиваться. Растёт международное влияние обоих государств, а о Китае уже нередко говорят как о новой экономической сверхдержаве [1].

В силу гигантских масштабов хозяйств двух стран и разнообразия условий в отдельных их регионах картина экономической жизни Индии и Китая не могла не проявить неких закономерностей преодоления отсталости и бедности — общих и частных. Это преодоление происходит “здесь и сейчас”, то есть в необыкновенно усложнившейся мирохозяйственной обстановке начала второго десятилетия XXI в., и уже по этой причине актуально для большинства населения планеты, в том числе жителей депрессивных районов переходных и даже развитых стран. Планетарная актуаль-

ность экономической динамики в двух азиатских гигантах вытекает, по крайней мере, ещё из двух простых обстоятельств.

Во-первых, более половины мирового прироста ВВП в абсолютном измерении приходится теперь на Индию и Китай, что оказывает немалое воздействие на структуру глобального потребления товаров и услуг¹.

Во-вторых, сохранение высоких темпов роста в хозяйствах Индии и Китая может при сложившихся пропорциях поддержать и даже повысить темпы глобальной экономической динамики, неуклонно снижавшиеся во второй половине прошлого века.

ТЕМПЫ РОСТА И НАКОПЛЕНИЕ

Примечательно, что в первом десятилетии XXI в. высокая динамика в развивающихся странах впервые в истории “вытянула” мировые темпы роста в восходящий тренд (табл. 1). Это произошло во многом благодаря Индии и Китаю, причём на фоне кризисных волн 2001 и 2008–2009 гг., порождённых развитыми экономиками.

Жизненная необходимость поддержания высоких темпов роста при относительно меньшем внимании к показателям эффективности и производительности труда связана в Китае и Индии с сохраняющейся острой проблемой занятости: ежегодно в этих хозяйствах нужно создавать миллионы новых рабочих мест. Поэтому в обеих этих



САЛИЦКИЙ Александр Игоревич — доктор экономических наук, главный научный сотрудник Института мировой экономики и международных отношений РАН. ШАХМАТОВ Алексей Владимирович — доктор экономических наук, руководитель секретариата председателя правления ОАО “Газпром”.

¹ Даже с учётом гигантской пропасти в уровне душевых доходов, например, в Индии и США, в 2008–2011 гг. абсолютный прирост ВВП в Индии (более 600 млрд. долл.) близок к номинальному показателю в США (менее 800 млрд. долл.). Поскольку же относительно США цены в Индии почти втрое ниже, прирост ВВП в реальном выражении здесь много выше американского показателя, который в реальном выражении, кстати говоря, вырос за указанный период на куда меньшую величину (около 130 млрд. долл.). В 2011 г. суммарный ВВП Индии и Китая (20% мирового ВВП) превзошёл американский показатель (19.1%).

Таблица 1. Среднегодовые темпы прироста ВВП, %

Страны \ Годы	1950-е	1960-е	1970-е	1980-е	1990-е	2000-е
КНР	5.3	0.6	3.1	11.1	10.1	10.8
Индия	3.5	3.8	4.1	5.3	7.9	8.0
Развитые страны	4.1	5.0	3.1	2.7	2.2	1.8
Развивающиеся страны	5.2	4.5	5.3	4.5	5.1	6.4
Мир в целом	5.0	4.6	3.5	2.9	2.6	2.8

Источник: data.worldbank.org.

Таблица 2. Темпы экономического роста в отдельных странах в 2008–2012 гг., %

Страны \ Годы	2008	2009	2010	2011	2012
КНР	9.6	9.2	10.4	9.3	7.8
Индия	3.9	8.2	10.1	6.8	5.4
Индонезия	6.0	4.6	6.2	6.5	6.0
Бразилия	5.2	–0.3	7.5	2.7	1.5
Республика Корея	2.3	0.3	6.3	3.6	2.7
Россия	5.2	–7.8	4.3	4.3	3.7
США	–0.4	–3.5	3.0	1.7	2.2
Мир в целом	2.8	–0.6	5.1	3.8	3.3

Источник: data.worldbank.org.

странах темпы прироста ВВП — один из главных приоритетов правительств. Прирост ВВП на уровне 8% в год признаётся оптимальным, а его падение ниже данной отметки, как правило, заставляет правительства переходить к политике дополнительного стимулирования экономики, предупреждая развитие кризисных сценариев. Например, в связи со снижением темпов прироста ВВП до 5.0% в 2012 г. в индийской и зарубежной прессе появилось немало тревожных публикаций, в которых ситуация сравнивалась с кризисом 1991 г. [2]. Но, заметим, в уже далёкие 1990-е годы темпы роста, составляющие 5%, были бы признаны вполне удовлетворительными².

Важно иметь в виду, что снижение темпов экономического роста в Индии и Китае, наблюдавшееся в 2011–2012 гг. (на его причинах мы подробнее остановимся ниже), отнюдь не означает ослабления тенденции к усилению позиций этих стран в мировом хозяйстве. Приведём простой пример: прирост ВВП Китая на 7.8% в 2012 г. в абсолютном выражении (4.7 трлн. юаней, или более 700 млрд. долл. по валютному курсу) значительно превышает показатель 2005 г. (2.2 трлн. юаней,

около 270 млрд. долл.), достигнутый при темпе прироста ВВП в 11.3%. Похожая ситуация и в Индии. Но есть одно важное отличие: темпы роста ВВП Китая будут выглядеть ещё внушительнее, если посчитать их с учётом неуклонного роста курса юаня по отношению к доллару США, составившего в 2005–2012 примерно 30%, в то время как курс рупии снижался.

Динамичный, устойчивый и продолжительный рост вызывает фундаментальные сдвиги в общественной психологии: картина быстро меняющейся экономической действительности создаёт дополнительные мотивации для бизнеса, населения и государства, возникают атмосфера подъёма, массовый оптимизм. Предприниматели становятся склонны вкладывать деньги, а значит, быстро обновляются основные фонды, формируются средние слои, разворачивается потребительская революция, эволюционирует экологическое сознание.

До сих пор мы говорили о благоприятной “длинной” динамике экономического роста в Индии и Китае. Но можно рассмотреть и более короткие тренды, сравнив их с показателями некоторых других крупных стран в период последних кризисов (табл. 2). Сопоставим также данные по норме накопления, высокий уровень которой

² Среднегодовые темпы роста ВВП Индии в 1994–2003 гг. составили 6%.

в немалой степени задавал и высокие темпы роста в Индии и Китае (табл. 3). Заметим, что в 2000 г. норма накопления в Индии составляла 24%, а в Китае — 35%, то есть в обеих странах она существенно повысилась во второй половине 2000-х годов. Нужно заметить, что повышение нормы накопления однозначно свидетельствует о стремлении деловых кругов вкладывать деньги в национальную экономику и гораздо лучше других характеризует инвестиционный климат. Обратим внимание на тот факт, что сохранить стабильные темпы роста и приемлемую эффективность инвестиций в кризисный период удалось лишь странам, повысившим в 2009 г. норму накопления.

Рассчитаем ещё один важный индикатор, говорящий об эффективности хозяйства и отдаче на вложенный капитал, — предельную (приростную) капиталоемкость, то есть отношение нормы накопления к приросту ВВП. Этот индикатор показывает, какие инвестиции нужны для прироста ВВП на единицу стоимости. В мировой экономике, взятой в целом, приростная капиталоемкость в последние три десятилетия имеет тенденцию к увеличению, главным образом по причине снижения темпов роста ВВП. В начале текущего века в среднем по развитым странам приростная капиталоемкость составляла около 10. Это значит, что увеличение ВВП на один доллар требует 10 долларов капиталовложений — самый высокий показатель в истории развитых государств.

В крупных развивающихся странах указанное соотношение значительно меньше (то есть лучше), имеет слабо выраженную тенденцию к росту и свидетельствует о более высокой результативности капиталовложений. Усреднённый показатель за 2008–2011 гг. составил в Китае — 4.9, Индии — 5.1, Индонезии — 5.3, Бразилии — 5.4. В то же время в Республике Корея он был больше 9, а в России и США — более 15. Короче говоря, в развивающихся странах есть значительный резерв ухудшения этого показателя и продолжения экстенсивного роста, к которому вынуждает острая ситуация на рынке труда, избыток рабочих рук.

Иными словами, достаточно высокие темпы роста, поддерживаемые активной инвестиционной политикой и антикризисными мерами, становятся своего рода “привычкой” двух гигантских азиатских хозяйств. В них сформировался соответствующий тип предпринимательских стратегий и массовой экономической психологии. Вопрос, однако, заключается в том, насколько устойчивой будет благоприятная инерция развития.

ФИНАНСИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ

И в Индии, и в Китае повышение нормы накопления в основном базировалось на внутренних источниках — сбережениях населения и сво-

Таблица 3. Норма накопления в отдельных странах в 2008–2011 гг., %

Годы	2008	2009	2010	2011
Страны				
КНР	44	48	48	48
Индия	36	36	36	37
Индонезия	28	31	33	33
Бразилия	21	18	20	20
Республика Корея	31	26	30	29
Россия	26	19	23	25
США	18	14	15	15

Источник: data.worldbank.org.

бодных средствах предприятий. В Китае сбережения обычно несколько превышают накопления, в Индии небольшой дефицит сбережений восполняется за счёт заимствований — внутренних и внешних. Доля внешних источников в финансировании инвестиций в обеих странах невелика. В Индии в нынешнем веке эта доля лишь дважды (в 2009 и 2011 гг.) увеличивалась до 10% [3]. В Китае же на внешние источники приходится около 3% вложений.

В обеих странах решающую роль в трансформации сбережений в накопления играют крупные государственные банки (в том числе специализированные финансовые институты развития), при существенном повышении в 2000-е годы роли фондовых рынков. Однако в приоритетах банковских стратегий между двумя странами есть ярко выраженное отличие.

В Китае, где одним из алгоритмов рыночных реформ был принцип “держат крупное, отпустив мелкое”, госбанки в основном сосредоточились на кредитовании крупных государственных корпораций. В последние годы эту политику нередко критикуют, в ней происходят определённые изменения в сторону большего внимания к частному сектору. Однако в целом приоритеты остаются прежними.

Индийские банки, в том числе частные и иностранные, изначально в законодательном порядке были, наоборот, ориентированы на поддержку малого и среднего бизнеса. Для них государством установлен обязательный показатель по кредитованию этого сектора (40% кредитного портфеля). Несколько ниже (32%) этот норматив только для иностранных банков, имеющих в Индии не более 20 отделений. В какой-то мере это обстоятельство, а также тот факт, что Индия неизменно уступает Китаю по норме накопления, сказываются на темпах создания общенациональной инфраструктуры, которая консолидирует внутренние

рынки и предъявляет огромный спрос на инвестиционные товары, то есть средства производства.

В последнее десятилетие в Китае в инфраструктуру вкладывались огромные средства: с небывалым размахом строились автомагистрали, аэропорты и железные дороги, в том числе скоростные. Это “утяжелило” структуру хозяйства, но объединило страну и обеспечило, помимо прочего, перемещение рабочей силы. В Индии сообщение между регионами страны пока оставляет желать лучшего. Перемещение товаров и рабочей силы не столь масштабно, внутренний рынок остаётся фрагментированным, импульсы роста в более благополучных штатах слабо распространяются в глубь страны.

Инфраструктурная революция, развернувшаяся в первом десятилетии наступившего века в Китае, несомненно, произвела глубокое впечатление на соседнюю Индию. Весьма характерны размышления индийских экономистов о финансовых показателях индийского корпоративного сектора (а его свободные денежные средства достигли в 2012 г. 170 млрд. долл. при относительно стабильном соотношении между долгом и собственным капиталом). Они пишут о том, что этих средств хватило бы на удвоение энергетических мощностей страны, ныне составляющих около 200 млн. кВт, или на строительство 40 тыс. км шестиполосных автомобильных магистралей, в то время как в 2011 г., например, в Индии было построено всего 800 км таких дорог. В области “жёсткой” инфраструктуры отставание Индии от Китая выглядит очень значительным. Достаточно заметить, что “средний” китаец потребляет 3.5 тыс. кВт · ч. электроэнергии в год, а индеец — пока менее 700 кВт · ч.

Одной из причин замедления экономического роста в 2011–2012 гг. в обоих крупнейших азиатских государствах стало усиление инфляции, точнее некоторое сдерживание кредитования в целях борьбы с этим явлением. В Китае противодействие инфляции оказалось более успешным, и уже летом 2012 г. процентная ставка (по кредитам реальному сектору сроком на один год) была снижена до 6%. В Индии в 2012 г. правительство М. Сингха также пыталось принимать меры по облегчению условий кредитования, но ситуация с инфляцией оставалась весьма напряжённой, и банки медлили с понижением ставок, пока преобладающих 10%.

Стимулирование накопления затрудняет ещё одно обстоятельство — сокращение (даже по абсолютным показателям) сбережений, которые домохозяйства держат в банках: немалая часть населения Индии, страхуясь от инфляции, предпочла в последние годы традиционно популярный актив — золото, а также недвижимость. В связи с этим следует отметить важное преимущество Китая по сравнению с южным соседом: средний

уровень инфляции, а также ссудного процента в КНР значительно ниже, кроме того, в структуре кредитов выше доля долгосрочных заимствований. Заметим, что допустимым уровнем инфляции в КНР считается 4%, в Индии — 5%. Эти показатели близки к средним величинам за 2000–2010 гг.: 4.4 и 5.9% соответственно. Однако если в КНР в конце 2012 г. инфляция (в годовом исчислении) составила 2.5%, то в Индии этот показатель оставался высоким — около 8%.

В результате отношение суммы кредитов к ВВП в Китае (145%) намного выше, чем в Индии (69%). И хотя некоторые аналитики считают китайскую экономику “перекредитованной” (китайский показатель ниже среднемирового — 169% и намного ниже показателя развитых стран — 203%), растянутость сроков кредитов и относительно невысокий банковский процент облегчают кредитное бремя, образовавшееся в том числе и по причине антикризисной финансовой “закачки” 2009 г. Примерно ту же роль выполняет и умеренная инфляция.

Подчёркнём, что переход к стимулированию экономики производился в КНР не только монетарными мерами. Осенью 2012 г. было объявлено о возобновлении программы железнодорожного строительства (в том числе скоростных магистралей), замороженной летом 2011 г. после ряда аварий. Поэтому неудивительно, что неутомимая китайская экономика, совершив очередную “мягкую посадку”, к концу 2012 г. начала восстанавливать темпы роста, в который раз опровергнув предположения о возможном взрыве “китайского пузыря” [5]. Выросли по итогам года и продажи недвижимости.

Финансовые проблемы Индии, к которым в первой половине 2012 г. добавился чрезмерный рост бюджетного дефицита, не новы. Экономисты Резервного банка страны связывают их, в частности, с длинными волнами хозяйственного (и банковского) цикла, нисходящие фазы которых регулярно приходятся на начало десятилетий. Хотелось бы верить, что и в этой стране не за горами восстановление привычной динамики. Характерно, что понижение агентством Fitch финансового рейтинга Индии летом 2012 г. вызвало резко негативную реакцию индийских экономистов, уверенных в надёжности национальной банковской системы и в способности страны повысить темпы роста [6].

ПОТЕНЦИАЛ БУДУЩЕЙ ДИНАМИКИ

В начале 1980-х годов индийцы были примерно раза в полтора богаче китайцев. Причём с институциональной точки зрения Индия, казалось бы, была в более выгодном положении: в стране сложились демократическая система, крупные корпорации, ясное правовое поле для бизнеса.

Но спустя 30 лет экономика Китая в подушевом исчислении более чем в 2 раза опережает индийскую. Впереди Поднебесная и по многим другим, в том числе социальным, показателям. Средняя продолжительность жизни в Китае составляет 73 года, а в Индии — 64. Доля плохо питающихся детей в возрасте до 5 лет в Китае — 5%, а в Индии — 40%.

Причины отставания Индии от КНР в социальной сфере многообразны, некоторые из них уходят корнями в достаточно давнюю историю и заслуживают специального рассмотрения. Но куда важнее другое: накопленный успешный опыт, свой и чужой (в том числе недавний китайский), позволяет Индии рассчитывать на улучшение положения. В ряде случаев программы борьбы с бедностью удаётся совместить со столь необходимым стране развитием инфраструктуры. Примером такого рода стали давние, интегрированные в 2000-е годы в единый правительственный проект программы, в рамках которых один из членов каждой бедной сельской семьи получает право на оплачиваемую занятость в течение 100 дней в году. В основном эти люди трудятся на строительстве объектов сельской инфраструктуры. Программа позволила улучшить положение 50 млн. семей, её считают эффективной и справедливо сравнивают с Новым курсом Ф.Д. Рузвельта [7].

Продолжение индустриализации и урбанизации, увеличение вклада зарубежной диаспоры в социально-экономическое развитие страны³, усиление уже закрепившихся за страной направлений международной специализации, включая высокотехнологичные отрасли и бизнес-услуги, а также дальнейшая либерализация инвестиционного климата выглядят вполне понятными ориентирами для правительства Индии. Некоторый эффект в поддержке экспортного сектора обрабатывающей промышленности может дать ослабление рупии.

Определённые возможности сулит и расширение сотрудничества с Китаем. Примечательно, что среди крупных долгосрочных контрактов, подписанных или прорабатываемых двумя странами, числятся строительство инфраструктурных объектов и поставки в Индию энергосилового оборудования суммарной мощностью 44 млн. кВт (это почти четверть имеющихся в Индии мощностей). Договорились стороны и о подготовке пятилетнего плана экономического сотрудничества, а также о мерах по расширению экспорта в КНР индийской фармацевтики и IT-продукции. За 2000-е годы товарооборот между Китаем и Индией вырос в 28 раз, и КНР уже стала крупнейшим торговым партнёром Индии. В 2011/12 фи-

Таблица 4. Соотношение внешней торговли и ВВП в отдельных странах в 2008–2011 гг., %

Страны \ Годы	2008	2009	2010	2011
КНР	57	44	50	50
Индия	39	34	37	31
Индонезия	52	40	41	45
Республика Корея	92	82	88	97

Источник: Key Indicators of Asia and the Pacific 2012. Manila: ADB, 2012. P. 227.

нансовом году двусторонняя торговля превысила 75 млрд. долл.

Сотрудничество двух стран можно рассматривать как иллюстрацию значительно выросшего потенциала взаимодополнения хозяйств азиатских государств, в том числе стран АСЕАН. В рамках этого объединения китайские и индийские компании очень активны. Углубившаяся специализация закономерно расширяет базу многосторонней кооперации, предоставляя относительно слабым странам (Мьянма, Лаос, Камбоджа, Вьетнам) возможность преференциального доступа на ближние рынки, особенно ценную по той причине, что соперничать с транснациональными корпорациями развитых государств на глобальном уровне местный бизнес зачастую не готов.

Подчеркнём, впрочем, что решающую роль в восстановлении экономической динамики в Китае и Индии будут играть внутренние факторы. Острота социальных проблем неизбежно заставляет правительства принимать меры к более равномерному распределению доходов населения, что, как известно, увеличивает спрос на массовую продукцию промышленности и сельского хозяйства.

Некоторая дистанцированность хозяйств двух крупных государств мира от глобальной экономики и в особенности её финансового сектора представляется в нынешней ситуации скорее благоприятным фактором, амортизирующим воздействие кризисов. Возможно, такая дистанцированность фиксирует достижение некоего предела глобализации, во всяком случае по линии центр—периферия. Сохранение же высоких темпов роста в крупных развивающихся странах в период 2008–2011 гг. показало, помимо прочего, что современная эконометрика преувеличивает вклад экспорта в экономический рост, как и выгоды от либерализации внешней торговли⁴. В последние годы мы увидели, что зависимость от внешних

³ Ещё в 1960-е годы индийский учёный Дж. Бхагвати выдвинул предложение о налогообложении проживающих за рубежом граждан развивающихся стран в пользу их родины [8]. Это предложение было реанимировано в 2000-е годы.

⁴ Хорошо известно, что неправомерно сравнение показателей внешней торговли и ВВП, поскольку последний включает только добавленную стоимость, а первый — ещё и повторный счёт цены компонентов при импорте и экспорте.

торговых связей может и усиливаться, и ослабляться, особенно когда в развитых и глубоко вовлечённых в мировую экономику странах наблюдаются кризисные и депрессивные явления (табл. 4). Тесной связи между темпами роста и колебаниями данного показателя в Индии, например, вовсе не прослеживается.

Обратим внимание на одно новое обстоятельство: спад в торговле с вялыми экономиками может сопровождаться расширением торговли в рамках динамично развивающихся частей мирового хозяйства, быстро разрушая привычную центрально-периферическую схему. Так, Индия и Бразилия уже в 2010 г. экспортировали больше товаров в развивающиеся страны, чем в развитые. Похожие процессы наблюдаются и в сфере движения прямых инвестиций. В 2010 г. приток прямых иностранных инвестиций в развивающиеся страны впервые в истории превысил соответствующий показатель для развитых государств. Растёт и так уже высокая доля инвестиций развивающихся государств в страны периферии. В 2007–2010 гг. доля развивающихся стран в прямых инвестициях из развитых стран повысилась с 26 до 45%, в инвестициях из развивающихся государств — с 58 до 63% [9].

Благодаря успехам мегаэкономик Китая и Индии к началу нынешнего десятилетия сложилось довольно чёткое и непривычное разделение мирового хозяйства на его преимущественно производящую (развивающиеся страны) и преимущественно потребляющую (прежде всего США) части. Можно сказать, что развивающиеся страны Азии сменяют развитые в качестве локомотива или, по крайней мере, стабилизатора мировой экономики, темпы роста которой повысились в первом десятилетии нового века, несмотря на их снижение в западных государствах и многочисленные негативные последствия финансового кризиса.

Начавшаяся реиндустриализация в США и призывы к инсорсингу (возвращению бизнеса из-за рубежа на родину материнской компании) в других развитых странах — это в какой-то мере ответ на вызов со стороны Индии и Китая, их ускоренного промышленного развития. Иначе говоря, заметна тенденция к некоторой фрагментации мировой экономики, возможно, подтверждающая движение к полицентричному мироустройству. И это было бы хорошо, потому что такое устройство мирового хозяйства придаёт ему дополнительный ресурс устойчивости, очевидный антикризисный потенциал.

Выход из кризисов, как известно из классики, немислим без роста накопления. В докладе аналитиков известной компании McKinsey, вышедшем в 2011 г., прогнозировался рост спроса на инвестиции (и повышение цены капитала), который, как предполагалось, может достичь уровня,

“не наблюдавшегося со времён послевоенного восстановления Европы и Японии или эпохи стремительного роста развитых рынков. На рынках Азии, Латинской Америки и Африки, — писали авторы доклада, — уже отмечается всплеск инвестиционной активности, вызванный растущим спросом на новые дома, транспортную инфраструктуру, системы водоснабжения, заводы, офисы, школы, больницы и торговые центры” [10]. То, что капитал подорожает, — ещё не факт, более того — не самое желательное для мировой экономики развитие событий. Не вполне подтвердился в 2012 г. и общий прогноз известной компании. А вот то, что две крупнейшие азиатские страны вносят весомый вклад в поддержание нормальной экономической температуры на планете — состоявшаяся реальность.

Возникает простой практический вопрос: чем будет прирастать мировая экономика в наступившем десятилетии? Немалая часть увеличения мирового платёжеспособного спроса, по-видимому, окажется “размазанной” по сотням миллионов потребителей в Индии и Китае с достаточно скромными по меркам развитых стран доходами. Этот спрос будет удовлетворяться главным образом на локальном уровне, в том числе за счёт межрегионального разделения труда в Индии и Китае, возможно, за счёт частичной переориентации экспорта товаров и услуг на консолидирующиеся внутренние рынки. Можно смело ожидать и упрочения внутриазиатских экономических связей, что существенно изменяет привычную картину глобализации.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лепм К.* Куда пойдёт Китай, туда пойдёт весь мир: как китайские потребители меняют правила игры. М.: Юнайтед Пресс, 2011.
2. *Scissors D.* India's Lost Economic Opportunity and the Implications for the U.S. // Heritage Foundation: ISSUE BRIEF #3621. June 4, 2012.
3. The Economic Times (Mumbai). 31.08.2012.
4. The Economic Times (Mumbai). 20.08.2012.
5. <http://www.wealthdaily.com/report/the-china-bubble-is-about-to-burst/872>
6. *Mathew T.* The Fitch of Poor Standards // The Economic Times. 14.08.2012.
7. *Брагина Е.А.* Проблемы бедности в политике государств Южной Азии // Азия и Африка в современной мировой политике. М.: ИМЭМО РАН, 2012. С. 76.
8. *Бхагвати Дж.* В защиту глобализации. М.: Ладомир, 2005. С. 289.
9. World Investment Report 2011. UNCTAD: New York and Geneva, 2011. P. 14.
10. Farewell to cheap capital: The implications of long-term shifts in global investment and savings. McKinsey Global Institute, 2011. P. 7.

DOI: 10.7868/S0869587313050071

НА ПУТИ К ДАЛЬНЕЙШЕМУ СОКРАЩЕНИЮ ЯДЕРНЫХ ВООРУЖЕНИЙ

28–30 ноября 2012 г. в Москве, в зале заседаний Президиума РАН состоялась 37-я встреча российских и американских учёных и экспертов — представителей комитетов по международной безопасности и контролю над вооружениями Российской академии наук и Национальной академии наук США. Делегацию РАН возглавил вице-президент РАН академик Н.П. Лавёров, американскую — профессор Калифорнийского университета в Беркли Р. Джинлоз.

В соответствии с договорённостью в ходе встречи представители академий наук обеих стран проанализировали возможности поиска новых подходов в сфере контроля над вооружениями и ядерного нераспространения на многосторонней основе, снижения уровня боеготовности стратегических ядерных сил, мониторинга и верификации ядерного оружия, материалов и объектов, вступления в силу Договора о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний. В повестку дня были включены также проблемы противоракетной обороны и перспективы развития российско-американского сотрудничества в этой области, вопросы, связанные с экологическими последствиями регионального ядерного конфликта. Участники встречи продолжили отработку профессиональной терминологии на русском и английском языках с целью более чёткого её использования в официальных переговорах.

Открывая дискуссию по ключевым вопросам повестки дня, академик **Н.П. Лавёров** подчеркнул важность постоянного диалога между ведущими представителями научных сообществ России и США по проблемам международной безопасности. Такая практика открытых обменов мнениями и идеями, основанными на серьёзных научных подходах, продолжается с 1981 г. и находит полную поддержку у руководства академий наук двух стран. Так, рабочая встреча по технологиям верификации ядерного оружия на каждом из этапов его жизненного цикла, классификации типов складирования и обмена информацией успешно прошла в июне 2012 г. в Вашингтоне. С учётом важности этих вопросов российскими и американскими учёными тогда было принято решение более подробно обсудить их в ходе предстоящих дискуссий и подготовить конкретные, научно

обоснованные рекомендации для заинтересованных министерств и ведомств России и США.

Профессор **Р. Джинлоз** выразил уверенность в том, что вопрос “перезагрузки” российско-американских отношений по-прежнему остаётся актуальным. Реальное содействие этому процессу могут оказать комитеты по международной безопасности и контролю над вооружениями РАН и НАН США. В частности, их совместная деятельность необходима для скорейшего вступления в силу Договора о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний. В настоящее время данные инициативы находят поддержку со стороны национальных лабораторий США, которые хотели бы сохранить высокий уровень финансирования работ по моделированию процессов, возможных при длительном хранении различных видов ядерного оружия.

Всестороннюю оценку состояния и перспектив развития российско-американских отношений дал член-корреспондент РАН **И.С. Иванов** (Российский совет по международным делам), который отметил усиление недоверия между политическими элитами двух держав. Инициированная по взаимному согласию “перезагрузка” не внесла существенных изменений в межгосударственные отношения России и США. Так, при разработке нового (Пражского) Договора о стратегических наступательных вооружениях (СНВ) обе стороны оперировали категориями взаимного ядерного сдерживания. Сложно шёл процесс ратификации этого договора в сенате США. Импульс “перезагрузки” оказался исчерпанным. Представляется, что продвижение вперёд возможно только в том случае, если произойдут принципиальные перемены в российско-американских отношениях. Конечно, мы не вернёмся к новой эре “холодной войны”, считает И.С. Иванов, так как сохраняется необходимость взаимодействия в военно-политической сфере и существуют пределы ухудшения двусторонних финансово-экономических отношений. Именно поэтому Россия и США будут избегать конфронтации, стараясь сохранить существующие механизмы взаимодействия. Однако на нас будут оказывать давление региональные проблемы: гражданская война в Сирии, дестабилизация ситуации в Афга-

нистане, азербайджано-армянский вооружённый конфликт из-за Нагорного Карабаха, противостояние Израиля, США и ряда других государств с Ираном.

В ближайшие два-три года маловероятно существенное улучшение российско-американских отношений, для которых будет характерна достаточно высокая степень нестабильности. Однако складывающуюся ситуацию не следует излишне драматизировать. Важно продолжать диалог там, где противоречия сохраняются, только тогда можно выйти на новые договорённости даже в сфере противоракетной обороны или тактического ядерного оружия. Одновременно следует расширять область диалога, используя, например, новые возможности, обусловленные вступлением России во Всемирную торговую организацию.

Подобную точку зрения поддержал академик **Б.Ф. Мясоедов**. Он полагает, что двустороннее сотрудничество в сфере контроля над ядерными вооружениями зависит прежде всего от взаимодействия наших политических лидеров. Сейчас ситуация стала сложнее ввиду усиления взаимного недопонимания. Так, вступление в силу 11 января 2012 г. российско-американского Соглашения о сотрудничестве в мирном использовании ядерной энергии (Соглашение 123) пока не привело к позитивным результатам.

Острую дискуссию вызвал вопрос о контроле над вооружениями и ядерном нераспространении на многосторонней основе. Базовый доклад на эту тему сделал руководитель Центра международной безопасности Института мировой экономики и международных отношений (ИМЭМО) РАН академик **А.Г. Арбатов**. Переговоры между Россией и США по вопросу сокращения ядерных вооружений находятся в глубоком тупике. В то же время, считает докладчик, они не должны носить только двусторонний характер, к переговорному процессу необходимо привлекать и другие ядерные государства, которые в качестве первого шага могли бы, например, не наращивать свои ядерные потенциалы. В мире сохраняется значительный дисбаланс в сфере ядерных вооружений. По экспертным оценкам, Россия имеет 11 тыс. ядерных боезарядов (включая подлежащие утилизации), США — 8,5 тыс., а Франция, Великобритания и Китай в совокупности — от 765 до 1265 таких боезарядов. Индия, Пакистан, Израиль и Северная Корея располагают совместно не более чем 290 ядерными боезарядами. Следовательно, вклад так называемых третьих стран в общий баланс ядерных вооружений достаточно мал, исключение составляет только Китай, который за 10–15 лет может догнать по количеству боезарядов ядерные сверхдержавы, если примет соответствующее политическое решение (в стране уже

созданы необходимые запасы оружейных ядерных материалов).

Об этом же говорил в своём выступлении американский военный эксперт **Ф. Клотц** (Совет по международным отношениям). По его мнению, в ближайшей перспективе процесс сокращения ядерных вооружений будет носить двусторонний характер, так как Россия и США располагают 90% общемирового количества развёрнутых ядерных боезарядов. Администрация президента США Б. Обамы призывает Россию к сокращению тактического ядерного оружия и неразвёрнутых ядерных вооружений на основе двустороннего соглашения. Только после этого, как полагают в Вашингтоне, многосторонний процесс сокращения ядерных вооружений станет реальностью. **Ф. Клотц** обратил внимание на то, что в своей последней Белой книге “Национальная оборона КНР-2011” руководство Китая заявило, что не будет участвовать в гонке ядерных вооружений. Сейчас в стране всего 50 межконтинентальных баллистических ракет (МБР), в среднесрочной перспективе это количество будет удвоено. По официальной информации, Пекин не стремится к паритету, но и не хочет обсуждать меры транспарентности в ядерной сфере.

Остроту дискуссии придало участие в ней известного эксперта **Р. Гарвина** (Исследовательский центр им. Уотсона компании IBM). Он полагает, что в ближайшие годы Китай не примет участия в процессе сокращения ядерных вооружений, поэтому переговоры по данному вопросу следует продолжить на двусторонней основе. Одновременно, ввиду наличия ракетной угрозы со стороны Северной Кореи, Россия и США могли бы развернуть на Дальнем Востоке совместную систему перехвата баллистических ракет на активном участке траектории полёта. В настоящее время главную проблему **Р. Гарвин** видит в том, чтобы исключить случайный запуск баллистической ракеты или ложное срабатывание системы предупреждения о ракетном нападении. Для её решения необходимо создать совместные центры обмена данными о пусках ракет, понизить уровень боеготовности стратегических ядерных сил и добиться большей “прозрачности” в обсуждении вопросов, касающихся ядерного оружия.

Важную проблему затронул в своём выступлении эксперт **М. Ловенталь** (Комитет НАН США по международной безопасности и контролю над вооружениями). Он отметил, что посещение российскими специалистами национальных лабораторий США способствовало повышению уровня доверия между двумя странами в ядерной области. В качестве следующего шага в этом направлении он предложил обсудить возможность организации взаимных посещений ядерных арсеналов. Со своей стороны, США готовы пригласить российских специалистов в Национальный центр

ядерной безопасности (ранее — ядерный полигон) в штате Невада.

Дискуссия, которая привлекла всеобщее внимание, была обусловлена серьёзным недопониманием, возникшим между Москвой и Вашингтоном по проблеме противоракетной обороны (ПРО). На эту тему было сделано по два доклада с каждой стороны. В выступлении доктора технических наук **В.З. Дворкина** (ИМЭМО РАН) указывалось на различие в понимании ракетных угроз, что препятствует российско-американским переговорам по вопросам, связанным с ПРО. Со стороны Ирана, например, ракетной угрозы пока нет, но создание системы ПРО требует продолжительного времени. При этом следует учитывать, отметил В.З. Дворкин, что в Иране готовятся принять на вооружение твёрдотопливную ракету “Саджил-2”. При боеголовке весом 750 кг дальность её полёта составляет 2400 км, в случае замены ряда материалов ракеты на композиционные дальность может быть увеличена до 3500 км.

В России считают, что создание американской стороной глобальной системы ПРО будет угрожать стратегическим ядерным силам, хотя и понимают, что никакая эшелонированная система ПРО не может защитить от масштабного ядерного удара. В рамках существующей информационной системы двухступенчатые перехватчики типа GBI, которые ранее планировалось установить в Польше, не могут перехватить стартующие российские МБР. Теоретически это можно сделать только после размещения перехватчиков в космосе, однако для перехвата одной иранской баллистической ракеты потребуется 5 противоракет, а российской МБР — 8–12 противоракет. Следовательно, все противоречия между Россией и США в сфере ПРО находятся в политической области. В связи с этим, считает В.З. Дворкин, в Москве и Брюсселе необходимо создать совместные центры мониторинга и контроля за пуском ракет. К ним можно подключить уже имеющиеся информационные средства национальных систем предупреждения о ракетном нападении.

Дискуссию продолжил эксперт **Дж. Ахерн** (Дьюкский университет), который проинформировал участников встречи о проведённых в НАН США исследованиях, результаты которых представлены руководству страны. В частности, сделан вывод о невозможности защитить США от масштабного ракетного нападения со стороны России или Китая. Кроме того, расчёты показали, что по сравнению с другими мерами защиты система ПРО космического базирования потребует как минимум на порядок больше финансовых средств, поэтому для защиты США и территории их союзников следует использовать наземные перехватчики GBI, системы ПРО морского и наземного базирования на основе системы управления ракетным оружием “Иджис”, системы ПРО на-

земного базирования THAAD и Patriot PAC-3. Было также предложено существенно сократить финансирование работ по созданию систем перехвата баллистических ракет на активном участке траектории полёта, рассмотреть вопрос о создании нового позиционного района с противоракетами GBI на северо-востоке США и продолжить работы по технологиям селекции боеголовок МБР с тем, чтобы отличать их от ложных целей на среднем участке траектории полёта.

Заместитель директора Института стратегической стабильности Госкорпорации “Росатом” **В.С. Колтунов** обратил внимание на то, что, по американским данным, сокращение активного участка траектории полёта баллистической ракеты до 2 мин. делает практически невозможным её перехват на этом этапе. Поэтому в США рассматривается более достижимая цель — перехват боеголовок МБР на промежуточном участке траектории полёта, для чего планируется закупить 60 противоракет типа GBI и половину из них развернуть на северо-востоке США. В.С. Колтунов полагает, что ставить вопрос о снижении уровня боеготовности стратегических ядерных сил выгодно с политической точки зрения, но вместе с тем у такого подхода есть свои недостатки. В частности, понизив уровень боеготовности, стороны будут разрабатывать меры по её повышению в кризисных ситуациях, а время восстановления готовности стратегических ядерных сил России и США разное, что может подтолкнуть одну из сторон к решению о нанесении первого удара.

Известный военный эксперт **В.И. Есин** (Институт США и Канады РАН) выразил несогласие с такой позицией. По его мнению, у наших стран нет какой-либо мотивации для нанесения упреждающего ядерного удара. Это позволяет не только понизить степень боеготовности стратегических ядерных сил, но и отказаться от ядерного удара по предупреждению. Однако в сложившейся ситуации между Россией и США будут сохраняться элементы недоверия. В принципе и та и другая держава могла бы пойти на сокращение до 1000 ядерных боезарядов на стратегических носителях, включая 700 развёрнутых. Тогда возможность нанесения одной из сторон разоружающего ядерного удара была бы менее вероятной. Для верификации такого соглашения достаточно использовать процедуры нового (Пражского) Договора о СНВ, которые могут быть дополнены инспекцией на местах.

Академик **Е.Н. Аврорин** (ФГУП “РФЯЦ — ВНИИ технической физики им. академика Е.И. Забабахина”) отметил, что за прошедшие десятилетия после прекращения ядерных испытаний появились новые экспериментальные данные. Однако значительно больший прогресс был достигнут в расчётных методах. В результате можно констатировать, что у ядерных государств не

появилось настоятельной потребности в возобновлении ядерных испытаний. При этом проблеме незаявленных ядерных взрывов не следует преувеличивать, ибо для их обнаружения могут быть использованы достаточно эффективные национальные системы контроля.

Результаты численного моделирования последствий множественных ядерных взрывов представил доктор технических наук **А.А. Мако-ско** (Гидрометцентр России). Так, при общей мощности ядерных взрывов порядка 100 Мт через две-три недели после обмена ядерными ударами колебания температуры в нижних слоях атмосферы Северного полушария, обусловленные массовым выбросом сажи в тропосферу и стратосферу, стабилизируются, что может свидетельствовать о появлении климатических последствий ядерного конфликта. Моделирование показало, что в рассматриваемой области образуются локальные понижения температуры воздуха у поверхности Земли до -30°C . Проведено также численное моделирование менее масштабного конфликта. На площади 2000×1500 км по 20 условным целям было смоделировано нанесение 50 ядерных ударов общей мощностью 10 Мт. В соответствии с расчётами колебания температуры воздуха затухают через несколько часов после ядерных ударов, что обусловлено высокой степенью устойчивости атмосферы.

Эксперт **Д. Бадер** (Ливерморская национальная лаборатория) сообщил о разработке в США модели для оценки краткосрочных метеорологических последствий ядерного конфликта, например, между Индией и Пакистаном. В настоящее время модель находится на этапе тестирования.

В ходе встречи российские и американские участники предложили провести в 2013 г. совместные исследования по следующим направлениям: иранская ядерная проблема; ПРО и наступательные вооружения в неядерном оснащении; повышение уровня безопасности производства, транспортировки и хранения ядерных материалов; использование оружейных ядерных материалов в интересах атомной энергетики; изменение концепции стратегической стабильности и др. Таким образом, итоги 37-й встречи представителей комитетов по международной безопасности и контролю над вооружениями РАН и НАН США ещё раз подтвердили актуальность и высокую степень востребованности откровенного диалога учёных России и США. Острота и значимость обсуждаемых проблем требуют от представителей научных сообществ обеих стран более активной позиции и новых инициатив с целью поиска взаимоприемлемых решений самых сложных вопросов региональной и глобальной безопасности на основе научных подходов. Успешное завершение дискуссий и единодушное решение продолжить такой диалог в 2013 г. дают надежду на то, что наши страны уже в недалёком будущем могли бы выйти на уровень стабильного развития двусторонних отношений, включая процесс ограничения и дальнейшего сокращения ядерных вооружений.

*Н.П. ЛАВЁРОВ,
академик,*

*В.В. ЕВСЕЕВ,
кандидат технических наук,*

Ю.К. ШИЯН

DOI: 10.7868/S086958731305006X

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ

С 17 по 19 октября 2012 г. в Санкт-Петербурге состоялась Шестая международная конференция “Математические модели, методы и архитектуры для защиты компьютерных сетей”. Она стала крупным международным форумом, собравшим представителей различных отечественных и зарубежных научных школ по компьютерной безопасности и обеспечившим плодотворное обсуждение научных достижений и практических результатов, полученных ими в области разработки, создания и внедрения перспективных моделей и методов защиты компьютерных сетей.

Организаторами конференции выступили Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН (СПИИРАН) и Университет Бингхэмптона — государственный университет штата Нью-Йорк (США). Сопредседателями конференции были член-корреспондент РАН Р.М. Юсупов, Р. Герклотц (Управление научных исследований ВВС США) и Ч. Холланд (Отделение научных исследований ВМС США в Праге). Международным программным комитетом конференции, возглавляемым И.В. Котенко (СПИИРАН) и В. Скорминым (Университет Бингхэмптона), было рассмотрено 44 доклада из 12 стран и отобрано 22 лучших доклада (14 — для полных презентаций и 8 — для коротких), сделанных учёными России, США, Франции, Норвегии, Канады, Германии, Италии и ЮАР.

Приглашённые докладчики выступили с четырьмя пленарными докладами. Учёный из США **А. Ставро** рассмотрел угрозы безопасности, вытекающие из новых возможностей смарт-устройств и онлайн-рынков приложений для мобильных устройств. Предложенные в докладе подходы к обеспечению безопасности устройств на платформе Android включают анализ исходного кода и двоичных файлов мобильных приложений с использованием “сети уровня ядра” и шифрования данных, а также управление коммуникационными механизмами для синхронизации контента пользователей с компьютерами и другими телефонами, в том числе обновления операционной системы или приложений через USB. Был рассмотрен механизм аутентификации USB-соединения, названный USBsec.

Имеющиеся у компании “Майкрософт” результаты поиска вредоносных программ в Интернете рассматривались в докладе **Б. Лившица** (США). Освещались итоги трёх исследовательских проектов в этой области — Nozzle, Zozzle и Rozzle. Первые два проекта направлены на разработку детекторов вредоносных программ (Nozzle — детектор во время выполнения программ, Zozzle — статический детектор). Rozzle является методом, обрабатывающим данные, полученные первыми двумя детекторами.

Исследованию механизмов гарантированного обмена информацией на облачных технологиях посвятил свой доклад **Л. Кхан** (США). Он рассмотрел систему Cloud-centric Assured Information Sharing System (CAISS). Реализованный в CAISS механизм управления информационной политикой во всём её разнообразии основан на использовании конфигурационных документов формата RDF (Resource Description Framework). Управление RDF-данными осуществляется с помощью механизма SPARQL-запросов, который широко используется в сообществе Semantic Web и считается более выразительным, чем XML-ориентированные языки.

В докладе **Ф. Мартинелли** (Италия) обсуждались качественный и количественный подходы к проблеме реализации политики безопасности компьютерных сетей. При качественном подходе предлагалось перейти от использования безопасных автоматов к операторам контроллера алгебры процессов. При количественном подходе были рассмотрены такие области, как неточная реализация политики безопасности, вероятностное будущее, стоимость реализации и отслеживание реализации.

Кроме выступлений приглашённых докладчиков программа конференции включала работу семи секций, где рассматривались такие вопросы, как предотвращение, обнаружение и реагирование на вторжения, противодействие вредоносному программному обеспечению, прикладная криптография и криптографические протоколы, разграничение доступа и защита информации, управление событиями и информацией безопасности, моделирование защиты информации и безопасность облачных вычислений, различные

политики безопасности и др. На секционных заседаниях был сделан ряд интересных и заслуживающих внимания сообщений.

Панельная дискуссия, которая завершила работу конференции, посвящалась современным проблемам и тенденциям в области безопасности компьютерных сетей. В ней участвовали учёные из США, Германии, России, Италии, Норвегии, Германии и ЮАР, в том числе и авторы пленарных докладов.

Три доклада, представленные от СПИИРАН, раскрывали исследования, выполняемые при финансовой поддержке РФФИ, программы фундаментальных исследований Отделения нанотехнологий и информационных технологий РАН, государственного контракта 11.519.11.4008, Фонда содействия отечественной науке и при частичной финансовой поддержке, осуществляемой в рамках проектов SecFutur и MASSIF Евросоюза.

Доклады, представленные на конференции, опубликованы в сборнике: Computer Network Security. Lecture Notes in Computer Science / Eds. Kottenko I., Scormin V. 6th International Conference “Mathematical Methods, Models and Architectures for Computer Networks Security” (MMM-ACNS-2012). October 17–19, 2012. St. Petersburg, Russia. Berlin, Springer-Verlag, 2012. V. 7531. Более детально о работе конференции можно узнать по адресу <http://comsec.spb.ru/mmm-acns12/>.

И.В. КОТЕНКО,
доктор технических наук,

И.Б. САЕНКО,
доктор технических наук,

Р.М. ЮСУПОВ,
член-корреспондент РАН

ОФИЦИАЛЬНЫЙ
ОТДЕЛ

ПРЕЗИДИУМ РАН РЕШИЛ

(декабрь 2012 г.)

• Установить, что комплексная проверка региональных научных центров РАН инициируется Советом РАН по координации деятельности региональных отделений и региональных научных центров РАН для научных центров Европейской части и президиумами региональных отделений РАН для научных центров, входящих в их состав; оценка эффективности научной деятельности региональных научных центров и научных центров региональных отделений РАН определяется средним значением оценки эффективности научных организаций, территориально объединяемых центром; оценка деятельности филиалов научных организаций оформляется в актах комиссии по проведению комплексной проверки научных организаций отдельным разделом с указанием целесообразности их реформирования; оценка эффективности научной деятельности отдельных научных подразделений, входящих в состав региональных научных центров РАН и научных центров региональных отделений РАН, определяется по основным показателям, предложенным Министерством образования и науки РФ для научных организаций.

Считать важнейшими показателями научно-организационной деятельности региональных научных центров РАН и научных центров региональных отделений РАН участие в крупных проектах и программах инновационного развития регионов, координацию с вузами, развитие телекоммуникационных сетей, междисциплинарные исследования и проведение конкурсов.

Установить, что итоговая оценка деятельности регионального научного центра РАН и научного центра регионального отделения РАН определяется Комиссией по оценке результативности деятельности организаций РАН на основе Акта комиссии по проведению комплексной проверки как составной части информационных материалов для оценки результативности деятельности и с учётом мнения Совета РАН по координации деятельности региональных отделений и региональных научных центров РАН и Комиссии Президиума РАН по оценке эффективности и совершенствованию структуры РАН.

Контроль за выполнением постановления возложить на вице-президента РАН академика **С.М. Алдошина**.

• Утвердить основные направления научной деятельности ФГБУ науки Института химии и химической технологии Сибирского отделения РАН:

физико-химические основы новых экологически безопасных металлургических и химико-технологических процессов комплексного извлечения целевых продуктов из поликомпонентов сырья;

физико-химические основы процессов глубокой переработки природного органического сырья, включая растительную биомассу и бурые угли.

Директору института академику **В.Ф. Шабанову** представить на утверждение в установленном порядке соответствующие изменения в Устав института.

Контроль за выполнением постановления возложить на вице-президента РАН, председателя Президиума СО РАН **А.Л. Асеева**.

• Дополнить основные направления научной деятельности ФГБУ науки Института сверхвысокочастотной полупроводниковой электроники РАН следующими пунктами:

расчёт и моделирование систем на кристалле с интегрированными антеннами и усилителями для крайне высоких частот в диапазоне от 50 до 250 ГГц;

исследование принципов функционирования и разработка СВЧ оптоэлектронных генераторов в частотном диапазоне от сотен мегагерц до сотен гигагерц;

создание терагерцевых устройств на полупроводниковой электронике в частотном диапазоне от 300 до 900 ГГц.

Директору института доктору технических наук **П.П. Мальцеву** представить на утверждение в установленном порядке соответствующие изменения в Устав института.

Контроль за выполнением постановления возложить на академика-секретаря Отделения нанотехнологий и информационных технологий РАН академика **Е.П. Велихова**.

• Утвердить академика **В.Е. Фортова** директором ФГБУ науки Объединённого института высоких температур РАН, избранным Общим собранием Отделения энергетики, машиностроения, механики и процессов управления РАН на новый срок (пять лет).

- Утвердить члена-корреспондента РАН **М.И. Алымова** директором ФГБУ науки Института структурной макрокинетики и проблем материаловедения РАН, избранным Общим собранием Отделения химии и наук о материалах РАН сроком на пять лет.

- Освободить академика **А.О. Глико** от должности директора ФГБУ науки Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН в связи с истечением срока полномочий. За многолетнюю плодотворную научную и научно-организационную деятельность объявить Александру Олеговичу Глико благодарность.

Утвердить доктора физико-математических наук **С.А. Тихоцкого** директором ФГБУ науки Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, избранным Общим собранием Отделения наук о Земле РАН сроком на пять лет.

- Утвердить члена-корреспондента РАН **С.В. Медведева** директором ФГБУ науки Института мозга человека им. Н.П. Бехтерева РАН, избранным Общим собранием Отделения физиологии и фундаментальной медицины РАН на новый срок (пять лет).

- Утвердить в должности директоров научных организаций, объединяемых Отделением биологических наук РАН, избранных Общим собранием отделения сроком на пять лет: доктора биологических наук **З.М. Асадулаева** — ФГБУ науки Горный ботанический сад Дагестанского научного центра РАН (на новый срок); доктора биологических наук **А.С. Демидова** — ФГБУ науки Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН (на новый срок); доктора биологических наук **Н.В. Лукину** ФГБУ науки Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН; доктора биологических наук **Е.А. Пермякова** — ФГБУ науки Институт биологического приборостроения с опытным производством РАН (на новый срок); члена-корреспондента РАН **В.О. Попова** — ФГБУ науки Институт биохимии им. А.Н. Баха РАН (на новый срок); академика **К.Г. Скрыбина** — ФГБУ науки Центр “Биоинженерия” РАН (на новый срок); доктора химических наук **С.Ю. Щёголева** — ФГБУ науки Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН (на новый срок).

- Утвердить в должности директоров научных организаций, объединяемых Отделением общественных наук РАН, избранных Общим собранием отделения сроком на пять лет: кандидата философских наук **Н.Э. Казиева** — ФГБУ науки Региональный центр этнополитических исследований Дагестанского научного центра РАН; академика **В.Л. Макарова** — ФГБУ науки Центральный экономико-математический институт РАН (на новый срок); академика **Г.В. Осипова** — ФГБУ науки Институт социально-политических исследований РАН (на новый срок).

- Утвердить в должности директоров научных организаций, объединяемых Дальневосточным отделением РАН, избранных Общим собранием отделения сроком на пять лет: члена-корреспондента РАН **А.А. Буренина** — ФГБУ науки Институт машиноведения и металлургии ДВО РАН; члена-корреспондента РАН **Б.А. Воронова** — ФГБУ науки Институт водных и экологических проблем ДВО РАН (на новый срок); доктора геолого-минералогических наук **А.Н. Диденко** — ФГБУ науки Институт тектоники и геофизики им. Ю.А. Косыгина ДВО РАН (на новый срок); кандидата физико-математических наук **Г.И. Корниенко** — ФГБУ науки Уссурийская астрофизическая обсерватория ДВО РАН (на новый срок); доктора исторических наук **В.Л. Ларина** — ФГБУ науки Институт истории, археологии и этнографии народов Дальнего Востока ДВО РАН (на новый срок); доктора технических наук **Р.И. Пашкевича** ФГБУ науки Научно-исследовательский геотехнологический центр ДВО РАН; доктора технических наук **И.Ю. Рассказова** — ФГБУ науки Институт горного дела ДВО РАН (на новый срок); академика **В.И. Сергиенко** — ФГБУ науки Институт химии ДВО РАН (на новый срок); члена-корреспондента РАН **С.И. Смагина** — ФГБУ науки Вычислительный центр ДВО РАН (на новый срок); доктора геолого-минералогических наук **А.А. Сорокина** — ФГБУ науки Институт геологии и природопользования ДВО РАН (на новый срок); академика **В.А. Стоника** — ФГБУ науки Тихоокеанский институт биоорганической химии им. Г.Б. Елякова ДВО РАН (на новый срок); члена-корреспондента РАН **Е.Я. Фрисмана** — ФГБУ науки Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН (на новый срок); доктора физико-математических наук **Б.М. Шевцова** — ФГБУ науки Институт космофизических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН (на новый срок).

- Освободить доктора технических наук **В.И. Одинокова** от должности директора ФГБУ науки Института машиноведения и металлургии Дальневосточного отделения РАН в связи с истечением срока полномочий. За многолетнее руководство институтом объявить Валерию Ивановичу Одинокovu благодарность.

- Освободить доктора геолого-минералогических наук **Ю.П. Трухина** от должности директора ФГБУ науки Научно-исследовательского геотехнологического центра Дальневосточного отделения РАН в связи с истечением срока полномочий. За многолетнее руководство центром объявить Юрию Петровичу Трухину благодарность.

- Утвердить в должности директоров научных организаций, объединяемых Уральским отделением РАН, избранных Общим собранием отделения сроком на пять лет: академика **А.М. Асхабова** — ФГБУ науки Институт геологии Коми научного

центра УрО РАН (на новый срок); члена-корреспондента РАН **В.Н. Руденко** — ФГБУ науки Институт философии и права УрО РАН (на новый срок); члена-корреспондента РАН **А.А. Чибилёва** — ФГБУ науки Институт степи УрО РАН (на новый срок).

- Согласиться с решением Правительства Кабардино-Балкарской Республики о выходе Правительства Кабардино-Балкарской Республики из состава учредителей ФГБУ науки Института гуманитарных исследований Правительства Кабардино-Балкарской Республики и Кабардино-Балкарского научного центра РАН. Переименовать институт в ФГБУ науки Институт гуманитарных исследований Кабардино-Балкарского научного центра РАН. Поручить директору института доктору исторических наук **Б.Х. Бгажнокову** в месячный срок подготовить проект Устава института для последующего утверждения в установленном порядке. Председателю ФГБУ науки Кабардино-Балкарского научного центра РАН доктору технических наук **П.М. Иванову** представить на утверждение в установленном порядке изменения в Устав центра. Контроль за выполнением постановления возложить на вице-президента РАН академика **А.Д. Некипелова**.

- Утвердить Положение о Научном совете РАН по комплексным проблемам евразийской экономической интеграции, модернизации, конкурентоспособности и устойчивому развитию и состав совета.

Общие положения

Научный совет РАН по комплексным проблемам евразийской экономической интеграции, модернизации, конкурентоспособности и устойчивому развитию организован постановлением Президиума РАН от 18 сентября 2012 г. № 185.

Совет является научно-консультативным органом РАН, осуществляющим подготовку предложений по вопросам сотрудничества учреждений РАН и других организаций различного ведомственного подчинения в проведении исследований и выполнении работ в области евразийской экономической интеграции, модернизации, конкурентоспособности и устойчивого развития.

Работа совета направлена на решение задач научного обеспечения деятельности по формированию Евразийского экономического союза, модернизации и устойчивому развитию экономики.

Совет состоит при Президиуме РАН, находится в его прямом подчинении и отчитывается перед Президиумом РАН.

В своей деятельности совет руководствуется действующим законодательством РФ, указами Президента РФ и постановлениями Правительства РФ, Уставом РАН, постановлениями Общего собрания РАН, постановлениями и распоряже-

ниями Президиума РАН и настоящим Положением.

Деятельность совета осуществляется во взаимодействии с отделениями РАН, федеральными государственными бюджетными учреждениями науки РАН, подразделениями аппарата Президиума РАН, другими научными советами и комиссиями при Президиуме РАН, а также органами исполнительной власти РФ, наднациональными и межгосударственными органами евразийской интеграции, международными организациями, неправительственными организациями и объединениями по вопросам, входящим в компетенцию совета.

В состав совета входят ведущие учёные и специалисты РАН и других академий, вузов и научно-исследовательских институтов, участвующих в разработке проблем, входящих в компетенцию совета. К деятельности совета могут привлекаться учёные и специалисты, в том числе зарубежные, а также граждане государств — членов Евразийского экономического сообщества (ЕврАзЭС) и Содружества Независимых Государств (СНГ).

Состав совета и Положение о нём утверждаются постановлением Президиума РАН.

Совет имеет бланк со своим наименованием.

Основные задачи совета:

прогнозирование в области экономической интеграции, конкурентоспособности и устойчивого развития РФ и Единого экономического пространства в рамках ЕврАзЭС;

анализ состояния научных исследований в стране и за рубежом, подготовка предложений и рекомендаций по решению актуальных проблем в области экономической интеграции, модернизации, конкурентоспособности и устойчивого развития;

участие в подготовке предложений по формированию программ фундаментальных исследований, межгосударственных и федеральных целевых программ, предложений по проектам исследований и разработок в области экономической интеграции, модернизации, обеспечения конкурентоспособности и устойчивого развития российской экономики;

анализ социальных, технологических, экономических, экологических и политических аспектов развития Единого экономического пространства и создания Евразийского экономического союза;

участие в разработке предложений для федеральных органов исполнительной и законодательной власти по развитию евразийской интеграции, Таможенного союза и Единого экономического пространства и Евразийского экономического союза России, Белоруссии и Казахстана;

участие в организации совместных исследований, связанных с разработкой и реализацией

межгосударственных целевых программ и инновационных проектов;

участие в подготовке предложений по изучению закономерностей долгосрочного экономического развития и оценке их влияния на процессы региональной экономической интеграции, структурные изменения и кризисы мировой экономики;

разработка предложений по стратегии развития российской экономики в рамках евразийского интеграционного процесса, направленных на обеспечение государственной политики в области интеграции, модернизации и устойчивого развития российской экономики, экономической безопасности России в рамках Единого экономического пространства в условиях глобальной нестабильности;

участие в организации научной экспертизы проектов и подготовке рекомендаций в области создания институциональных механизмов формирования Евразийского экономического союза, научного обеспечения деятельности Российской Федерации в международных организациях, включая Евразийскую экономическую комиссию, Всемирную торговую организацию, группу из пяти быстроразвивающихся стран (БРИКС), группу G-20 и G-8;

мониторинг и разработка предложений по гармонизации законодательства государств — членов ЕврАзЭС и участников СНГ, участие в разработке модельных законодательных актов, а также анализ нормативно-правовой базы и правоприменительной практики евразийской интеграции;

содействие развитию гуманитарного сотрудничества и деятельности российских и зарубежных научных и благотворительных фондов, других некоммерческих организаций, способствующих финансовой и иной поддержке научных исследований, подготовке кадров и повышению квалификации специалистов в области евразийской экономической интеграции;

участие в организации национальных и международных научных конференций, симпозиумов, семинаров и школ по проблемам экономической интеграции;

содействие изданию научной литературы, журналов, взаимодействие со средствами массовой информации с целью освещения практических результатов в области евразийской экономической интеграции.

Основные направления деятельности совета:

содействует развитию экономической интеграции;

готовит предложения по обеспечению конкурентоспособности российской экономики в условиях евразийской интеграции;

способствует реализации государственной политики в области интеграции, модернизации и

инновационного развития Единого экономического пространства;

содействует осуществлению международного научно-технического и гуманитарного сотрудничества в сфере экономической интеграции;

рассматривает вопросы развития институциональных механизмов внешнеэкономической деятельности и экономической интеграции;

способствует устойчивому развитию и обеспечению экономической безопасности государств Евразийского экономического союза.

Основные функции совета. Для осуществления основных направлений своей деятельности совет имеет право:

по согласованию с руководителями научных организаций запрашивать информацию о результатах исследований, знакомиться с состоянием выполнения работ в научных организациях РАН, получать справочные материалы и консультации по вопросам, входящим в компетенцию совета;

готовить предложения и рекомендации для Президиума РАН по вопросам, относящимся к деятельности совета;

создавать комиссии для решения задач, входящих в компетенцию совета;

готовить предложения по формированию научных планов, программ и проектов, фундаментальных научных исследований по проблемам, связанным с деятельностью совета;

содействовать подготовке кадров в области международных экономических отношений и организации внешнеэкономической деятельности;

разрабатывать предложения по поддержке молодых учёных;

содействовать изданию аналитических и информационных материалов, статей и монографий по тематике совета;

выдвигать кандидатов на награждение медалями РАН и на присуждение премий имени выдающихся учёных РАН;

выдвигать кандидатов в члены Российской академии наук;

содействовать проведению научных форумов (конференций, симпозиумов, круглых столов и др.) по проблемам, относящимся к компетенции совета;

размещать информацию о деятельности совета на web-сайте РАН.

Состав и структура совета:

совет состоит из председателя, заместителей председателя, членов бюро совета, учёного секретаря, членов совета;

состав и структура совета, а также изменения в них утверждаются Президиумом РАН по представлению председателя совета;

для оперативного решения вопросов, связанных с деятельностью совета, создаётся бюро сове-

та; состав бюро утверждается Президиумом РАН по представлению председателя совета; заседания бюро проводятся в сроки согласно плану работы, утверждённому советом;

члены бюро совета обязаны: руководствоваться настоящим Положением; предоставлять информацию, необходимую для решения вопросов, связанных с деятельностью совета; регулярно посещать заседания совета, назначенные его председателем; своевременно выполнять поручения совета и представлять отчётность по ним;

члены бюро совета вправе: вносить свои замечания и предложения к планам работы по текущей деятельности совета в целях повышения её эффективности; запрашивать информацию о рассмотрении своих предложений; получать информацию, касающуюся деятельности совета;

в составе совета могут создаваться секции по отдельным научным направлениям, а также комиссии и рабочие группы; секции совета и его комиссии работают по планам, утверждённым бюро совета;

в состав совета могут входить иностранные учёные и специалисты, чья научная и профессиональная деятельность подтверждена соответствующими дипломами и результатами опубликованных работ;

для рассмотрения конкретных вопросов на заседания совета могут приглашаться высококвалифицированные специалисты РАН, федеральных министерств и ведомств, а также зарубежные специалисты, имеющие практический опыт в научной деятельности по профилю совета.

Организация работы совета:

совет работает в соответствии с ежегодными планами, утверждаемыми председателем совета;

совет решает вопросы в пределах прав, предоставленных ему настоящим Положением;

заседания совета проводятся не реже одного раза в год; внеочередные заседания собираются по решению председателя совета;

текущей работой совета руководит бюро совета, которое рассматривает и утверждает научные направления и планы работы секций, комиссий и рабочих групп;

в заседаниях совета, помимо его членов, в необходимых случаях с правом совещательного голоса могут участвовать представители заинтересованных организаций;

совет ежегодно представляет в Президиум РАН отчёт о проделанной работе и наиболее важных результатах, полученных в рамках деятельности совета;

функции и обязанности учёного секретаря совета определяются председателем совета; председатель распределяет обязанности между своими заместителями.

Размещение совета и обеспечение его деятельности:

научно-организационное обеспечение деятельности совета осуществляет ФГБУ науки Институт природно-технических систем РАН;

научно-методологическое обеспечение деятельности совета осуществляется при поддержке Федерального государственного научно-исследовательского учреждения Совета по изучению производительных сил РАН и Министерства экономического развития РФ (по согласованию);

информационное обеспечение деятельности совета осуществляет ФГБУ науки Институт научной информации по общественным наукам РАН;

совет размещается по адресу: 117393, г. Москва, ул. Архитектора Власова, д. 21, корп. 3; залы для проведения заседаний и совещаний в здании Президиума РАН по адресу: Ленинский проспект, д. 32а предоставляются совету по его заявкам на безвозмездной основе.

Бюро совета: академик **С.Ю. Глазьев** — председатель; доктор экономических наук **М.М. Амириханов** (ФГБУ науки Институт природно-технических систем РАН) — заместитель председателя; член-корреспондент РАН **Р.С. Гринберг** — заместитель председателя; доктор экономических наук **В.Е. Деметьев** (ФГБУ науки Центральный экономико-математический институт РАН) — заместитель председателя; доктор экономических наук **С.Г. Синельников-Мурылев** (Всероссийская академия внешней торговли) — заместитель председателя (по согласованию); член-корреспондент РАН **Г.Г. Фетисов** — заместитель председателя; кандидат экономических наук **Е.А. Наумов** (Национальный институт развития) — учёный секретарь (по согласованию); доктор экономических наук **А.И. Агеев** (Институт экономических стратегий, по согласованию); член-корреспондент РАН **Б.С. Алёшин**; кандидат экономических наук **С.А. Батчиков** (ФГБУ науки Институт проблем управления РАН); кандидат географических наук **А.И. Бедрицкий** (советник Президента РФ, по согласованию); академик **А.Д. Гвишиани**; доктор экономических наук **М.И. Гельвановский** (Национальный институт развития, по согласованию); доктор экономических наук **С.П. Глинкина** (ФГБУ науки Институт экономики РАН); кандидат технических наук **А.В. Долголаптев** (ОАО «Корпорация Компомаш», по согласованию); доктор экономических наук **В.В. Иванов** (Научно-организационное управление РАН); академик **В.В. Ивантер**; академик **А.А. Кокошин**; член-корреспондент РАН **И.С. Королёв**; академик **Б.Н. Кузык**; академик **Н.П. Лавёров**; академик **А.Г. Лисицын-Светланов**; кандидат экономических наук **Д.А. Митяев** (Федеральное государственное бюджетное научно-исследовательское учреждение Совет по изучению производительных сил РАН и Минэкономразвития РФ, по согласованию); док-

тор экономических наук **В.Ф. Муниров** (Институт Евразийского экономического сообщества, по согласованию); академик **А.Д. Некипелов**; академик **Н.Я. Петраков**; академик **Ю.С. Пивоваров**; академик **В.М. Полтерович**; кандидат технических наук **А.К. Пономарёв** (Институт науки и технологий “Сколково”, по согласованию); кандидат философских наук **М.С. Савин** (ФГБУ науки Институт социально-политических исследований РАН); доктор экономических наук **В.Н. Фридлянов** (Российский гуманитарный научный фонд, по согласованию); академик **Т.Я. Хабриева**; кандидат экономических наук **В.А. Ясинский** (Евразийский банк развития, по согласованию).

Члены совета: доктор экономических наук **М.С. Айрапетян** (Аналитическое управление аппарата Государственной думы ФС РФ, по согласованию); кандидат технических наук **А.Е. Армянский** (Научно-организационное управление РАН); академик **О.Т. Богомолов**; доктор технических наук **Б.Е. Большаков** (Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Московской области Международный университет природы, общества и человека “Дубна”, по согласованию); кандидат экономических наук **В.М. Бондаренко** (Международный фонд им. Н.Д. Кондратьева, по согласованию); доктор экономических наук **Ю.А. Бурлов** (ОАО “Подольск-цемент”, по согласованию); доктор экономических наук **М.П. Бузов** (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Государственный университет по земледелию, по согласованию); доктор экономических наук **А.Е. Варшавский** (ФГБУ науки Центральный экономико-математический институт РАН); доктор экономических наук **Е.Ю. Винокуров** (Центр интеграционных исследований Евразийского банка развития, по согласованию); доктор экономических наук **Я.Д. Вишняков** (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Государственный университет управления, по согласованию); доктор экономических наук **О.С. Виханский** (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, по согласованию); доктор экономических наук **В.М. Волков** (Внешэкономбанк, по согласованию); кандидат экономических наук **Г.В. Генс** (группа компаний “ЛАНИТ”, по согласованию); кандидат филологических наук **В.И. Герасимов** (ФГБУ науки Институт научной информации по общественным наукам РАН); академик **А.О. Глико**; академик **М.К. Горшков**; академик **Е.В. Гришин**; доктор психологических наук **Ю.В. Громыко** (Автономная некоммерческая организация Институт опережающих исследований им. Е.Л. Шифферса, по согласованию);

академик **М.И. Давыдов**; член-корреспондент РАН **В.И. Данилов-Данильян**; доктор экономических наук **М.Г. Делягин** (Институт проблем глобализации, по согласованию); доктор юридических наук **Н.Г. Доронина** (Институт законодательства и сравнительного правоведения при Правительстве РФ, по согласованию); доктор экономических наук **И.И. Дюмулен** (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Всероссийская академия внешней торговли Минэкономразвития России, по согласованию); академик **А.А. Дынкин**; кандидат технических наук **В.В. Евсеев** (Научно-организационное управление РАН); доктор экономических наук **Ю.С. Емельянов** (Международный научно-исследовательский институт проблем управления, по согласованию); доктор экономических наук **Б.А. Ерзнкян** (ФГБУ науки Центральный экономико-математический институт РАН); доктор экономических наук **М.В. Ершов** (ОАО Акционерный коммерческий банк “Росбанк”); доктор экономических наук **А.А. Зарнадзе** (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Государственный университет управления, по согласованию); **П.Б. Зверев** (Бюро Межпарламентской ассамблеи Евразийского экономического сообщества, по согласованию); доктор исторических наук **И.Д. Звягельская** (ФГБУ науки Институт востоковедения РАН); доктор экономических наук **Н.С. Зиядуллаев** (Институт перспективных научных исследований РАН); академик **Е.Н. Каблов**; кандидат экономических наук **П.А. Кадочников** (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Всероссийская академия внешней торговли Минэкономразвития России, по согласованию); доктор экономических наук **Р.М. Качалов** (ФГБУ науки Центральный экономико-математический институт РАН); доктор технических наук **С.А. Качанов** (ФГБУ Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России, по согласованию); доктор экономических наук **С.В. Киселёв** (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, по согласованию); кандидат экономических наук **А.Н. Клепач** (Минэкономразвития России, по согласованию); член-корреспондент РАН **Г.Б. Клейнер**; кандидат экономических наук **А.Б. Кобяков** (Институт динамического консерватизма, по согласованию); кандидат философских наук **Ю.А. Ковалёв** (ФГБУ науки Институт философии РАН); член-корреспондент РАН **М.В. Ковальчук**; доктор экономических наук **Ю.А. Кожанков** (Государственное образовательное учреждение высшего профес-

сионального образования Академия народного хозяйства при Правительстве РФ, по согласованию); доктор экономических наук **Н.И. Комков** (ФГБУ науки Институт народно-хозяйственного прогнозирования РАН); доктор экономических наук **П.А. Красовский** (Департамент технического регулирования и аккредитации Евразийской экономической комиссии); доктор биологических наук **Б.С. Крылов** (ФГБУ науки Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН); академик **А.В. Кряжмский**; академик **Ю.Н. Кульчин**; кандидат экономических наук **А.К. Кушнirenко** (Исполнительный комитет СНГ, по согласованию); доктор экономических наук **Е.Б. Ленчук** (ФГБУ науки Институт экономики РАН); доктор юридических наук, депутат Госдумы ФС РФ **В.Н. Лихачёв**; доктор социологических наук **Л.А. Лозбенко** (Общероссийская организация малого и среднего предпринимательства “Опора России”, по согласованию); доктор социологических наук **В.В. Локосов** (ФГБУ науки Институт социально-экономических проблем народонаселения РАН); академик **В.И. Маевский**; академик **А.А. Макаров**; академик **В.Л. Макаров**; доктор физико-математических наук **Г.Г. Малинецкий** (ФГБУ науки Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН); доктор экономических наук **О.В. Маляров** (ФГБУ науки Институт востоковедения РАН); кандидат технических наук **Н.Т. Мамбеталиев** (Евразийская экономическая комиссия, по согласованию); член-корреспондент РАН **Н.А. Махутов**; доктор экономических наук **О.Е. Медведева** (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Государственный университет управления, по согласованию); кандидат экономических наук **А.Ю. Мелентьев** (“Российский экономический журнал”); академик **П.А. Минакир**; член-корреспондент РАН **Л.Э. Миндели**; доктор экономических наук **А.Ф. Мудрецов** (ФГБУ науки Институт проблем рынка РАН); кандидат технических наук **Е.И. Нейман** (Международная академия оценки и консалтинга, по согласованию); кандидат социологических наук **В.М. Нурков** (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Российская государственная академия интеллектуальной собственности, по согласованию); академик **В.В. Окрепилов**; доктор экономических наук **В.А. Орешкин** (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Всероссийская академия внешней торговли Минэкономразвития России, по согласованию); кандидат экономических наук **А.Н. Павлов** (Национальный институт развития, по согласованию); доктор экономических наук **В.И. Пантин** (ФГБУ науки Институт мировой экономики и международных отношений РАН); академик **В.М. Пашин**; член-

корреспондент РАН **Б.Н. Порфирьев**; академик **Е.М. Примаков**; доктор технических наук **А.В. Путилов** (Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ, по согласованию); доктор исторических наук **К.А. Пшненко** (Межпарламентская ассамблея государств СНГ, по согласованию); академик **С.М. Рогов**; доктор экономических наук **Д.А. Рубвальтер** (Научно-исследовательский институт — Научно-консультативный центр экспертизы Минобрнауки России, по согласованию); кандидат экономических наук **А.В. Рузаев** (Объединённый институт ядерных исследований); академик **В.А. Садовничий**; доктор экономических наук **В.Ю. Саламатов** (Центр международной торговли, по согласованию); доктор экономических наук **С.Н. Сильверстов** (Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего профессионального образования Финансовый университет при Правительстве РФ, по согласованию); доктор экономических наук **В.М. Симчера** (Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего профессионального образования Финансовый университет при Правительстве РФ, по согласованию); член-корреспондент РАН **О.С. Сироткин**; доктор юридических наук **Н.Б. Слюсарь** (Евразийская экономическая комиссия, по согласованию); член-корреспондент РАН **А.Н. Спартак**; академик **И.Д. Спасский**; доктор технических наук **А.В. Старовойтов** (Центр информационных технологий и систем органов исполнительной власти Минобрнауки России, по согласованию); доктор экономических наук **И.Г. Суворов** (Межгосударственный банк СНГ, по согласованию); доктор политических наук **С.С. Сулакшин** (Центр проблемного анализа и государственно-управленческого проектирования, по согласованию); член-корреспондент РАН **В.И. Суслов**; академик **А.И. Татаркин**; академик **М.Л. Титаренко**; академик **В.А. Ткачук**; член-корреспондент РАН **Г.А. Тосунян**; академик **И.Б. Фёдоров**; доктор экономических наук **М.В. Фёдоров** (Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего профессионального образования Уральский государственный экономический университет, по согласованию); **М.Л. Хазин** (Компания экспертного консультирования “НЕРКОН”, по согласованию); доктор физико-математических наук **В.В. Харитонов** (Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ, по согласованию); член-корреспондент РАН **В.А. Цветков**; академик **В.Н. Чарушин**; доктор экономических наук **А.А. Чурсин** (Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Российский университет дружбы на-

родов, по согласованию); член-корреспондент РАН **Г.И. Чуфрин**; **С.И. Шаталов** (Антикризисный фонд Евразийского экономического сообщества, по согласованию); доктор экономических наук **А.В. Шевчук** (Федеральное государственное бюджетное научно-исследовательское учреждение Совет по изучению производительных сил РАН и Минэкономразвития России, по согласованию); кандидат экономических наук **А.А. Широ** (ФГБУ науки Институт народно-хозяйственного прогнозирования РАН); академик **Н.П. Шмелёв**; доктор экономических наук **Ю.В. Яковец** (Международный фонд им. Н.Д. Кондратьева, по согласованию); **Ю.В. Якутин** (Издательский дом “Экономическая газета”, по согласованию).

Иностранные члены совета, по согласованию: доктор экономических наук **А.А. Абишев** (Университет международного бизнеса, Республика Казахстан); иностранный член РАН **А.А. Акаев** (Киргизская Республика); доктор технических наук **С.Г. Арутюнян** (Государственный комитет по науке Минобрнауки Республики Армения); доктор экономических наук **С.Б. Байзаков** (Институт экономики Комитета науки Минобрнауки Республики Казахстан); академик НАН Беларуси **И.В. Войтов** (Государственный комитет по науке и технологиям Республики Беларусь); академик НАН Украины **В.М. Геец** (Институт экономики и прогнозирования НАН Украины); доктор экономических наук **П. Громболл** (Исследовательский центра Группы технологий управления, ФРГ); доктор экономических наук **А.Е. Дайнеко** (Институт экономики НАН Беларуси); член-корреспондент НАН Республики Армения **А.Р. Дарбинян** (Российско-армянский государственный университет, Республика Армения); **О.А. Джандосов** (Центр экономического анализа “Ракурс”, Республика Казахстан); академик АН Республики Таджикистан **М.И. Илолов**; доктор политических наук **Т.А. Мансуров** (Евразийское экономическое сообщество, Республика Казахстан); доктор экономических наук **В.И. Мунтиян** (Представительство Правительства Украины по вопросам СНГ, Республика Украина); доктор экономических наук **Р. Мэтьюз** (Международная лига стратегического управления, оценки и учёта, Соединённое Королевство Великобритании и Северной Ирландии); академик НАН Беларуси **П.Г. Никитенко**; член-корреспондент НАН Киргизской Республики **Р.О. Оморов** (Технопарк НАН Киргизской Республики); доктор наук, профессор **К. Перес** (Лондонская школа экономики, Соединённое Королевство Великобритании и Северной Ирландии); **Дж. Рамос** (Бразильско-российская палата по торговле, промышленности и туризму, Федеративная Республика Бразилия); доктор, профессор **Ф. Рихтер** (Международная организация “Norasis”, Швейцария); доктор экономических наук **О.С. Сабден** (Институт эконо-

мики Комитета науки Минобрнауки Республики Казахстан); **В.М. Сафарян** (Союз отечественных товаропроизводителей Армении); **В.П. Семиноженко** (Государственное агентство по вопросам науки, инноваций и информатизации Республики Украина); доктор экономических наук **В.П. Соловьёв** (Институт научно-технического потенциала и истории науки им. Г.М. Доброва НАН Украины); **Т.М. Сулейменов** (Евразийская экономическая комиссия, Республика Казахстан); **Ф.С. Холбобоев** (Комиссия постоянных представителей Евразийского экономического сообщества, Республика Таджикистан); доктор экономических наук **А.В. Червяков** (Институт экономики, Республика Беларусь); доктор экономических наук **Д.К. Чистилин** (Международный институт развития и самоорганизации им. Саймона Кузнецца, Республика Украина).

- Ввести кандидата физико-математических наук **А.В. Фролова** (Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды) по согласованию в состав бюро Совета РАН по космосу.

Ввести в состав Совета РАН по космосу: доктора технических наук **А.В. Ипатов** (ФГБУ науки Институт прикладной астрономии РАН); доктора физико-математических наук **В.Б. Лапшина** (ФГБУ науки Институт прикладной геофизики им. академика Е.К. Фёдорова Росгидромета, по согласованию); члена-корреспондента РАН **В.А. Черепенина**.

Вывести кандидата технических наук **В.Н. Дядюченко** (Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды) из состава бюро Совета РАН по космосу и ввести в состав Совета.

- Освободить академика **Ю.А. Рыжова** от обязанностей председателя Российского Пагуошского комитета по личной просьбе. За многолетнюю и плодотворную деятельность по руководству Российским Пагуошским комитетом объявить Юрию Алексеевичу Рыжову благодарность.

Назначить академика **А.А. Дынкина** председателем Российского Пагуошского комитета.

- Утвердить главными редакторами журналов Отделения химии и наук о материалах РАН на новый срок (пять лет): академика **В.Т. Калинин** — журнал “Координационная химия” РАН; академика **А.Р. Хохлова** — журнал “Высокомолекулярные соединения” РАН.

- Освободить доктора биологических наук **Е.Б. Бурлакову** от обязанностей главного редактора журнала “Радиационная биология. Радиоэкология” РАН. За многолетнюю научно-организационную работу объявить Елене Борисовне Бурлаковой благодарность.

Утвердить доктора биологических наук **А.В. Рубановича** главным редактором журнала “Радиационная биология. Радиоэкология” РАН сроком на пять лет.

ЮБИЛЕИ

АКАДЕМИКУ Г.П. ГЕОРГИЕВУ — 80 ЛЕТ



Георгий Павлович ГЕОРГИЕВ — выдающийся учёный в области молекулярной биологии, биохимии и генетики, автор около 500 научных публикаций, в том числе 1 монографии. Им в ядрах клеток животных открыта дРНК (РНК с ДНК-подобным нуклеотидным составом, иначе hnRNA), из которой обра-

зуется матричная РНК; обнаружены ядерные рибонуклеопротеидные частицы, содержащие дРНК; изучено строение хромосом и транскрипционно-активного хроматина; дано описание элементов ядерного скелета и выяснена природа ДНК в местах её прикрепления к скелету.

Учёным открыты мобильные генетические элементы в клетках животных; изолировано большое число мобильных элементов разного типа у дрозофилы и мыши и установлена их структура; показано, что большинство повторяющихся фрагментов генома высших организмов относится к мобильным генетическим элементам.

В последние годы Георгий Павлович занимается исследованиями в области молекулярной онкологии. Им установлена важная роль белка

Mts1/S100A4 в метастазировании опухолей; открыт защитный противораковый белок Tag7/PGRPS, исследован механизм его действия и созданы противоопухолевые вакцины, представляющие собой инактивированные опухолевые клетки, трансфецированные конструкциями, обеспечивающими синтез белка Tag7.

Г.П. Георгиев — организатор Института биологии гена РАН, многие годы работал его директором, был главным редактором научного журнала “Генетика”; в настоящее время советник РАН, член бюро Отделения нанотехнологий и информационных технологий, координатор программы Президиума РАН “Молекулярная и клеточная биология”; член Европейской академии наук, Европейского молекулярно-биологического общества, Германской академии естествоиспытателей “Леопольдина”, испанской Королевской академии наук, Академии наук Норвегии, член редколлегии журнала “Наука в России”. Среди его учеников 1 академик РАН, 1 академик НАН Казахстана, 1 академик НАН США, 4 члена-корреспондента РАН, 35 докторов и более 110 кандидатов наук.

Г.П. Георгиев — лауреат Ленинской премии, Государственных премий СССР и РФ, награждён орденами Ленина, “За заслуги перед Отечеством” II, III, IV степеней, “Знак почёта”.

АКАДЕМИКУ А.П. ДЕРЕВЯНКО — 70 ЛЕТ



Анатолий Пантелеевич ДЕРЕВЯНКО — выдающийся учёный-археолог, специалист в области истории первобытной эпохи, организатор науки, автор более 1000 научных публикаций, в том числе 101 монографии. Его работы сыграли большую роль в исследовании вопросов происхождения человека и его расселе-

ния по планете. Им внесён значительный вклад в изучение археологических памятников Северо-Восточной и Центральной Азии, имеющих первостепенное значение для реконструкции древней истории от эпохи палеолита до раннего средневековья, в изучение и сохранение языков и культуры малочисленных народов Сибири.

Учёным выполнены междисциплинарные исследования стоянок первобытного человека на Алтае, в Монголии и Средней Азии, что позволило по-новому взглянуть на процессы, происходившие в каменном веке — этапе мировой истории, когда сформировался биологический облик современного человека, зародились базовые элементы его материальной и духовной культуры.

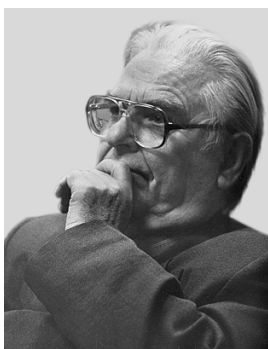
Анатолий Пантелеевич принимал участие в открытии и изучении останков неизвестного ранее подвида *homo sapiens*, получившего название *homo altaiensis*; он возглавляет несколько международных экспедиций, которые проводят уникальные археологические изыскания памятников первобытной эпохи.

А.П. Деревянко — директор Института археологии и этнографии СО РАН, член Президиума РАН, академик-секретарь Отделения ис-

торико-филологических наук РАН, председатель Объединённого учёного совета по гуманитарным наукам СО РАН, создатель и главный редактор серии “Памятники фольклора Сибири и Дальнего Востока” и журнала “Археология, этнография и антропология Евразии”. Среди его учеников 13 докторов и 53 кандидата наук.

А.П. Деревянко — лауреат Государственной премии РФ в области науки и техники, Демидовской премии, премии “Триумф”, награждён орденами “За заслуги перед Отечеством” IV степени, Трудового Красного Знамени, Почёта, Дружбы.

АКАДЕМИКУ И.И. ЕРЁМИНУ — 80 ЛЕТ



Иван Иванович ЕРЁМИН — выдающийся учёный-математик, специалист по теории и методам математического программирования и их приложениям в экономике, распознавания образов и управления, основатель и научный руководитель Уральской научной школы математического программирования и распознавания образов, автор более 200 научных публикаций, в том числе 18 монографий.

Важные результаты получены учёным в области нестационарных процессов оптимизации иерархических систем и итерационных методов решения задач математического программирования, в области теории линейной и выпуклой оптимизации. Использованный им подход к обоснованию сводимости задач линейного и выпуклого программирования к эквивалентным задачам безусловной оптимизации называется *точной штрафной функцией Ерёмкина—Зангвилла*.

Иван Иванович ввёл понятие “несобственная задача математического программирования”, разработал теорию и методы решения таких задач, что привело к созданию нового научного направления в современной теории оптимизации.

И.И. Ерёмин — основатель и научный руководитель Отдела математического программирования Института математики и механики им. Н.Н. Красовского УрО РАН, главный научный сотрудник института, 20 лет был председателем диссертационного совета института; советник РАН; первый заведующий кафедрой математической экономики Уральского государственного университета, профессор Уральского федерального университета и Южно-Уральского государственного университета, председатель оргкомитета регулярной всероссийской конференции “Математическое программирование и приложения”. Среди его учеников 12 докторов и более 30 кандидатов наук.

И.И. Ерёмин — лауреат премий им. Л.В. Канторовича РАН и им. А.Ф. Сидорова УрО РАН, награждён орденами “Знак почёта” и Дружбы.

АКАДЕМИКУ Ю.Н. КУЛЬЧИНУ — 60 ЛЕТ



Юрий Николаевич КУЛЬЧИН — крупный учёный в области фотоники нано- и микроструктур и нанотехнологии, автор и соавтор более 400 научных публикаций, в том числе 6 монографий. Им выполнены исследования физических процессов, обеспечивающих сбор, передачу и обработку информации в фотонных и нанофотонных устройствах; определены пределы возможностей устройств, создаваемых на основе нано- и микроструктур. Под его руководством выполнены пионерские исследования по разработке принципов организации и технологии

функциональных устройств фотоники и нанофотоники.

Ю.Н. Кульчиным проведены исследования жидких гетерофазных нанокомпозитных сред; изучены процессы записи и реконструкции 2-D волноводных и 3-D динамических голограмм, формируемых за счёт процессов нелинейно-оптического взаимодействия пространственно-неоднородных световых волн в фоторефрактивных и полупроводниковых кристаллах, открывшие широкие возможности для создания высокочувствительных адаптивных оптических сенсоров для нанометрологии и мониторинга физических полей.

Под руководством Юрия Николаевича впервые детально исследованы оптические, нелинейно-оптические и биохимические характеристики

морских организмов с биосиликатными скелетообразующими элементами. В результате выполненных работ был открыт и изучен новый вид природных фотонных кристаллов — спиккулы кремниевых морских губок и разработаны биомиметические аналоги их материалов.

Сегодня по инициативе Ю.Н. Кульчина создаётся новое, ориентированное на разработку новых материалов для промышленности, медицины, фотоники и нанoeлектроники научное направление — наноразмерные биосиликатные материалы с заданными структурой и функциями.

Ю.Н. Кульчин — директор Института автоматизации и процессов управления ДВО РАН, заместитель председателя ДВО РАН, заместитель дирек-

тора Школы естественных наук Дальневосточного федерального университета, заведующий кафедрой оптоэлектроники Морского государственного университета, вице-президент Дальневосточного отделения Всероссийского общества “Знание”, член Комиссии РАН по нанотехнологиям, Совета РФФИ, Совета по грантам Президента РФ для государственной поддержки молодых российских учёных и научных школ Российской Федерации, член редколлегий ряда отечественных и зарубежных журналов. Среди его учеников 7 докторов и более 10 кандидатов наук.

Ю.Н. Кульчин — заслуженный деятель науки РФ, почётный работник высшего профессионального образования РФ.

АКАДЕМИКУ Р.А. СЮНЯЕВУ — 70 ЛЕТ



Рашид Алиевич СЮНЯЕВ — известный учёный в области астрофизики и космологии. Полученные им фундаментальные результаты вошли в учебники и университетские курсы теоретической астрофизики и физической космологии как в нашей стране, так и за рубежом.

Учёным совместно с Н.Н. Шакуркой разработана “стандартная” теория дисковой аккреции на чёрные дыры и нейтронные звёзды; выведена формула Сюняева—Титарчука для спектра излучения, формирующегося при комптонизации низкочастотных фотонов в горячей плазме; предсказано влияние акустических волн в ранней Вселенной на угловые флуктуации реликтового излучения и на пространственное распределение галактик — так называемые барионные акустические осцилляции; выявлен эффект Сюняева—Зельдовича, позволяющий использовать скопления галактик в качестве мощного инструмента наблюдательной космологии.

С именем Р.А. Сюняева связано становление рентгеновской астрономии в нашей стране, успех советских и российских орбитальных обсерваторий астрофизики высоких энергий — обсерватории “Рентген” на модуле “Квант” комплекса космической станции “Мир”, орбитальной рентгеновской обсерватории “Гранат” и орбитальной обсерватории гамма-лучей “Интеграл”. Учёный

является научным руководителем готовящейся к запуску рентгеновской орбитальной обсерватории “Спектр—Рентген—Гамма” — крупнейшего совместного проекта России и Германии в области астрофизики для решения фундаментальных вопросов космологии — изучения природы тёмной энергии и тёмной материи, возникновения и роста сверхмассивных чёрных дыр, а также для поиска объектов неизвестной природы. Рашид Алиевич является соруководителем одного из двух инструментов на спутнике “Планк”.

Р.А. Сюняев — заведующий лабораторией теоретической астрофизики Института космических исследований РАН, директор Института астрофизики Общества имени Макса Планка, почётный профессор Казанского федерального университета и Университета Людвиг Максимилиана (Германия), приглашённый профессор Института высших исследований в Принстоне, почётный член академий наук Татарстана и Башкортостана, иностранный член НАН США, Лондонского Королевского общества, НАН Германии “Леопольдина”, Королевской академии наук и искусств Нидерландов, главный редактор журнала “Письма в Астрономический журнал”. Среди его учеников 8 докторов и более 20 кандидатов наук.

Р.А. Сюняев — лауреат Государственной премии РФ, премии им. А.А. Фридмана РАН по гравитации и космологии, премий Киото, Грубера, Хайнемана, Крауфорда и многих других, награждён золотыми медалями Королевского Астрономического общества и Бенджамина Франклина Международного астрономического союза.

ЧЛЕНУ-КОРРЕСПОНДЕНТУ РАН А.Е. АНИКИНУ — 60 ЛЕТ



Александр Евгеньевич АНИКИН — крупный учёный-филолог, автор 200 научных публикаций, в том числе 15 монографий. Широко известны его работы в области русской и славянской этимологии, диалектологии, лексикографии, языковых контактов, а также фольклористики и истории русской поэзии начала XX в.

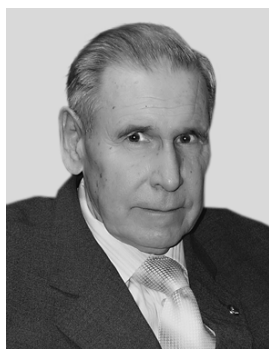
Им выполнены фундаментальные исследования лексической интерференции между русским языком и аборигенными языками Сибири, результатом чего стало издание “Этимологического словаря русских диалектов Сибири (Заимствования из уральских, алтайских и палеоазиатских языков)” и “Этимологического словаря русских заимствований в языках Сибири”. Под редакцией учёного подготовлено и издано четыре тома серии “Памятники фольклора Сибири и Дальнего Востока”. Важным вкладом в изучение истории ареальных контактов уральских и алтайских языков стала написанная при активном участии учёного монография “Самодийско-тунгусо-маньчжурские лексические связи”.

Значительное внимание А.Е. Аникин уделяет вопросам балто-славянского языкознания: в книге “Этимология и балто-славянское лексическое сравнение в праславянской лексикографии” описан значительный пласт лексических элементов, общих для славянских и балтийских языков; специальная монография посвящена описанию заимствований из балтийских языков в лексике русского языка.

В последние годы Александр Евгеньевич работает над созданием “Русского этимологического словаря” (опубликовано уже шесть выпусков), в котором на основе достижений современной этимологии с большой полнотой описывается словарный запас русского языка, включая диалектную, старо- и древнерусскую лексику.

А.Е. Аникин — заведующий сектором русского языка Института филологии СО РАН, член бюро Объединённого учёного совета по гуманитарным наукам СО РАН, руководитель гуманитарной секции Научно-издательского совета СО РАН, член Комиссии по славянской этимологии Международного комитета славистов, член редколлегии серии “Памятники фольклора Сибири и Дальнего Востока”.

ЧЛЕНУ-КОРРЕСПОНДЕНТУ РАН Л.А. ГРИБОВУ — 80 ЛЕТ



Лев Александрович ГРИБОВ — известный учёный-физик, специалист в области теории строения и спектров молекул, квантовой химии и аналитической химии, автор более 600 научных публикаций, в том числе 28 монографий и 4 учебников по общей физике и квантовой химии. Им внесён значительный

вклад в развитие общей теории строения и свойств молекул, разработаны методы расчёта спектров многоатомных молекул и полимеров.

Учёный является одним из создателей нового научного направления — математической химии. Им разработана теория, давшая возможность формализовать важнейшую научную задачу — компьютерный анализ структур молекул по экспериментальным данным, что привело к получению ряда принципиально новых результатов в области основ молекулярного моделирования и к созданию практически реализовавших теорети-

ческие положения экспертных систем для определения структур неизвестных соединений.

Будучи инициатором использования методов теоретической физики в аналитической химии, Л.А. Грибов на основе разработанных им методов генерации спектров молекул разработал теорию безэталонного анализа вещества.

Лев Александрович выполнил большое количество исследований в области молекулярной логики и теории химических превращений молекулярных систем, что позволило сформулировать физические основы современной теории химических реакций с участием сложных молекул. Известны его методологические работы, в которых учёный решал общие проблемы познания молекулярного мира, раскрывал роль моделей при формировании научного знания, объяснял принципы установления количественных связей между характеристиками объекта и измеренными величинами.

Л.А. Грибов многие годы работал заведующим созданной им лабораторией молекулярного моделирования и спектроскопии Института геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского

РАН, а затем заместителем директора института, около 30 лет — заведующим кафедрой физики Российской сельскохозяйственной академии им. К.А. Тимирязева; в настоящее время советник РАН, член учёного и диссертационного советов ГЕОХИ РАН, член бюро Научного совета РАН по аналитической химии, член На-

учно-методического совета по физике Минобрнауки РФ, член редколлегий ряда научных журналов. Среди его учеников 12 докторов и 67 кандидатов наук.

Л.А. Грибов — заслуженный деятель науки РФ, лауреат Государственной премии РФ.

ЧЛЕНУ-КОРРЕСПОНДЕНТУ РАН М.-Р.Д. МАГОМЕДОВУ — 60 ЛЕТ



Магомед-Расул Дибирович **МАГОМЕДОВ** — известный учёный в области общей и популяционной экологии, автор 160 научных публикаций, в том числе 6 монографий и 1 учебно-методического пособия для вузов. Им внесён значительный вклад в изучение механизмов функционирования и устойчивости наземных экосис-

тем, в исследования ресурсного потенциала и структурно-функциональной организации горных экосистем Кавказа и Центральной Азии, в выявление механизмов связи состава кормовых ресурсов с состоянием и устойчивостью популяций различных групп млекопитающих, в изучение факторов деградации и восстановления естественного биопродукционного потенциала пастбищных экосистем Северо-Западного Прикаспия.

Учёным экспериментально установлен феномен энергетического дисбаланса питания животных в природе; выявлены общие и частные трофо-энергетические процессы адаптации млекопитающих, направленные на оптимизацию использования ресурсов среды, онтогенетические и экологические особенности их проявления у животных различных природно-климатических зон Восточного Кавказа, Южной Сибири, Центральной Азии и Северо-Восточной Африки.

М.-Р.Д. Магомедов — директор Прикаспийского института биологических ресурсов Дагестанского научного центра РАН, заведующий кафедрой общей экологии Дагестанского государственного университета, член Президиума ДНЦ РАН, член редколлегий ряда научных журналов. Среди его учеников 5 докторов и 14 кандидатов наук.

М.-Р.Д. Магомедов — заслуженный деятель науки Республики Дагестан, лауреат премии им. В.Е. Соколова РАН.

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



Виктор Данилович **МАЗУРОВ** — крупный учёный-математик, специалист по теории групп, автор более 200 научных публикаций. Им решены проблемы Томпсона о сигнализаторах конечных групп, Янко о sporadic group Рудвалиса, проблема Ши о распознаваемости конечной группы по её порядку и по множеству порядков её элементов, проблемы Линдона о классификации конечных групп внешних автоморфизмов свободных групп, Брауэра о пересечениях силовских подгрупп в конечных группах.

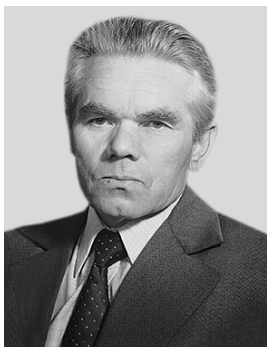
Учёным разработана классификация конечных неразрешимых групп с единичной 2-длиной разрешимых подгрупп, классификация мини-

мальных постановочных представлений конечных простых групп; доказана распознаваемость ряда конечных и бесконечных простых групп по множеству порядков их элементов; доказана локальная конечность групп для некоторых небольших множеств порядков элементов.

В.Д. Мазуров — профессор, заведующий кафедрой алгебры и математической логики Новосибирского государственного университета, заведующий отделом алгебры Института математики им. С.Л. Соболева СО РАН, председатель общественного Комитета Президиума СО РАН по проведению олимпиад школьников, почётный член Американского математического общества. Среди его учеников 7 докторов и более 15 кандидатов наук.

В.Д. Мазуров — заслуженный работник образования РФ, награждён орденом Дружбы.

ЧЛЕНУ-КОРРЕСПОНДЕНТУ РАН П.П. ПАРХОМЕНКО — 90 ЛЕТ



Павел Павлович ПАРХОМЕНКО — известный учёный в области теории дискретных устройств и технической диагностики, автор и соавтор более 100 научных публикаций, в том числе монографии в 2-х томах “Основы технической диагностики”. Учёным получены фундаментальные результаты в области анализа

и синтеза дискретных устройств, теории и методов построения тестов, синтеза структур многопроцессорных вычислительных систем, теории комбинаторных симметричных блок-схем и её применения в коммутации, методологии технической диагностики; сформулирован сам предмет технической диагностики.

Павел Павлович принимал активное участие в разработке ряда государственных стандартов по надёжности технических средств. Он предложил и вместе с коллегами разработал первые в стране программно управляемые средства диагностирования аппаратуры баллистических ракет (совместно с Артиллерийской академией им. Ф.Э. Дзержинского), самолётов (совместно с КБ П.О. Сухого) и др. Он расширил область применения теории во-

просников на ситуации с неравными ценами вопросов, исследовал её применения для оптимизации диагностических процедур и синтеза организационных иерархий.

П.П. Пархоменко был заведующим лабораторией Института автоматики и телемеханики АН СССР (позднее Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН), создал в нём лабораторию логических машин (в дальнейшем — лаборатория технической диагностики и отказоустойчивости); с 1969 г. был организатором и научным руководителем ежегодных школ-семинаров и регулярных всесоюзных совещаний по технической диагностике; в настоящее время главный научный сотрудник, профессор, член дирекции и диссертационных советов, председатель секции технических средств автоматики и вычислительной техники учёного совета Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, заместитель главного редактора журнала “Автоматика и телемеханика”, член редколлегий журналов “Проблемы управления”. Среди его учеников более 20 кандидатов наук.

П.П. Пархоменко награждён орденом Трудового Красного Знамени; ветеран Великой Отечественной войны, награждён орденом Отечественной войны II степени и медалью “За победу над Германией”.

ЧЛЕНУ-КОРРЕСПОНДЕНТУ РАН И.Б. ПЕТРОВУ — 60 ЛЕТ



Игорь Борисович ПЕТРОВ — крупный учёный в области прикладной математики и информатики, автор 180 научных публикаций, в том числе 2 монографий. Им разработан сеточно-характеристический метод и гибридные сеточно-характеристические схемы для численного решения многомерных динамических задач механики деформируемых твёрдых тел, гибридный характеристический метод гладких частиц для численного решения задач противометеоритной защиты и астероидной опасности; численно исследованы процессы высокоскоростного взаимодействия деформируемых тел, воздействия пучков заряженных частиц, лазерного и рентгеновского излучения на композитные и металлические оболочки конечной толщины, динамического деформирования и разрушения оболочек ядерных реакторов и перфорированных конструкций под воздействием интенсивных нагрузок.

Получены численные решения широкого класса задач биомеханики с медицинскими приложениями (моделирование офтальмологических операций, процессов литотрипсии, последствий черепно-мозговых травм и травм суставов, работы сердечных мышц); разработаны механико-математические модели и высокоточные численные методы для решения задач сейсмологии, сейсморазведки углеводородов, сейсмостойкости наземных и подземных сооружений, а также для исследования сложных волновых процессов и процессов деформирования композитных авиационных и орбитальных конструкций.

И.Б. Петров — профессор, заведующий кафедрой информатики, член учёного и диссертационного советов Московского физико-технического института, член диссертационных советов Института прикладной математики РАН и Вычислительного центра РАН, член редколлегий журналов “Математическое моделирование”, “Труды МФТИ” и “Компьютерные исследования и моделирование”. Среди его учеников 1 доктор и 11 кандидатов наук.

И.Б. Петров награждён медалью ордена “За заслуги перед Отечеством” II степени.

ЧЛЕНУ-КОРРЕСПОНДЕНТУ РАН А.А. РАЗБОРОВУ – 50 ЛЕТ



Александр Александрович РАЗБОРОВ — крупный учёный-математик, специалист в области теории сложности вычислений и дискретной математики, автор 73 научных публикаций. Им получены важные результаты в области алгоритмических вопросов комбинаторной теории групп; предложено описание множества реше-

ний произвольной системы уравнений в свободной группе; доказана первая сверхполиномиальная нижняя оценка размера монотонных булевых схем и первая экспоненциальная нижняя оценка размера схем ограниченной глубины в полном базисе с функцией логического сложения; определено фундаментальное понятие “естественное доказательство нижних оценок” в теории сложности вычислений и доказано, что при некоторых стандартных криптографических предположени-

ях проблема перебора не может быть решена с помощью естественных доказательств.

Александром Александровичем получены результаты в теории классической и квантовой коммуникационной сложности и теории сложности доказательств. Учёным создана теория алгебр флагов, позволяющая объединить, обобщить и усилить многие методы экстремальной комбинаторики. С помощью этой теории получен ряд принципиально новых результатов в данном направлении.

А.А. Разборов — член редколлегии ряда научных журналов, в том числе журнала “Известия РАН. Серия математическая”. Среди его учеников 4 кандидата наук.

А.А. Разборов — лауреат премии Московского математического общества, премии Р. Неванлинны Международного математического союза, международной премии К. Гёделя, премии Д. Робинса Американского математического общества.

НАГРАДЫ И ПРЕМИИ

ПРЕМИЯ ИМЕНИ Г.В. ПЛЕХАНОВА 2012 ГОДА — И.Т. КАСАВИНУ



Президиум Российской академии наук присудил премию им. Г.В. Плеханова 2012 г. члену-корреспонденту РАН Илье Теодоровичу Касавину за серию работ “Эпистемология и философия гуманитарных наук”.

Удостоенная премии серия работ, представленная пятью монографиями, посвящена анализу современ-

ных тенденций в эпистемологии и философии гуманитарных наук. В ней впервые обосновано и развито положение о социальной природе и обусловленности познания, показана их дополнительность в контексте производства и потребления социальных смыслов, дано новое типологическое определение понятия знания как единства практического, практически-духовного и концептуально-теоретического освоения мира. Особо концептуализируется междисциплинарное понятие повседневности и даётся синтетическая концепция повседневности, объединяющая аналитический и феноменологический подходы.

Автором формулируется и обосновывается ряд важнейших положений, касающихся синхронических и диахронических связей языка, практической деятельности, сознания и познания. Достоверность результатов данных исследований обеспечивается анализом фактического материала и многообразием применяемых методов. Историко-философский материал подкреплён достижениями социологии, лингвистики, психологии, культурологи, истории.

Труды серии обладают выраженной актуальностью, поскольку содержат новый взгляд на социокультурный аспект познания, играющий важнейшую роль в системе “наука—культура—общество” XXI в. Впервые в России разработаны ключевые понятия социальной эпистемологии, значимость которой для российской философии определяется тем, что в ней синтезируются современные отечественные и зарубежные подходы к анализу знания, сознания, мировоззрения и их роли в современном “обществе знаний”.

Серия работ обладает актуальностью и новизной и представляет результаты научных исследований, которые могут быть широко использованы в исследовательской, методологической, образовательной, просветительской, социально-экспертной деятельности.

ПРЕМИЯ ИМЕНИ А.И. МАЛЬЦЕВА 2012 ГОДА – А.А. МАХНЕВУ



Президиум Российской академии наук присудил премию им. А.И. Мальцева 2012 г. члену-корреспонденту РАН Александру Алексеевичу Махневу за серию научных работ “Конечные группы и их приложения к теории графов”.

Удостоенная премии серия работ посвящена во-

просам описания графов с определёнными окрестностями вершин и групп автоморфизмов графов, а также вопросам классификации конечных простых групп.

А.А. Махнев является признанным научным лидером России в области высокосимметричных графов, создателем научной школы, организатором авторитетных научных конференций. Представленные на соискание премии работы опубликованы в ведущих научных журналах.

ПРЕМИЯ ИМЕНИ В.Н. ИПАТЬЕВА 2012 ГОДА – Ю.М. МИХАЙЛОВУ



Президиум Российской академии наук присудил премию им. В.Н. Ипатьева 2012 г. академику Юрию Михайловичу Михайлову за цикл работ “Научные основы технологий получения перспективных энергетических материалов для ствольных систем вооружения и гражданского применения”.

Удостоенный премии цикл работ посвящён разработке физико-химических основ высокоэнергетических материалов для современного ствольного

вооружения, технологии их получения и реализации в промышленном и опытно-промышленном масштабе.

Автором выполнен комплекс физико-химических исследований энергетических конденсированных систем на основе энергетических низко- и высокомолекулярных соединений (порохов, энергетических связующих, взрывчатых, воспламеняющих, пиротехнических газо- и аэрозоль-генерирующих составов), которые положены в основу новых технологий жизненного цикла боеприпасов ствольных систем вооружения от их получения до утилизации и управления основными характеристиками, а также отдельных изделий гражданского назначения.

ПРЕМИЯ ИМЕНИ П.Н. ЯБЛОЧКОВА 2012 ГОДА – В.Г. ШПАКУ И М.И. ЯЛАНДИНУ



Президиум Российской академии наук присудил премию им. П.Н. Яблочкова 2012 г. члену-корреспонденту РАН Валерию Григорьевичу Шпаку и

члену-корреспонденту РАН Михаилу Ивановичу Яландину за цикл работ по исследованию сверхбыстропротекающих процессов в газоразрядных промежутках.

Удостоенный премии цикл работ посвящён разработке специальной аппаратуры и оригинальных методов и методики для экспериментальных исследований сверхбыстропротекающих процессов на пикосекундной стадии запаздывания импульсного газового разряда. Впервые чётко выделена последовательность процессов, происходящих при подаче высоковольтного импульса с коротким фронтом на катод газоразрядного промежутка, и тем самым полностью описана физика этих процессов.

Сдано в набор 17.01.2013 г.
Офсетная печать

Подписано к печати 18.03.2013 г.
Усл. печ. л. 12.0
Тираж 2010 экз.

Дата выхода в свет 23 ежем.
Усл. кр.-отт. 25.0 тыс.
Зак. 1099

Уч.-изд. л. 12.6
Цена свободная

Формат 60 × 88¹/₈
Бум. л. 6.0

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