

ISSN 0869-5873

Том 94, Номер 12

Декабрь 2024



ВЕСТНИК РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК



НАУКА

— 1727 —

ВСЕПРЕВЕДАШИИ ДЕРЖАВ

СОДЕРЖАНИЕ

Том 94, номер 12, 2024

Общее собрание членов РАН

Преамбула	1063
Развивая академическое наследие <i>Доклад президента РАН академика РАН Г.Я. Красникова</i>	1064
Выступления участников Общего собрания членов РАН	1074
О 300-летнем юбилее РАН, основных результатах работы в отчётном периоде и о приоритетных направлениях её деятельности <i>Постановление Общего собрания членов РАН</i>	1076

Доклады лауреатов Большой золотой медали имени М.В. Ломоносова Российской академии наук 2023 года

<i>Д.М. Климов</i> Актуальные задачи механики и их приложение в технике <i>Доклад лауреата большой золотой медали имени М.В. Ломоносова РАН 2023 года</i>	1084
<i>Х. Альтенбах</i> Реологическое моделирование <i>Доклад лауреата большой золотой медали имени М.В. Ломоносова РАН 2023 года</i>	1090

Наука и общество

<i>А.Р. Бахтизин, Ц. Ву, Б.Р. Хабриев, М.Ю. Сидоренко, З. Ву</i> Гибридные войны современности и национальная безопасность России	1100
--	------

Организация исследовательской деятельности

<i>О.В. Третьякова</i> Перечень ВАК: возможности и ограничения для интеграции в систему оценки научных исследований	1115
---	------

Этюды об учёных

<i>Л.Н. Вячеславов, А.Д. Хильченко, Н.И. Чхало</i> Экспериментатор с широким кругом интересов <i>К 90-летию со дня рождения академика Э.П. Круглякова</i>	1129
<i>Е.А. Нестеров, Р.П. Туркенич, В.И. Халиманович, Е.Н. Корчагин, В.А. Бартенев</i> Создатель сибирского спутникостроения <i>К 100-летию со дня рождения академика М.Ф. Решетнёва</i>	1144

Официальный отдел

Указатель статей, опубликованных в “Вестнике Российской академии наук”, 2024, №1–12	1156
Именной указатель авторов	1160

CONTENTS

Vol. 94, No. 12, 2024

General meeting of RAS members

Preamble	1061
Developing the academic heritage <i>Report by the President of Russian Academy of Sciences, Academician G.Ya. Krasnikov</i>	1064
Speeches by participants of the General Meeting of RAS members	1074
On the 300th anniversary of RAS, the main results of work in the reporting period and on the priority areas of its activities <i>Resolution of the General Meeting of RAS members</i>	1076

Reports by the laureates of the Great Gold Medal named after M.V. Lomonosov Russian Academy of Sciences 2023

<i>D.M. Klimov</i> Actual problems of mechanics and their application in engineering <i>Report by the laureate of the 2023 M.V. Lomonosov Grand Gold Medal of the Russian Academy of Sciences</i>	1084
<i>H. Altenbach</i> Rheological modeling <i>Report by the laureate of the 2023 M.V. Lomonosov Grand Gold Medal of the Russian Academy of Sciences</i>	1090

Science and society

<i>A.R. Bakhtizin, Ts. Wu, B.R. Khabriev, M.Yu. Sidorenko, Z. Wu</i> Hybrid wars of modern times and national security of Russia	1100
---	------

Organisation of research activity

<i>O.V. Tretyakova</i> Higher Certification Commission List: opportunities and limitations regarding the integration into the system for scientific research evaluation	1115
---	------

Profiles

<i>L.N. Vyacheslavov, A.D. Khilchenko, N.I. Chkhalo</i> Experimentator with a wide range of interests <i>On the 90th anniversary of the birth of Academician E.P. Kruglyakov</i>	1129
<i>E.A. Nesterov, R.P. Turkenich, V.I. Khalimanovich, E.N. Korchagin, V.A. Bartenev</i> The creator of Siberian satellite construction <i>On the 100th anniversary of the birth of Academician M.F. Reshetnev</i>	1144

Official section

Index of articles published in the Herald of the Russian Academy of Sciences, 2024, no. 1–12	1156
Authors Index	1160

ОБЩЕЕ СОБРАНИЕ ЧЛЕНОВ РАН

28 мая 2024 г. в Москве, в Большом зале РАН состоялось общее собрание членов Российской академии наук, посвящённое 300-летию юбилею академии. В нём приняли участие заместитель председателя Совета Безопасности Российской Федерации Д.А. Медведев, заместитель председателя Правительства Российской Федерации Д.Н. Чернышенко, первый заместитель председателя Государственной думы ФС РФ А.Д. Жуков, заместитель председателя Совета Федерации ФС РФ К.И. Косачёв, министр науки и высшего образования РФ В.Н. Фальков, министр здравоохранения РФ М.А. Мурашко, руководитель Федерального медико-биологического агентства В.И. Скворцова, а также председатели профильных комитетов Государственной думы и Совета Федерации, представители министерств, академий образования, художеств, архитектуры и строительных наук, государственных корпораций, президенты и вице-президенты академий наук стран СНГ и БРИКС. Д.А. Медведев и А.Д. Жуков выступили с приветствиями в адрес участников Общего собрания членов Российской академии наук.

Как отметил заместитель председателя Совета Безопасности РФ Д.А. Медведев, за три столетия своего существования Российская академия наук внесла колоссальный вклад в развитие и становление нашего государства и общества, подарила миру выдающихся учёных, передовые идеи и признанные научные школы, во все времена была движущей силой открытий, изобретений, достижений, которыми мы по праву гордимся.

Сегодня, когда Россия проходит через самый сложный период своей истории, ожидания, связанные с отечественной наукой, особенно высоки: достойно ответить на вызовы, с которыми столкнулась Россия, невозможно без качественной экспертной основы, без выработки ключевых государственных решений, в принятие которых должна быть в полной мере вовлечена Академия наук. С этим связано решение Президента РФ о включении главы РАН Г.Я. Красникова в состав Совета Безопасности РФ.

Российская академия наук создавалась как своего рода интеллектуальный штаб государства, ей отведена ключевая роль в реализации крупнейших программ, связанных с обеспечением научного и технологического суверенитета нашей страны, отметил Д.А. Медведев. Это не только экспертиза государственных заданий и проектов, но и стратегически значимые инициативы по важнейшим государственным высокотехнологичным проектам, таким как квантовые вычисления и коммуникации,

технологии получения новых материалов и веществ, перспективные космические системы и многое другое. Руководство страны рассматривает, что академия будет уделять особое внимание обеспечению безопасности – сегодня это не дань традиции, не фигура речи, а прямая необходимость, включая продовольственную и биологическую безопасность, борьбу с угрозами в киберпространстве и т.д. Фундаментальные и поисковые исследования позволяют предлагать уникальные идеи и решения, которые становятся основой для разработки перспективных видов вооружения, обеспечивая обороноспособность страны. Достижения отечественных учёных делают нас сильнее и приближают победу.

Государство принимает последовательные меры для повышения статуса Академии наук, расширяя её возможности и полномочия. В частности, в повестку дня включён вопрос о создании попечительского совета РАН. Это в известной мере возврат к академическим традициям. Принятые поручения позволят учёным добиваться прорывных научных результатов и эффективно распределять выделяемые ресурсы. Да, нам пытаются создать некомфортные условия, в том числе и для научной деятельности. Но Д.А. Медведев высказал уверенность, что этот период научное сообщество пройдёт успешно, возможно, даже достигнет неожиданных результатов, потому что, как это ни парадоксально, ограничения способствуют творчеству.

Первый заместитель председателя Государственной думы ФС РФ А.Д. Жуков присоединился к поздравлениям в адрес Академии наук, подчеркнув, что сегодня особенно важна совместная работа всех государственных структур, что РАН должна быть в полном объёме интегрирована в принятие важнейших государственных решений. Государственная дума в своей законодательной деятельности активно пользуется поддержкой академического сообщества, в том числе в области экспертизы актуальных законопроектов. Можно назвать любые законодательные инициативы, будь то налоговое законодательство, вопросы здравоохранения, генетики и т.д., по которым Академия наук обеспечивает экспертизу.

По поручению председателя Государственной думы за достижения в научно-исследовательской деятельности и вклад в социально-экономическое развитие страны А.Д. Жуков вручил президенту РАН Г.Я. Красникову почётную грамоту Государственной думы ФС РФ, которой награждена Российская академия наук. Это высшая награда законодательного органа страны.

ОБЩЕЕ СОБРАНИЕ ЧЛЕНОВ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

РАЗВИВАЯ АКАДЕМИЧЕСКОЕ НАСЛЕДИЕ

ДОКЛАД ПРЕЗИДЕНТА РАН АКАДЕМИКА РАН Г.Я. КРАСНИКОВА

Российская академия наук, Москва, Россия

**E-mail: g_krasnikov@pran.ru*

Поступила в редакцию 27.09.2024 г.

После доработки 18.12.2024 г.

Принята к публикации 19.12.2024 г.

Ключевые слова: Российская академия наук, экспертная деятельность, научно-методическое руководство, управление научными исследованиями, научно-технологическая независимость, Российский научный фонд, Высшая аттестационная комиссия, издательство “Наука”, Российский центр научной информации.

DOI: 10.31857/S0869587324120018, EDN: RJAMWS

Глубокоуважаемый Дмитрий Анатольевич, уважаемые коллеги!

Сегодняшнее Общее собрание особенное для всех нас: оно проходит в год 300-летия Российской академии наук. Это большой и яркий юбилей, с ко-

торым я ещё раз поздравляю всех членов Академии, работников отделений, академических институтов, всех российских учёных. 8 февраля в торжественном мероприятии в честь юбилея Академии наук принял участие Президент России Владимир Вла-



На торжественном мероприятии в честь 300-летия Российской академии наук выступил с приветствием и вручил государственные награды выдающимся учёным Президент России В.В. Путин

димирович Путин. Он отметил, что академическое наследие, тот огромный потенциал и опыт, который за три столетия накопила Академия, абсолютно бесценны.

В истории Российской академии наук немало ярких страниц, но были и непростые для государства и науки времена. Это и 1990-е годы, и рубежный период начала XX века, и события более ранних лет. Но самое главное – что бы ни происходило, Академия наук сумела вместе со страной преодолеть все сложности и сохранила свои традиции, которые были заложены при её основании. Академия наук сохраняет преемственность в работе, в том числе благодаря выборности её членов. Так, академики царской России выбирали будущих членов Академии наук СССР. А академики советского периода избрали членов Российской академии наук.

Кроме того, Академия наук укрепила ключевые для науки принципы – открытость, публичное обсуждение научных результатов, свободу научных дискуссий. Она славится своими научными школами, которые продолжали развиваться на протяжении всей её истории.

Отмечу, что решением 42-й Ассамблеи ЮНЕСКО юбилей Российской академии наук включён в календарь мировых памятных дат.

В этом году мы отмечаем целый ряд значимых для российской науки юбилеев. В их числе 95 лет с создания Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук имени В.И. Ленина (ВАСХНИЛ), первым президентом которой стал академик Николай Иванович Вавилов. Также исполняется 80 лет со дня основания Академии медицинских наук, созданной академиком Николаем Ниловичем Бурденко и другими выдающимися учёными. Она внесла важный вклад в развитие отечественной и мировой медицины. Сегодня эти организации входят в состав

Российской академии наук. И дело основателей, членов этих академий достойно продолжают наши отделения медицинских и сельскохозяйственных наук.

Сегодня авторитет Академии наук укрепляется. Мы ощущаем внимание и поддержку со стороны Президента России Владимира Владимировича Путина, органов государственной власти. Они отражаются в указах Президента, постановлениях Правительства России, решениях Совета Федерации и Государственной думы.

В связи с юбилеем Российской академии наук свыше 300 членов, работников Академии и институтов были удостоены государственных наград – орденов и медалей. Нашим учёным вручили около 600 почётных грамот и благодарностей Президента Российской Федерации. И конечно, знаком глубокого признания труда наших учёных служит присвоение им звания Героя Страны. Сегодня в числе членов Академии 33 Героя Советского Союза и Российской Федерации, Героя труда, 18 полных кавалеров ордена “За заслуги перед Отечеством”.

Как часто бывало в истории, в настоящее время перед нашей страной вновь стоят серьёзные вызовы. Они требуют совершенно другого, нового подхода к управлению научными исследованиями. Если раньше передовые технологии можно было купить за рубежом, то сегодня перед Россией стоит задача обретения научно-технологической независимости. И здесь мы должны рассчитывать на свои силы.

Этот подход требует, чтобы Академия наук была полностью интегрирована в процесс управления наукой. Раньше участие Академии в этом вопросе ограничивалось согласованием кандидатур руководителей институтов, экспертизой тематик госзаданий и отчётов по ним. Фактически выбор научных



Юбилейная медаль “300 лет Российской академии наук”

направлений был полностью предоставлен руководству институтов. К чему это привело? Сегодня в подавляющем большинстве институтов нет утверждённой Академией долгосрочной программы научных исследований. Соответственно, нет и должного мониторинга научной деятельности.

Анализ последних двух лет показал, что значительную тематику госзаданий не соответствуют профилю институтов. Кроме того, в рамках Программы фундаментальных научных исследований большое количество приоритетных тематик исследований, а значит, перспективных, нужных уже сейчас для страны тем, не охвачено госзаданием. Или же другая ситуация. Есть настолько популярные темы, что одной тематикой иногда занимаются десятки организаций. Эта ситуация требует вмешательства, поскольку фундаментальные, поисковые исследования должны вестись широким фронтом, чтобы максимально охватить каждое научное направление.

Мы провели большую работу по выработке новых принципов научно-методического руководства, которые нашли поддержку руководства страны и были зафиксированы в поручениях Президента России. Поручения Президента от 6 мая 2024 года усиливают ведущую роль Академии наук в научно-методическом руководстве деятельностью академических институтов независимо от их ведомственной принадлежности. Это значит, что наши тематические отделения должны утвердить долгосрочные программы исследований для институтов, находящихся под научно-методическим руководством Российской академии наук. Они должны наладить глубокий мониторинг выполнения научных исследований. Наши тематические отделения также должны совместно с научными советами, высокотехнологичными компаниями, ведомствами формировать банк востребованных исследований. Необходимо, чтобы тематические отделения до конца этого года сформировали программу заданий для институтов на 2026 год, чтобы все перспективные направления научных исследований были охвачены госзаданием. Там, где будет много заявок на одну тематику, тематические отделения должны определить лучшие научные коллективы. Тем, кто не попал в это число, следует предложить в рамках лимитов по финансированию выбрать другие тематики, ещё не охваченные исследовательскими коллективами или же из банка востребованных работ.

Роль научных советов РАН также будет усиливаться. Сегодня при президиуме РАН работают 44 научных совета, 9 комитетов, 18 комиссий. Более 100 научных советов работают при отделениях РАН. Состав этих советов сегодня меняется за счёт участия представителей вузовской, отраслевой науки, высокотехнологичных компаний, министерств и ведомств.

Одной из ключевых задач Академии остаётся экспертная деятельность. Количество экспертиз, которые выполняет Академия, стабильно растёт: в 2023 году по сравнению с предыдущим годом оно увеличилось в полтора раза – до 75 тысяч экспертных заключений. Причём Академия проводит экспертизу по самому широкому кругу направлений, в том числе важных стратегических проектов, правительственных “дорожных карт”. Мы продолжаем добиваться того, чтобы экспертиза РАН была окончательной и не подлежала пересмотру другими ведомствами, как это было ранее. Сегодня мы плотно работаем со Счётной палатой, которая помогает нам в этом вопросе.

Отдельно скажу, что особо важен для нас вопрос развития образования. В 2018 году Российская академия наук перестала проводить экспертизу школьных учебников. Считаем, что это не пошло образованию на пользу. Ведь очень важно, чтобы учебники отражали современное научное представление о явлениях, законах природы, содержали выверенную оценку исторических событий. Не менее значимый вопрос – физическая, психологическая готовность школьников в том или ином возрасте освоить материал, понять его. Этому было посвящено недавнее заседание президиума Российской академии наук с участием членов Российской академии образования, где мы внимательно рассматривали весь комплекс вопросов, связанных в том числе со здоровьем детей.

О необходимости возврата Академии наук к экспертизе учебников говорил и глава государства Владимир Владимирович Путин как в ходе нашей двусторонней встречи, так и в своём выступлении на торжественном собрании в честь 300-летия Академии наук. Эта тема звучала и в рамках Правительственного часа в Совете Федерации. По итогам обсуждения председатель Совета Федерации Валентина Ивановна Матвиенко, вице-спикер Константин Иосифович Косачёв, глава Комитета по науке, образованию и культуре Лилия Салаватовна Гумерова внесли в Государственную думу законопроект об обязательном участии РАН в экспертизе учебников.

В конце прошлого года началось финансирование 6-й Подпрограммы “Фундаментальные и поисковые научные исследования в интересах обороны страны и безопасности государства”. Отмечу, что эта программа не финансировалась более 20 лет. В 2024 году финансирование существенно увеличилось, и мы планируем, что оно вырастет и в следующем году. Для управления подпрограммой создан Научно-координационный совет, который является её главным управляющим органом. Его возглавляет вице-президент РАН академик Сергей Леонидович Чернышёв. В Совет входят руководители 14 экспертных групп по основным научным направлениям, связанным с обороной и безопасностью государства.



В историческом здании на Университетской набережной (на фото слева) размещается созданное в 2023 г. Санкт-Петербургское отделение РАН

Выполнение этой подпрограммы принципиально важно для безопасности нашей страны. Она построена таким образом, что заказчиками выступают генеральные конструкторы и руководители приоритетных технологических направлений Российской Федерации. Они сами формируют нужные им направления фундаментальных и поисковых исследований для создания новых образцов вооружения, военной и специальной техники. Именно они прежде всего заинтересованы в научных результатах, а затем будут заниматься их внедрением.

Очень важно сегодня наращивать взаимодействие с Российским научным фондом. Совсем недавно его возглавил член-корреспондент РАН Владимир Александрович Беспалов. Мы уже договорились с руководством Фонда расширять сотрудничество и совершенствовать механизмы грантовой поддержки исследований, чтобы синергия с Академией росла.

Стабильное, достаточное финансирование фундаментальной науки как основы развития экономики, общества, научно-технологического суверенитета России — ключевое условие обеспечения национальной безопасности.

Академия наук предлагает Правительству России увеличить финансирование фундаментальной науки в среднесрочной перспективе к 2027 году до 0.4% ВВП в соответствии с графиком. Это среднее значение расходов на фундаментальные научные исследования среди развитых стран и крупнейших стран с формирующимися рынками. В дальнейшем предлагается нарастить финансирование до уровня,

сопоставимого с показателями стран-лидеров научно-технологического развития. Объём этих средств обсуждался и был утверждён на заседании президиума РАН. Считаю, что такой подход надо поддерживать.

Особое внимание президиум РАН уделяет поддержке членов нашей Академии. С 1 января нынешнего года ежемесячная выплата за звание академика и члена-корреспондента РАН была увеличена. В соответствии с поручением Президента России от 6 мая 2024 года ежемесячные выплаты членам РАН с 1 января 2025 года будут повышены и составят 200 тысяч рублей для академиков и 100 тысяч рублей для членов-корреспондентов РАН.

Мы продолжим расширять возможности медицинского сопровождения членов нашей Академии, которые живут и трудятся в регионах нашей страны. В этом нам оказывает серьёзную поддержку и помощь Федеральное медико-биологическое агентство России и её руководитель, член-корреспондент РАН Вероника Игоревна Скворцова.

Отдельно скажу, что каждый случай, когда члены РАН оказываются в непростой жизненной ситуации, является для нас предметом пристального внимания. Особенно чувствительны сюжеты, где нашим учёным предъявляют обвинения в нарушении законов. Разумеется, причины такого рода дел разные, и очень важно сохранять в неизблемости принцип, заложенный в нашем законодательстве, — принцип беспристрастного и объективного расследования. Однако это не значит, что мы наблюдаем за этим процессом со стороны. Хочу подчеркнуть, что каждый подобный случай прорабатывается

лучшими специалистами в области права. Когда это возможно, мы оказываем нашим учёным правовую поддержку, помогаем с организационными вопросами. Не оставляем без внимания тех, кто по незнанию или оплошности оказался в беде и сейчас оторван от научной работы. Хочу ещё раз это подчеркнуть.

Несколько слов о региональной политике. Санкт-Петербургское отделение Российской академии наук, созданное в прошлом году, сейчас уже окончательно оформлено и активно работает. Оно стало четвёртым региональным отделением РАН. Сегодня в составе отделения трудятся 186 членов Академии наук. В июле этого года в Санкт-Петербурге состоится выездное заседание президиума РАН в историческом здании на Университетской набережной дом 5, где до 1934 года располагался президиум Академии наук.

Мы ориентируем наши региональные отделения в том числе на решение научных задач, актуальных для каждого региона. Не буду останавливаться на конкретных примерах, но скажу, что они связаны в том числе с такими вопросами, как изменение климата, экология, освоение минерально-сырьевой базы.

Отдельно подчеркну, что мы продолжаем активно работать с Югом России. Это очень важный регион, где проживает порядка 25 миллионов человек и где также есть свои региональные задачи. Сюда входят не только два федеральных округа – Южный и Северо-Кавказский, но и Крым, Севастополь, а также новые субъекты Федерации – Донецкая и Луганская народные республики, Запорожская и Херсонская области. С Южной ассоциацией научных учреждений регулярно, несколько раз в год, проводим встречи, которые помогают оперативно, в личном контакте решать многие вопросы. Очередное заседание Ассоциации запланировано на июль этого года.

10 апреля этого года в Академии наук состоялось первое заседание обновлённого Совета по региональной политике, председателем которого является вице-президент РАН академик Владислав Яковлевич Панченко. На нём были рассмотрены актуальные вопросы формирования региональной политики, развития научного, образовательного и промышленного потенциала на территории субъектов Российской Федерации, научно-методического обеспечения решения проблем территориального развития.

Всё более значимым становится международный аспект нашей деятельности. Сегодня академическая площадка продолжает быть одной из самых комфортных для поддержания международных связей. Совместно с Министерством иностранных дел РФ мы развиваем научную дипломатию. Академия наук остаётся участницей свыше 40 международных организаций, с которыми мы в настоящее время со-

трудничаем. В настоящее время в Академии наук числятся свыше 430 иностранных членов из 55 стран мира. Некоторые из них присутствуют в этом зале.

Хотел бы поприветствовать президента Национальной академии наук Азербайджана Ису Акпер оглы Габибейли, президента Национальной академии Республики Армения Ашота Серобовича Сагяна, вице-президента Национальной академии наук Республики Казахстан при президенте Республики Казахстан Ляззат Тасболатовну Ералиеву.

29 мая в РАН состоится заседание глав академий наук стран БРИКС+ с участием делегаций Федеративной Республики Бразилия, Арабской Республики Египет, Республики Индия, Исламской Республики Иран, Китайской Народной Республики, Федеративной Демократической Республики Эфиопия, Южно-Африканской Республики.

Активно сотрудничаем с Национальной академией наук Беларуси в рамках Союзного государства, академиями других стран СНГ, участвуем в работе Шанхайской организации сотрудничества, Евразийского экономического союза и других международных организаций.

На Общее собрание членов РАН, состоявшееся 12–13 декабря 2023 года, приехала заместитель Генерального директора ЮНЕСКО по естественным наукам Лидия Брито и совместно с заместителем председателя Правительства РФ Дмитрием Николаевичем Чернышенко вручала награды лауреатам Международной премии ЮНЕСКО–России имени Д.И. Менделеева за достижения в области фундаментальных наук: академику РАН Ирине Петровне Белецкой и профессору Александру Клаусу Мюллеру (Германия). На сентябрь текущего года запланировано 37-е заседание Совета Международной ассоциации академий наук, а также целый ряд других мероприятий с международным участием.

В перечне поручений, которые Президент России Владимир Владимирович Путин подписал по итогам участия в торжественном мероприятии в честь 300-летия Российской академии наук, есть поручения о включении в структуру РАН издательства “Наука” и Российского центра научной информации. В настоящее время в соответствии с “дорожной картой” идёт работа по включению их в состав Российской академии наук.

В прошлом году мы касались вопроса передачи издательства “Наука” Академии. Нельзя не отметить значимость этого события. Издательство “Наука” осуществляло выпуск научных журналов РАН начиная с даты основания каждого журнала до 2018 года. А сама история издательства, которое всегда работало вместе с Академией наук, насчитывает почти 300 лет – оно всего на четыре года моложе РАН. В феврале этого года было принято постановление Правительства РФ, определившее издательство “Наука” единственным поставщиком услуг по из-

данию коллекции научных журналов РАН, и 29 марта Академия подписала с ним контракт. Документы определяют сроки и порядок издания 141 научного журнала в 2024 году. Сегодня на платформе Российского центра научной информации размещены материалы 524 научных журналов, в том числе 141 научного журнала Российской академии наук. Активированы в системе “Crossref” 10500 DOI статей научных журналов РАН за 2023 год. Кроме того, планируем создать в рамках Академии наук единую отечественную базу научных данных. Существующие сейчас базы – частные, по своему формату они не вполне подходят для работы учёных. Приступаем к созданию мощного издательского дома Российской академии наук.

Подготовка кадров для науки – это принципиальный вопрос. Мы продолжаем совершенствовать проект “Базовые школы РАН”. Совместно с Министерством просвещения РФ уже выработали подходы к его дальнейшему развитию. Также работаем с образовательным фондом “Талант и успех” по развитию олимпиадного движения, поддержке молодых талантов. Так, весьма успешен пример викторины юных физиков, которую уже несколько лет проводит Отделение физических наук РАН. Вскоре стартует и новая олимпиада для школьников – от Отделения химических наук. Прорабатываем с Министерством науки и высшего образования РФ вопрос о том, чтобы победители олимпиад РАН имели преференции при поступлении в вузы.

Отдельный вопрос – подготовка и аттестация научных кадров. Президентом России даны поручения Правительству принять организационные, финансовые и правовые меры, которые должны обеспечить руководство деятельностью Высшей аттестационной комиссии со стороны РАН. На данный момент в разработке находится “дорожная карта” по переходу ВАК под эгиду Академии. Рассчитываем в нынешнем году закончить все необходимые процедуры. Председателем ВАК станет один из вице-президентов РАН. Учёный секретарь ВАК также будет представителем Академии, а экспертные советы ВАК теперь будут проходить в Российской академии наук.

Мы внимательно проанализируем все подходы, которые за последние годы были внедрены в работу ВАК. Ведь для подготовки будущих научных кадров, кадров высшей квалификации очень важно, чтобы методики аттестации соответствовали самым высоким требованиям, были продуманы и последовательными. И конечно, особо важным является вопрос формирования единого перечня журналов – для публикации результатов научных исследований, как для соискателей диссертаций, так и для выполнения госзаданий.

Юбилейный год – это хорошая возможность рассказать о работе Академии наук широкой общественности. В 2024 году образовательные меро-

приятия, посвящённые РАН, прошли на площадке Международной выставки-форума “Россия”. Снят и вышел в эфир документальный фильм, посвящённый Академии наук, который был показан на федеральных телеканалах. Продолжается работа над созданием качественного, интересного научно-популярного контента при участии Академии.

К Общему собранию увидел свет двухтомник по истории Академии наук. Это масштабный труд, который охватывает три столетия научного поиска, он подготовлен при участии Архива РАН.

21 июня в Государственном музее архитектуры имени Щусева откроется художественная выставка “Конструкторы науки”, приуроченная к 300-летию юбилею РАН. Пользуясь случаем, хотел бы пригласить всех вас её посетить. И конечно, мы продолжим работу по повышению престижа труда учёных, освещению значимых научных результатов в рамках Десятилетия науки и технологий.

О ВАЖНЕЙШИХ НАУЧНЫХ ДОСТИЖЕНИЯХ, ПОЛУЧЕННЫХ РОССИЙСКИМИ УЧЁНЫМИ В 2023 ГОДУ

По традиции часть доклада президента РАН Общему собранию – это представление ключевых научных достижений российских учёных. Остановлюсь на нескольких ярких примерах.

Отделение математических наук РАН. Коллективом Института прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН предложена двухуровневая схема оптимизации перелёта “Земля–Марс” малого космического аппарата по гибридной схеме: отлёт от Земли с помощью разгонного блока с двигателем большой тяги, а в дальнейшем перемещение в межпланетном пространстве с выходом на расчётную траекторию вокруг целевой планеты с помощью двигателей малой тяги. Задача решается на основе принципа максимума Понтрягина. Используются полученные экспериментальные параметры двигательной установки и учитывается необходимость дополнительных затрат рабочего тела на парирование эксцентриситета тяги. Показана связь между величиной гиперболического избытка скорости и числом активных участков траектории.

Важно, что реализация схемы не требует разработки новых средств запуска космических аппаратов и позволяет с использованием существующей элементной базы с незначительными доработками в короткие сроки реализовывать относительно недорогие межпланетные миссии.

Отделение физических наук РАН. Коллективом Национального исследовательского центра “Курчатовский институт”, Федерального научно-исследовательского центра “Кристаллография и фотоника” РАН, Института проблем технологии микроэлектроники и особочистых материалов РАН

и Балтийского федерального университета имени Иммануила Канта выполнена работа “Субмикронная фокусировка синхротронного излучения с использованием нанофокусирующих составных преломляющих линз из кремния”. Впервые на Курчатовском источнике синхротронного излучения (“КИСИ–Курчатов”) реализована субмикронная фокусировка пучка синхротронного излучения с использованием планарных составных преломляющих линз (СПЛ).

Для фокусировки использовали планарные нанофокусирующие СПЛ с апертурой 50 мкм, сформированные с применением технологий микроstructuring поверхности кремния. С целью определения поперечного размера сфокусированного пучка был применён новый метод, заключающийся в изменении угловой расходимости пучка синхротронного излучения после прохождения им составных преломляющих линз с использованием совершенного монокристалла. Полученные экспериментальные данные продемонстрировали, что кремниевые СПЛ способны фокусировать когерентный пучок синхротронного излучения до размера менее 50 нм.

Отделение нанотехнологий и информационных технологий РАН. Коллективом Научно-технологического центра микроэлектроники и субмикронных гетероструктур РАН выполнена работа “III-N гетероструктуры на подложках кремния диаметром до 200 мм”. Я хотел бы отметить, что авторы этой уникальной работы – ученики нобелевского лауреата академика РАН Жореса Ивановича Алфёрова – реализовали его идею объединить в гетероструктуре арсенид галлия, мышьяк, алюминий, нитрид галлия на кремнии. Изучен эпитаксиальный рост гетероструктур с барьерными слоями AlGaIn высокого состава (до 50%) и толщиной 3–10 нм методом газовой фазной эпитаксии на подложках Si (111) диаметром до 76 мм. Исследованы структурные и электрофизические параметры гетероструктур в зависимости от условий выращивания. Получены транзисторные структуры с концентрацией электронов в двумерном канале более $1.7 \times 10^{13} \text{ см}^{-2}$. Из выращенных гетероструктур созданы СВЧ-транзисторы, имеющие плотность мощности более 5 Вт/мм (28В), КПД > 60% (1ГГц) и крутизну передаточной характеристики – 320 мСм/мм. Выращены прототипы AlGaIn/GaIn гетероструктур для НЕМТ транзисторов на подложках кремния диаметром 200 мм, характеризующиеся подвижностью электронов – 1500–1600 $\text{см}^2/\text{В} \times \text{с}$ и их концентрацией – $1.1–1.2 \times 10^{13} \text{ см}^{-2}$. Очень важно, что работы выдающихся учёных продолжают и приводят к замечательным результатам.

Отделение химии и наук о материалах РАН. Коллективом Института органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН выполнена работа “Адаптивный динамический Ni и Pd катализ для универсального органического синтеза”.

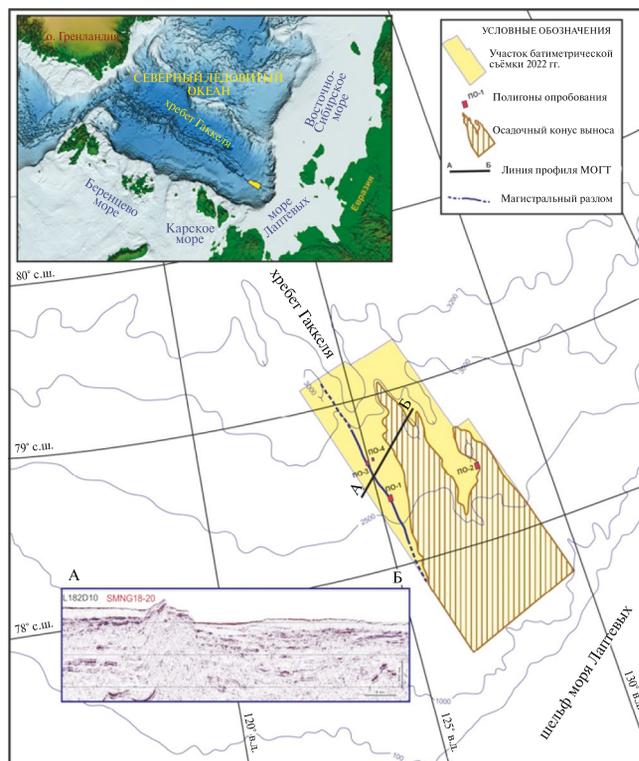
В основе всех современных химико-технологических процессов: нефтепереработки, получения полимеров, фармацевтики – лежат каталитические реакции. Впервые разработан новаторский подход к синтезу универсальных никелевых катализаторов с использованием видимого света в комплексных соединениях никеля. Особенность подхода заключается в способности каталитической системы самонастраиваться, что позволяет провести химические реакции для множества различных классов соединений. То есть появляется универсальность. Было открыто динамическое формирование различных никелевых комплексов, один или несколько из которых обеспечивают протекание той или иной реакции синтеза важного продукта. Таким образом, разработанный синтетический метод предоставляет простую, но в то же время предсказуемую платформу для реакций кросс-сочетания $\text{C}(\text{sp}^2)\text{--X}$, упрощающую текущий подход к отбору условий реакций для конкретных химических трансформаций.

Отделение биологических наук РАН. Коллективом Института биоорганической химии им. академиком М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН выполнена работа “Обеспечение контролируемой фармакокинетики и фармакодинамики нового класса клеточных противораковых препаратов на основе CAR-T”. Применение модифицированных T-клеток пациента, несущих химерный антигенный рецептор (CAR), получило широкое распространение в лечении онкологических заболеваний. Однако этот революционный подход имеет существенные ограничения из-за возможности возникновения цитотоксического шторма. Для обеспечения контролируемой фармакокинетики и фармакодинамики нового класса клеточных противораковых препаратов на основе CAR-T и возможной отмены действия препарата предложено использовать в качестве опухоли-направляющего модуля антитела с остатком лизина, способного участвовать в каталитическом акте образования обратимой ковалентной связи с гаптенем 1,3-дикетона. Таким образом, активность каталитического химерного антигенного рецептора можно регулировать благодаря концентрации низкомолекулярных адапторов – субстратов каталитического CAR-T. Подобные низкомолекулярные “переключения” цитотоксичности и специфичности T-клеток посредством антиген-независимого “универсального” CAR могут улучшить контроль и профиль безопасности клеточной иммунотерапии на основе CAR.

Отделение наук о Земле РАН. Коллективы Геологического института РАН, Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Всероссийского научно-исследовательского геологического института им. А.П. Карпинского научно обосновали расширение внешней границы континентального шельфа России в Арктике, южное окончание подводного хребта Гаккеля. В результате обработки

геолого-физических материалов специальной морской экспедиции “Арктика-22” в рельефе дна Северного Ледовитого океана на южном окончании хребта Гаккеля выявлена структурно-асимметричная рифтовая долина, мощный корпус выноса осадочного материала со стороны шельфа моря Лаптевых и зон разлома. Этот специфичный карбонатный материал формируется в холодноводных условиях. Полученные данные свидетельствуют о геологической непрерывности южной части хребта Гаккеля и окраины моря Лаптевых, что является одним из необходимых условий классификации хребта Гаккеля как подводного хребта. На основании параграфа 6 ст. 76 Конвенции ООН по морскому праву здесь применим лимит в 350 морских миль для проведения государственной границы Российской Федерации, установлении внешней границы континентального шельфа в Северном Ледовом океане. Результаты этой работы позволили нашей стране прирасти сотнями тысяч квадратных километров территории.

Отделение энергетики, машиностроения, механики и процессов управления РАН. Коллективами Института проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН и Санкт-Петербургского государственного морского технического университета выполнено научное обоснование эксплуатации робототехнической системы на морской ледостойкой стационарной платформе “Приразломная”. Робот облег-



В результате обработки материалов экспедиции “Арктика-22” научно обосновано расширение внешней границы континентально шельфа России в Арктике



Институтом проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН совместно с Санкт-Петербургским государственным морским техническим университетом по заказу ПАО “Газпром нефть” научно обосновано применение робототехнической системы для проведения регламентных работ на морской ледостойкой стационарной платформе “Приразломная”

чает проведение регламентных работ при ежегодной инспекции основания кессона. Проектирование робототехнической системы потребовало нестандартных решений, так как она должна функционировать в условиях сильного течения и волнения морской среды, перемещаться по основанию кессона сложной формы. Применение робота позволит добиться повышения эффективности эксплуатации платформы “Приразломная”. В настоящее время сторонами согласовывается контракт на изготовление робототехнической системы, аналогов которой сегодня в мире не существует.

Отделение физиологических наук РАН. Коллективом Федерального центра мозга и нейротехнологий ФМБА России разработан препарат на основе мезенхимальных стволовых клеток для терапии спинальной травмы. Предложен регенеративный матрикс для замещения травматических дефектов спинного мозга на основе мезенхимальных стволовых клеток в гидрогеле. В результате лечебного воздействия снижается воспаление, поддерживается нейропластичность. В сочетании с электрической стимуляцией спинного мозга препарат способствует восстановлению функций ходьбы. Закончены доклинические исследования, начинаются клинические испытания.

Отделение глобальных проблем и международных отношений РАН. Идентичность – социокультурная опора суверенного государства. На основании оценки идентичности как нематериального ресурса развития сформировано новое направление в политологической науке в России. В Национальном исследовательском институте мировой экономики и международных отношений им. Е.М. Примакова РАН подготовлены фундаментальные труды, исследующие феномен идентичности в современном мире и получившие признание научного сообщества (более 300 цитирований на монографии, около 100 – на ключевые научные статьи члена-корреспондента РАН И.С. Семененко, возглавившей это научное направление).

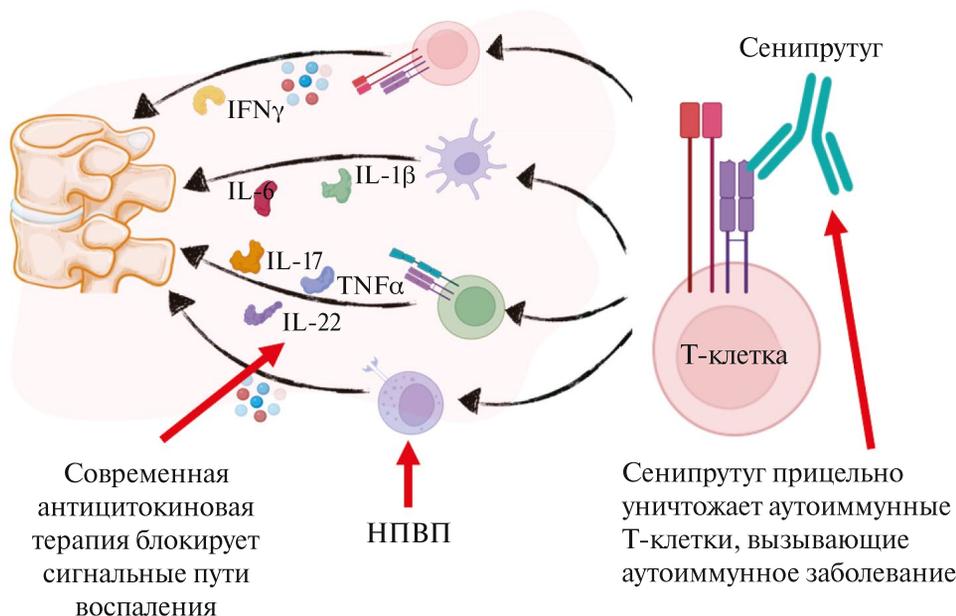
Отделение общественных наук РАН. Коллективом Центрального экономико-математического института РАН совместно с Национальным суперкомпьютерным центром КНР, Шанхайским университетом и IT-компанией Milestone Ltd. разработан цифровой двойник мировой демографической системы. Эта демографически агент-ориентированная модель, применимая для всего мира, позволяет получать долгосрочные прогнозы численности населения, а также рассчитывать половозрастную структуру каждого из 193 государств – членов ООН. Модель служит цифровым двойником планеты и представляет собой искусственное общество. Различные прогнозные сценарии рассчитаны на одном из самых быстрых суперкомпьютеров мира “Млечный путь-2”.

Отделение историко-филологических наук РАН. Коллективом Института истории СО РАН и Института археологии и этнографии СО РАН выпущен третий том четырехтомника “История Сибири”. Ведущие специалисты из крупнейших научных центров Урала, Сибири и Дальнего Востока на новом концептуальном уровне обобщили достижения всех предшествующих этапов развития исторической науки. Историческое развитие Сибири рассматривается как опыт, основанный на уважении, взаимовыгодном сотрудничестве народов и направленный на сохранение разнообразных культур, сбережение традиций.

Важный акцент сделан на анализе факторов преемственности и новаций в развитии российской государственности, изучении баланса общегосударственного и регионального интересов. Показано влияние процессов общемирового и общероссийского значения на развитие сибирского макрорегиона. Издание призвано показать современный уровень научных исследований, выявить перспективы дальнейшего развития исторического сибиреведения, способствовать популяризации накопленных научных знаний, доведению результатов научных исследований до самых широких читательских кругов.

Отделение сельскохозяйственных наук. Коллективом Национального центра зерна им. П.П. Лукьяненко выведены сорта пшеницы мягкой озимой “ТУР” и “СПбГУ-300”. Сорта отличаются высокой зерновой продуктивностью с максимальной потенциальной урожайностью 12.5–13 т/га, характеризуются высоким содержанием белка (15–16%), клейковины (30%), высокими мукомольными и хлебопекарными качествами, повышенной засухоустойчивостью и высокой зимостойкостью. Важно также, что высокий иммунный статус сорта “СПбГУ-300” к группе фитопатогенов позволяет рекомендовать его для возделывания по бесpestицидным технологиям в органическом земледелии для получения экологически чистой продукции.

Отделение медицинских наук. Сегодня в России насчитывается порядка 250 тыс. пациентов, страдающих болезнью Бехтерева, в мире же их более 10 млн. Для лечения этого заболевания коллективом Российского национального исследовательского медицинского университета им. Н.И. Пирогова создан лекарственный препарат нового поколения “Сенипрутуг”, показавший эффективность в клинических исследованиях. В апреле 2024 г. препарат получил регистрационное удостоверение. Производитель – российская биотехнологическая компания “Биокад”. Воздействие “Сенипрутуга” направлено на причину заболевания, в силу чего достигается полная ремиссия на период действия препарата. Отсутствуют иммуносупрессия и эффект привыкания, не теряется эффективность со временем. В настоящее время аналогов препарата в мире нет.



Новый отечественный препарат Сенипрутуг для лечения болезни Бехтерева, разработанный в Российском национальном исследовательском медицинском университете им. Н.И. Пирогова, показал эффективность в клинических исследованиях

Уважаемые коллеги! Юбилейный год напоминает нам, что историю Академии наук невозможно отделить от истории научной мысли и, конечно, от истории нашей страны. С Академией, с научным сообществом всегда связывались особые надежды, и наши учёные неизменно их оправдывали.

В самые сложные времена Академия демонстрировала способность эффективно и без про-

медления консолидировать свои ресурсы, решать важнейшие для России задачи. И сегодня нет никаких сомнений, что академическая наука сможет вывести нашу страну на качественно новый уровень развития, обеспечить технологическую независимость России, её научное лидерство, достойно ответить на те вызовы, которые стоят перед нашей страной.

DEVELOPING ACADEMIC HERITAGE

REPORT OF THE PRESIDENT OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES ACADEMISSIAN G.YA. KRASNIKOV

*Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
E-mail: g_krasnikov@pran.ru*

Keywords: Russian Academy of Sciences, expert activity, scientific and methodological guidance, management of scientific research, scientific and technological independence, Russian Scientific Foundation, Higher Attestation Commission, Nauka Publishing House, Russian Center for Scientific Information.

ВЫСТУПЛЕНИЯ УЧАСТНИКОВ ОБЩЕГО СОБРАНИЯ ЧЛЕНОВ РАН

Отвечая на обращение академика РАН **О.И. Лаврик** относительно снижения финансирования исследований Российским научным фондом, президент РАН сообщил, что обсуждал этот вопрос, как и вопрос более тесного взаимодействия РАН и РФФИ, с генеральным директором фонда членом-корреспондентом РАН В.А. Беспаловым. Достигнута договорённость, что кандидатуры председателей экспертного совета фонда будут согласовываться президиумом РАН. Что касается финансирования проектов, поддерживаемых фондом, то предполагается его увеличить, в том числе при участии Академии наук.

Академик РАН **Н.Н. Казанский** выразил благодарность руководству РАН за усилия по организации Санкт-Петербургского отделения Академии наук, как и за поддержку научных школ. Однако чтобы научные школы возникали, необходимо в академических институтах развивать аспирантуру — хотя бы в тех же масштабах, что и в вузах. Скажем, в области филологии в настоящее время на всю страну выделяется всего 400 с небольшим мест в бесплатную аспирантуру, что, безусловно, мало и не соответствует ни научному потенциалу институтов, ни потребностям в подготовке кадров высшей квалификации. А требование Минобрнауки РФ о строгом соотношении выделения мест в аспирантуре с жёстким соблюдением сроков защиты в течение трёх лет лишает академические институты преемственности. **Н.Н. Казанский** высказал пожелание к президиуму РАН обратить внимание на эту ситуацию и вмешаться в неё. Ведь именно академические институты, где ведутся наиболее важные проекты, — лучшая школа для молодых исследователей.

Отвечая, **Г.Я. Красников** признал, что это очень важный вопрос, и сейчас он назрел, с учётом передачи ВАК под руководство РАН. Здесь накопился целый комплекс проблем: это не только бюджетные места, но и стипендии аспирантов, оплата труда научных руководителей.

Об объёмах и видах бюджетных ассигнований, которые должны быть предусмотрены в федеральном бюджете на 2025 г. и на плановый период 2026–2027 гг. на обеспечение фундаментальных и поисковых исследований и направлений их расходования, говорила председатель профсоюза работников РАН **Г.В. Чучева**. По её мнению, сегодня РАН обладает достаточным авторитетом, чтобы отстаивать

свои предложения в полном объёме. Представители Всероссийского профсоюза работников РАН участвовали в деятельности комиссии, разрабатывавшей соответствующий документ; предполагается и далее направлять в органы федеральной власти письма с требованием выполнять рекомендации Академии наук относительно финансирования исследований, проводить пресс-конференции, озвучивать требования на разных площадках, организовывать акции в социальных сетях. Члены профсоюза работают в академических организациях большинства регионов страны и прекрасно понимают, что без адекватного существующим вызовам финансового обеспечения необходимые в условиях санкционного давления результаты не получить.

Сегодня расходы на финансирование фундаментальных исследований по отношению к ВВП в России существенно ниже, чем в большинстве развитых стран и крупнейших странах с формирующимися рынками. И этот показатель продолжает снижаться. Профсоюз ведёт борьбу за выделение дополнительных средств на введение новой системы оплаты труда с более высокими окладами для всех категорий сотрудников научных организаций, подведомственных Минобрнауки России. Решение о введении такой системы принято, но для достижения обозначенных показателей предложено использовать внутренние источники. Однако хорошо известно, что сейчас большая часть базового финансирования институтов идёт на зарплату. Несмотря на поручения Президента РФ, предполагающие дополнительное финансирование Российского научного фонда, бюджет которого на текущий год был срезан, чиновники Минфина не собираются исполнять указания главы государства. **Г.В. Чучева** призвала членов РАН использовать доступные методы для отстаивания рекомендаций академии.

Недавно вышли поручения Президента Российской Федерации по итогам мероприятий, посвящённых 300-летию Академии наук, из которых следует, что функционал РАН, связанный с научно-методическим руководством академическими организациями, будет расширен. Профсоюз не может не приветствовать это нововведение. Мы прекрасно помним, что когда у академии отбирали институты, нам обещали, что чиновники лишь освободят учёных от несвойственных им хозяйственных функций. Во всех остальных случаях будет действовать

правило двух ключей. Однако в реальности научные коллективы утратили возможность влиять на работу организаций. Были сокращены и права РАН по участию в выработке научной политики.

Г.В. Чучаева заключила, что наукой должны управлять учёные, и профсоюз готов совместно с РАН работать над восстановлением в академических институтах системы реального самоуправления.

Член-корреспондент РАН **О.А. Степанов** обратил внимание на тот факт, что не был выполнен один из пунктов постановления прошлого Общего собрания: “С целью определения возможности оптимизации научных советов, сокращения их числа заслушать информацию о лучших проектах работы научных советов, отчёты отдельных председателей научных советов с целью обмена опытом и координации усилий”. Г.Я. Красников сообщил, что в настоящее время действуют 40 научных советов при президиуме РАН, 18 комиссий и более 100 – при отделениях. Проведена оптимизация структуры советов, их число сокращено, регулярно заслушиваются отчёты председателей советов. Но если этот вопрос возник, следует к нему вернуться.

По мнению члена-корреспондента РАН **В.В. Абонеева**, представляющего Отделение сельскохозяй-

ственных наук РАН, в докладе президента академии не были отражены достижения животноводческой науки. А достижения есть и значительные: выведено колоссальное количество пород и типов домашних животных, разработано более 400 методов и приёмов их совершенствования с целью обеспечения продовольственной безопасности России.

К проблемам химической независимости страны привлёк внимание академик РАН **С.Д. Каракотов**. Он считает, что у нас утрачено производство молекул – фармацевтических, ветеринарных, пестицидных. Мы можем синтезировать многие молекулы, но разрушена химическая база производства полупродуктов. Мы не выпускаем ни кислот, ни щелочей, ни ангидридов, ни кетонов, ни растворителей, отсутствует малотоннажная химия. А ведь в прошлом работали огромные предприятия, производившие десятки, сотни наименований химической продукции. Сегодня мы покупаем около 100 наименований молекул для пестицидной химии, несколько сотен молекул для фармацевтики. А в Советском Союзе это всё было. Если мы продолжим закупать химическую продукцию в Китае, то останемся зависимой страной. Химическая независимость – столь же важная, как любая другая, заключил С.Д. Каракотов.

ОБЩЕЕ СОБРАНИЕ ЧЛЕНОВ РАН

**О 300-ЛЕТНЕМ ЮБИЛЕЕ РАН,
ОСНОВНЫХ РЕЗУЛЬТАТАХ РАБОТЫ В ОТЧЁТНОМ ПЕРИОДЕ
И О ПРИОРИТЕТНЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ ЕЁ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

ПОСТАНОВЛЕНИЕ ОБЩЕГО СОБРАНИЯ ЧЛЕНОВ РАН

Заслушав и обсудив доклад президента РАН академика РАН Г.Я. Красникова, Общее собрание членов РАН отмечает.

Общее собрание членов РАН посвящено 300-летию юбилею Академии наук. РАН вместе с государством прошла большой и яркий путь, всегда объединяла ведущих исследователей, настоящих искателей истины, которые помогали стране развиваться, изучали её природные богатства, совершали прорывные открытия и создавали научные школы. Академия на протяжении 300 лет бережно хранила свои традиции.

Деятельность РАН в отчётный период осуществлялась в соответствии с Федеральным законом от 27 сентября 2013 г. № 253-ФЗ “О Российской академии наук, реорганизации государственных академий наук и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации” (далее – Федеральный закон от 27 сентября 2013 г. № 253-ФЗ), уставом РАН и была нацелена на реализацию стратегических направлений развития страны, определённых в посланиях Президента Российской Федерации В.В. Путина 2018–2021, 2023–2024 годов, указах Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 “О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года” и от 21 июля 2020 г. № 474 “О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года”. Президентом Российской Федерации подписан Указ от 7 мая 2024 г. № 309 “О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года”.

Деятельность РАН была направлена на развитие науки в Российской Федерации, повышение потенциала, эффективности и результативности научных исследований, в том числе с учётом недружественных действий ряда иностранных государств и международных организаций в отношении России.

Академия наук – активный участник реализации Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, утверждённой Указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642. РАН участвует в выполнении Плана перво-

очередных мероприятий по реализации Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, утверждённой Указом Президента Российской Федерации от 28 февраля 2024 г. № 145. План утверждён заместителем председателя Правительства РФ Д.Н. Чернышенко 20 марта 2024 г. № ДЧ-П8-8221.

Подготовлены предложения по научно-техническому совету Комиссии по научному и научно-технологическому развитию Российской Федерации, проекты перечня приоритетных направлений научно-технологического развития и перечня важнейших наукоёмких технологий.

Академия, являясь координатором Программы фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021–2030 гг.), вела работу по выделению приоритетных научных задач и осуществляла взаимосвязь действий исполнителей и участников Программы, научно-методическое и информационно-аналитическое обеспечение её реализации, а также организационно-техническое и методическое сопровождение работы Координационного совета Программы.

Указом Президента Российской Федерации от 25 апреля 2022 г. № 231 “Об объявлении в Российской Федерации Десятилетия науки и технологий” 2022–2031 годы определены в России как Десятилетие науки и технологий. основополагающим пунктом плана выполнения Указа Президента Российской Федерации явилось распоряжение Правительства Российской Федерации от 25 июля 2022 г. № 2036-р “Об утверждении плана проведения в Российской Федерации Десятилетия науки и технологий”. Члены РАН принимали активное участие в мероприятиях, приуроченных к Десятилетию науки и технологий.

РАН – главный интеллектуальный штаб российской фундаментальной науки, координирующий фундаментальные исследования, направленные на создание основы для устойчивого развития Российской Федерации в условиях непрерывного политического и экономического давления на страну. Академия – системообразующее звено единого на-

учно-технологического пространства России, которое соединяет различные функциональные сегменты и региональные кластеры науки. РАН сохранила свою роль как источник научных знаний, составляющих основу гармоничного развития гуманитарной сферы России. Она отстаивает патриотизм, духовные ценности российского народа. Важная роль Российской академии наук в создании основы устойчивого развития Российской Федерации отмечена введением в январе 2024 г. в состав Совета Безопасности Российской Федерации президента РАН академика РАН Г.Я. Красникова.

В соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 6 мая 2018 г. № 874 “О праздновании 300-летия Российской академии наук” и в рамках реализации Плана основных мероприятий по подготовке и проведению празднования 300-летия Российской академии наук (далее – План) РАН во взаимодействии с органами государственной власти Российской Федерации, органами государственной власти субъектов Российской Федерации и соответствующими организациями осуществляла реализацию Плана: проведён ряд мероприятий, посвящённых юбилею академии. Учреждена юбилейная медаль “300 лет Российской академии наук” (Указ Президента РФ от 5 декабря 2022 г. № 874, в редакции Указа Президента РФ от 22 января 2024 г. № 54). В Государственном Кремлёвском дворце 8 февраля 2024 г. состоялся торжественный вечер, посвящённый 300-летию Российской академии наук, с участием Президента Российской Федерации В.В. Путина, в ходе которого Президент РФ вручил выдающимся учёным государственные награды Российской Федерации и премии Президента Российской Федерации в области науки и инноваций для молодых учёных за 2023 г., сформулировал поручения по развитию академической науки. На заседаниях президиума РАН в феврале 2024 г. от имени Президента РФ помощником Президента РФ А.А. Фурсенко и президентом РАН академиком РАН Г.Я. Красниковым были вручены государственные награды Российской Федерации ряду членов РАН за большой вклад в развитие отечественной науки, многолетнюю плодотворную деятельность и в связи с 300-летием со дня основания РАН, а также благодарственные письма Президента РФ В.В. Путина в связи с 300-летием РАН, вручены юбилейные медали “300 лет Российской академии наук” за большой вклад в развитие отечественной науки, подготовку научных кадров, многолетнюю плодотворную научно-исследовательскую и организационную деятельность.

На заседаниях президиума РАН президент РАН академик РАН Г.Я. Красников вручил юбилейные медали “300 лет Российской академии наук” представителям федеральных органов государственной власти.

Юбилейной медалью “300 лет Российской академии наук” награждены члены РАН, иностранные

члены РАН, профессора РАН, работники научных организаций и образовательных организаций высшего образования, работники РАН, граждане Российской Федерации, внёсшие существенный вклад в научно-технологическое развитие Российской Федерации и оказавшие содействие РАН в решении возложенных на неё задач.

На заседании президиума РАН в январе 2024 г. поднимались вопросы истории РАН с момента её учреждения. Основными темами стали веки истории Академии наук в Санкт-Петербурге—Петрограде—Ленинграде (1724—1934), а также отечественный опыт достижения технико-экономической независимости страны в советские годы.

В ноябре 2023 г. состоялось совместное торжественное заседание президиумов Российской академии наук, Российской академии художеств, Российской академии образования и Российской академии архитектуры и строительных наук, посвящённое 300-летию РАН. Подписан План совместных мероприятий Российской академии наук, Российской академии художеств, Российской академии образования, Российской академии архитектуры и строительных наук, посвящённых 300-летию РАН. В мае 2024 г. проведено совместное заседание президиума РАН с президиумом Российской академии художеств, посвящённое юбилею Российской академии наук, в Музейно-выставочном комплексе Российской академии художеств.

В целях организации и проведения российских и региональных фестивалей науки, конференций, конкурсов, конгрессов, выставок, конкурсов работ молодых учёных, аспирантов, студентов и обучающихся общеобразовательных организаций, мероприятий по популяризации науки и научных достижений, в том числе результатов, полученных в рамках национальных проектов в сфере науки и образования, среди детей и молодёжи (далее – мероприятия), посвящённых 300-летию Российской академии наук, совместно с отделениями РАН по областям и направлениям науки, региональными отделениями РАН, заинтересованными организациями РАН разработан перечень значимых мероприятий, составлен план-график их проведения. Проводимые под эгидой 300-летия РАН мероприятия активно освещаются на академических и 11 информационных ресурсах и в средствах массовой информации.

На официальном сайте РАН функционирует раздел “Навстречу 300-летию РАН”, где регулярно размещаются тематические авторские материалы РАН и информация организаций-партнёров.

В Академии создана мобильная выставка, посвящённая 300-летию РАН, о достижениях российской науки, в том числе о результатах, полученных в рамках национальных проектов в сфере науки и образования. Выставка прошла успешную апробацию на III Конгрессе молодых учёных в Парке науки и искусства “Сириус” в ноябре 2023 г., была пред-

ставлена в Государственном Кремлёвском дворце в рамках торжественного мероприятия 8 февраля 2024 г., посвящённого 300-летию РАН, затем возвращена в Государственной думе Федерального Собрания Российской Федерации и Совете Федерации Федерального Собрания Российской Федерации в феврале и апреле 2024 г.

Юбилей РАН включён в Календарь памятных дат ЮНЕСКО на 2024–2025 гг. (решение 42 сессии Генеральной конференции ЮНЕСКО, ноябрь 2023 г.).

В год юбилея РАН постановлением Правительства Российской Федерации от 29 декабря 2023 г. № 241 “О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации” с 1 января 2024 г. увеличена ежемесячная выплата членам РАН.

За отчётный период российские учёные получили новые знания и выдающиеся научные результаты во многих областях и по разным направлениям науки, по ряду из них достигнуты лидирующие позиции в мире.

Важнейшие цели фундаментальных исследований тесно связаны с приоритетами научно-технологического развития Российской Федерации, формированием новой среды обитания, обеспечением устойчивости системообразующих инфраструктур (в первую очередь энергетической, производственной, транспортной и информационной, критически важных для жизнедеятельности, обороноспособности и безопасности государства и качества жизни населения) к деструктивным воздействиям различной природы, с цифровой трансформацией экономики страны, направленной на создание передовой системы организации производства, управления и социально-экономического развития в целом. Они также связаны с масштабным внедрением технологий искусственного интеллекта, цифровых технологий, аддитивных производств, сервисной робототехники, развитием суперкомпьютерных, нейросетевых и телекоммуникационных технологий, методов эффективного использования больших данных в целях решения широкого спектра актуальных практических задач, с созданием предпосылок для обеспечения духовного здоровья нации на основе системного противодействия угрозам разрушения единого информационно-культурного пространства Российской Федерации.

Указанная деятельность велась при активном участии отделений РАН по областям и направлениям науки, региональных отделений РАН. В 2023 г. в структуре РАН образовано федеральное государственное бюджетное учреждение “Санкт-Петербургское отделение Российской академии наук”, утверждён его устав, избран председатель.

Работа президиума РАН была сосредоточена на реализации возложенных на академию задач и формировании предложений по научным исследованиям и разработкам по приоритетным направлениям научно-технологического и социально-экономического развития страны.

Сложившаяся ситуация и возникшие риски свидетельствуют о необходимости ускоренного осуществления комплекса мер, направленных на самообеспечение отечественного производства высокотехнологичными решениями и научными разработками, на достижение технологического суверенитета Российской Федерации. Особое значение имеет участие РАН в реализации приоритетных направлений проектов технологического суверенитета и проектов структурной адаптации экономики страны.

12–13 декабря 2023 г. состоялась Научная сессия Общего собрания членов РАН на тему “Российская академия наук в решении проблем научно-технологического развития Российской Федерации”. Заслушаны 15 прогнозно-аналитических докладов по основным направлениям научно-технологического развития Российской Федерации, отражающие участие академии в решении проблем научно-технологического суверенитета России, подготовленные отделениями РАН по областям и направлениям науки и региональными отделениями РАН; некоторые доклады стали результатом совместной работы нескольких отделений при участии научных советов РАН. Научные доклады были посвящены в высшей степени востребованным темам — изменению климата, нейросетевым технологиям, развитию микроэлектронных технологий, созданию высокотехнологичной продукции, развитию агропромышленного комплекса и медицины, модернизации экономики страны, широкому спектру социальных и гуманитарных наук. На основании материалов каждого доклада и учитывая предложения, высказанные в ходе обсуждения, Общее собрание членов РАН представило подробные рекомендации для президиума РАН, отделений РАН по областям и направлениям науки и региональных отделений РАН.

Президиум РАН провёл запланированные заседания по ряду приоритетных научных направлений технологического суверенитета Российской Федерации, на которых рассматривались вопросы химии и новых материалов, освоения минерально-сырьевой базы страны, генетических технологий в развитии животноводства и аквакультуры, медицины, здравоохранения и технологий здоровьесбережения (антибиотикорезистентность, исследования мозга, здоровье детей и молодёжи), качества жизни населения как фактора развития российской экономики, технологий искусственного интеллекта в изучении и поддержке человека, научно-технологических платформ — биоресурсных центров и биологических (биоресурсных) коллекций, развития синхротронных и нейтронных исследований в Российской Федерации, климатических изменений. Заседания проходили с участием представителей органов государственной власти, субъектов Российской Федерации, научных организаций, государственных корпораций. Были выработаны конкретные предложения по решению обсуждаемых вопросов. Необходимо подчеркнуть глубокую научную проработку

рассматриваемых проблем, их взаимоувязанность с решением конкретных задач социально-экономического развития страны.

Подготовлены рекомендации об объёме и видах бюджетных ассигнований, предусматриваемых в федеральном бюджете на 2025 г. на финансовое обеспечение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований, проводимых научными организациями и образовательными организациями высшего образования, и о направлениях их расходования.

РАН считает, что в существующей геополитической ситуации необходимо обеспечить устойчивое развитие фундаментальной науки, наряду с прикладными исследованиями. В соответствии с расчётами разработаны рекомендации, предусматривающие, что в 2025 г. объём бюджетных ассигнований на финансовое обеспечение фундаментальных и поисковых научных исследований должен составить 496 млрд руб., или 0.26% от валового внутреннего продукта (ВВП), в том числе:

- базовое финансирование — государственное задание на проведение фундаментальных исследований — 250 млрд руб.;

- конкурсное финансирование фундаментальных и поисковых научных исследований — 168 млрд руб., включая грантовую поддержку фундаментальных и поисковых научных исследований (грантовая часть) и проектную поддержку ориентированных и поисковых научных исследований в интересах развития отраслей реального сектора экономики, региональных экономик и государственного заказа на разработку важнейших технологий (проектная часть);

- финансирование развития исследовательской инфраструктуры фундаментальных и поисковых научных исследований — 78 млрд руб.

Актуальным представляется в трёхлетней перспективе до 2027 г. достижение среднего значения расходов на фундаментальные исследования для развитых стран и крупнейших стран с формирующимися рынками в объёме 0.4% ВВП в соответствии с графиком с последующим наращиванием финансирования до уровня, сопоставимого с показателями стран-лидеров научно-технологического развития.

Согласно подпункту “б” пункта 2 Перечня поручений Президента РФ по итогам заседания Совета при Президенте РФ по науке и образованию 8 февраля 2024 г. (от 25 марта 2024 г. Пр-564) Правительству РФ поручено до 1 июля 2024 г. рассмотреть вопрос о поэтапном увеличении общих затрат на научные исследования и разработки гражданского назначения, предусмотрев выделение (начиная с 2024 г.) дополнительных бюджетных ассигнований из федерального бюджета на эти цели. В этой связи для достижения в 2027 г. доли расходов на фундаментальные научные исследования в размере 0.4%

от ВВП РАН предлагает поэтапный выход: на уровень 0.26% от ВВП в 2025 г., 0.35% от ВВП в 2026 г., 0.4% от ВВП в 2027 г., или 496 млрд руб. в 2025 г., 708 млрд руб. в 2026 г., 821 млрд руб. в 2027 г.

РАН подготовлен доклад “О реализации государственной научно-технической политики в Российской Федерации и о важнейших научных достижениях, полученных российскими учёными” для представления Президенту РФ и в Правительство РФ.

Академия выполнила основные плановые показатели, установленные государственным заданием.

В отчётный период велась работа по выполнению поручений Президента Российской Федерации и Правительства Российской Федерации.

Члены РАН участвовали в деятельности совещательных, консультативных и экспертных органов при Президенте Российской Федерации, Совете Федерации ФС РФ и Государственной думе ФС РФ, при Правительстве РФ, Совете Безопасности РФ, Государственном совете Российской Федерации, других государственных органах.

В отчётный период РАН заключила соглашения о сотрудничестве с рядом организаций. Среди них соглашения о сотрудничестве с федеральным государственным бюджетным учреждением “Российская академия образования”, с федеральным государственным бюджетным учреждением «Национальный исследовательский центр “Институт имени Н.Е. Жуковского”», Ассоциацией государственных научных центров “НАУКА”.

Значительная часть соглашений, заключённых РАН, имеет своей целью популяризацию науки и научных достижений. Это соглашения с федеральным государственным бюджетным учреждением “Российская государственная библиотека”, автономной некоммерческой организацией «Интернет-энциклопедия “РУВИКИ”», Фондом поддержки и развития экологических инициатив “КОМПАС”, Фондом содействия научно-исследовательской, образовательной, опытно-конструкторской и внедренческой деятельности “Экология. Развитие. Технологии”, Благотворительным фондом “Система”, федеральным унитарным предприятием «Международное информационное агентство “Россия сегодня”».

Важным шагом стало подписание соглашения РАН с Общероссийской общественной организацией “Российский союз промышленников и предпринимателей”. Сохранялась заинтересованность российских хозяйствующих субъектов во взаимодействии с РАН. Заключены соглашения с ПАО “Сбербанк России”, АО «Объединённая химическая компания “УРАЛХИМ”».

Большой вклад в развитие сотрудничества РАН с крупными индустриальными партнёрами внесли региональные отделения РАН. В рамках соглашений Сибирского отделения РАН с ПАО «ГМК “Нориль-

ский никель»», ПАО «Татнефть» им. В.Д. Шашина, ОАО «РЖД» и другими выполнены крупные междисциплинарные исследования биоразнообразия в Арктической зоне Российской Федерации, по переработке возобновляемого растительного сырья, предложены пути решения сложных экологических проблем в азиатской части России. Уральское отделение РАН заключило соглашение о сотрудничестве со Свердловским областным союзом промышленников и предпринимателей.

Одним из значимых событий в жизни региональных отделений РАН стало проведение во Владивостоке совещания руководителей Дальневосточного отделения РАН, Санкт-Петербургского отделения РАН, Сибирского отделения РАН, Уральского отделения РАН и Южного научного центра РАН, по результатам которого было подписано Соглашение о сотрудничестве по вопросам научной, научно-технической, инновационной, экспертной и информационно-аналитической деятельности, что явилось одним из первых мероприятий Совета по региональной политике РАН. В рамках развития координационной деятельности РАН в Дальневосточном отделении РАН состоялось совместное заседание президиума Дальневосточного отделения РАН и бюро Отделения медицинских наук РАН, на котором был рассмотрен широкий круг вопросов развития научного потенциала Дальневосточного региона в решении актуальных медико-биологических проблем и участия в нём научных организаций и медицинских вузов.

В отчётный период региональные отделения РАН тесно взаимодействовали с органами государственной власти субъектов Российской Федерации. Сибирское отделение РАН во взаимодействии с этими органами ведёт работу по оценке природных ресурсов и прогнозам их освоения и использования. Уральское отделение РАН заключило соглашения о сотрудничестве с правительствами Республики Коми, Удмуртской Республики, Пермского края. Дальневосточное отделение РАН подписало соглашения о сотрудничестве с Правительством Приморского края, Правительством Сахалинской области, Законодательным собранием Приморского края, Думой города Владивостока, Главным управлением инновационного развития Министерства обороны Российской Федерации. По итогам обсуждения климатических проблем с губернатором Приморского края было принято решение, поддержанное Президентом Российской Федерации, о создании Дальневосточного климатического центра.

Все упомянутые соглашения направлены на взаимодействие в пределах компетенции сторон в области научной, а в ряде случаев научно-технической и инновационной деятельности, а также экспертной и информационно-аналитической работы.

Продолжалось взаимодействие в рамках ранее заключённых соглашений. Это, например, сотрудничество с Советом Федерации ФС РФ. Члены РАН

входили в состав ряда советов при председателе Совета Федерации и при Совете Федерации, в том числе в состав Научно-экспертного совета при председателе Совета Федерации, Совета по вопросам интеллектуальной собственности при председателе Совета Федерации, Совета по развитию цифровой экономики при Совете Федерации, Совета по региональному здравоохранению при Совете Федерации, Совета по вопросам развития лесного комплекса Российской Федерации при Совете Федерации, Совета по вопросам агропромышленного комплекса и природопользования при Совете Федерации, Совета по международным отношениям и взаимодействию с религиозными объединениями при Совете Федерации. Члены РАН участвовали в различных мероприятиях, проводимых комитетами Совета Федерации (заседаниях, круглых столах, совещаниях и т.д.), в подготовке рекомендаций и предложений по обсуждаемым вопросам.

Президент РАН академик РАН Г.Я. Красников 24 апреля 2024 г. выступил на пленарном заседании Совета Федерации ФС РФ с докладом «О приоритетных задачах Российской академии наук в условиях современных вызовов».

Осуществлялось сотрудничество с федеральными органами исполнительной власти, например, с Министерством науки и высшего образования РФ, Министерством просвещения РФ, Министерством сельского хозяйства РФ, Министерством транспорта РФ, Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ. Заключено новое соглашение с Правительством Сахалинской области.

На основе ранее подписанных соглашений велось сотрудничество с рядом научных организаций, образовательных организаций высшего образования, хозяйственных субъектов, например с Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова, с ПАО «ФосАгро», ОАО «РЖД», Госкорпорацией «Росатом», другими организациями, в рамках многостороннего Соглашения о создании консорциума «Здоровьесбережение, питание, демография».

В мае 2023 г. создана Ассоциация научных учреждений Юга России под научно-методическим руководством РАН в целях формирования региональной политики РАН. Ассоциация включает научные организации, в том числе отраслевые и академические научно-исследовательские институты, станции и заповедники, образовательные организации высшего образования.

РАН — это главный высокопрофессиональный и объективный экспертный орган Российской Федерации. В рамках осуществления экспертного научного обеспечения деятельности органов государственной власти Российской Федерации в отчётном периоде РАН взаимодействовала с 36 федеральными органами исполнительной власти — главными распорядителями бюджетных средств на науку и 6 ор-

ганизациями, функции и полномочия учредителя которых исполняет Правительство Российской Федерации.

РАН осуществила большой объём экспертной работы, в том числе экспертизу государственных стратегических национальных проектов, десяти дорожных карт по государственным высокотехнологичным проектам, исторических событий, проектов развития территорий, нормативных правовых актов в сфере научной, научно-технической и инновационной деятельности, охраны интеллектуальной собственности, проектов тем и планов научных работ организаций и образовательных организаций высшего образования, включая темы в рамках реализации программы стратегического академического лидерства “Приоритет–2030”, отчёты научных организаций и образовательных организаций высшего образования о проведённых научных исследованиях. В 2023 г. подготовлено около 75 тысяч экспертных заключений по запросам более 40 федеральных органов исполнительной власти и организаций.

Ключевое значение в осуществлении основных функций РАН имеют научные, экспертные, координационные советы, комитеты и комиссии академии.

В настоящее время при президиуме РАН функционируют 73 научных, экспертных, координационных совета, комитета, комиссии. Деятельность большинства из них непосредственно связана с выполнением функций академии как высшей экспертной организации страны. В отчётном периоде продолжалась работа по актуализации составов советов, комитетов, комиссий и положений о них, осуществлялся мониторинг их деятельности, создавались новые советы. Так, образованы Научный совет РАН “Фундаментальные проблемы создания и функционирования телекоммуникационных систем”, Научный совет РАН “Биомедицинская физика и инженерия”, Научный совет РАН “Информационная безопасность”. Являясь авторитетными экспертными площадками, советы, комитеты и комиссии РАН проводили работу, направленную на координацию исследований и экспертное научное обеспечение в разных областях экономики страны, обеспечение поддержки принятия решений, формирование предложений и рекомендаций для органов государственной власти Российской Федерации, научных учреждений и образовательных организаций высшего образования, иных заинтересованных организаций.

РАН – крупнейший издатель научной периодики, учредитель (или соучредитель) 170 ведущих научных журналов. Региональные отделения РАН – соучредители более 35 ведущих научных журналов России.

Члены Академии участвовали в организации и проведении мероприятий в сфере образования, науки и молодёжной политики, направленных на популяризацию и пропаганду науки: лекции в школах, научных организациях и организациях высшего образования; учебные курсы в рамках проведения

зимних и летних школ для одарённых школьников; конкурсы школьных работ; доклады на конференциях, круглых столах; интервью о научных достижениях, наиболее значимых результатах в сфере научной и научно-технической деятельности.

Корпус профессоров РАН к настоящему времени включает 715 учёных. Функционирует Координационный совет профессоров РАН. Приоритетные задачи профессорского корпуса – участие в реализации основных функций академии, определённых её уставом, содействие развитию и осуществлению научно-исследовательской деятельности в научных организациях и образовательных организациях высшего образования Российской Федерации с привлечением к работе студентов, аспирантов и молодых учёных, участие в подготовке научных кадров. Профессора РАН активно работают в научных советах РАН, проводят экспертную работу, участвуют в международной научной деятельности.

Развивается проект “Базовые школы РАН”. Базовые школы РАН – это 108 учреждений, расположенных в 32 регионах – участниках проекта, где обучаются 25 тыс. школьников. В целях популяризации и пропаганды науки и научных достижений академия организовала проведение в базовых школах РАН более 200 научно-популярных мероприятий (лекции, семинары, мастер-классы, тематические модули) с участием членов РАН и профессоров РАН.

В рамках международного научного и научно-технического сотрудничества проведены мероприятия по укреплению международных связей, подписан ряд международных соглашений, подготовлены аналитические отчёты по международной деятельности. РАН участвовала в осуществлении научно-технического сотрудничества с организациями и учёными из 85 стран. Заключено более 68 соглашений о сотрудничестве с национальными академиями наук. РАН участвовала в работе международных организаций системы ООН (ЮНЕСКО, ЮНИДО, ВОИС, МАГАТЭ, Форум ЭКОСОС по науке, технике и инновациям и др.).

Региональные отделения РАН активно участвовали в организации и проведении крупных международных форумов, таких как “Иннопрактика”, “Технопром”, “Иннопром”, Восточный экономический форум и др.

РАН содействовала развитию научных, образовательных, культурных, экономических, информационных и иных гуманитарных связей с государственными и негосударственными структурами ряда иностранных государств. В 2024 г. РАН будет проводить форум академий наук государств – участников БРИКС.

Динамично развивалось сотрудничество с Национальной академией наук Беларуси (НАНБ), укреплялись научные связи двух стран. Представители РАН и НАНБ принимали участие в заседаниях Комиссии по формированию единого научно-технологическо-

го пространства Союзного государства, заседаниях Межакадемического совета по проблемам развития Союзного государства. В мае 2023 г. состоялось совместное заседание президиумов РАН и НАН Беларуси, которое прошло под председательством президента РАН академика РАН Г.Я. Красникова и председателя Президиума НАН Беларуси академика НАНБ В.Г. Гусакова. В мероприятии приняли участие государственный секретарь Союзного государства Д.Ф. Мезенцев, президент Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» М.В. Ковальчук и другие представители российского и белорусского академического сообщества.

Особая роль должна принадлежать РАН в выявлении закономерностей развития техносферы, прогнозировании основополагающих тенденций научно-технологического прогресса. Требуется решить две важнейшие задачи: восстановить целостную систему фундаментальных исследований и наладить научное сопровождение стратегического планирования. Не менее важен комплексный подход к проблемам пространственного развития страны, формированию региональной научно-технической политики, в рамках которой должны решаться вопросы научного сопровождения разработки программ развития территорий, координации деятельности научных организаций и образовательных организаций высшего образования в интересах развития территорий.

В области международного научно-технического сотрудничества акцент должен быть сделан на развитие научной дипломатии, на использование лучших международных научно-технологических практик в интересах развития России.

В современных условиях приоритетное внимание должно быть уделено комплексным исследованиям проблем безопасности, осуществлению фундаментальных и поисковых научных исследований в интересах обороны страны и безопасности государства.

Таким образом, актуальным сегодня остаётся вопрос совершенствования государственной научно-технической политики с учётом существующих реалий.

Особое значение имеет выполнение поручений Президента РФ, содержащихся в Перечне поручений по итогам мероприятия, посвящённого 300-летию Российской академии наук, которое состоялось 8 февраля 2024 г. (от 6 мая 2024 г. Пр-878). Среди них поручения, касающиеся осуществления РАН общего руководства деятельностью Высшей аттестационной комиссии при Министерстве науки и высшего образования РФ, о закреплении координирующей роли РАН в развитии системы государственной научной аттестации, о денежных выплатах членам РАН, начиная с 2025 г., а также предложений об определении статуса академических научных институтов, об участии РАН в определении основных направлений их научной и научно-технической деятельности, в согласовании кандидатур на должность руково-

дителей академических научных институтов, в подготовке заключений (рекомендаций) о сохранении в составе академических научных институтов опытных, опытно-экспериментальных, опытно-учебных, опытно-фармацевтических производств и лечебных баз, в согласовании решений об изменении подведомственности, о реорганизации или ликвидации академических научных институтов. Отдельно отмечено поручение о подготовке предложений о включении в структуру РАН федерального государственного бюджетного учреждения «Российский центр научной информации» и федерального государственного бюджетного учреждения «Издательство «Наука»» в целях развития редакционно-издательской деятельности, популяризации результатов исследований российских учёных и обеспечения доступа к научной информации.

Общее собрание членов РАН ПОСТАНОВЛЯЕТ: Утвердить доклад президента РАН академика РАН Г.Я. Красникова:

1. Утвердить и представить Президенту Российской Федерации и в Правительство Российской Федерации доклад «О реализации государственной научно-технической политики в Российской Федерации и о важнейших научных достижениях, полученных российскими учёными».

2. Одобрить деятельность президиума РАН за отчётный период. Утвердить отчёт о работе президиума РАН за отчётный период.

3. Принять и представить в Правительство Российской Федерации рекомендации об объёме и видах бюджетных ассигнований, предусматриваемых в федеральном бюджете на 2025 г. на финансовое обеспечение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований, проводимых научными организациями и образовательными организациями высшего образования, и о направлениях их расходования.

4. Поручить президиуму РАН подготовить и представить в Министерство науки и высшего образования РФ в сроки, установленные Планом первоочередных мероприятий по реализации Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, утверждённой Указом Президента РФ от 28 февраля 2024 г. № 145, предложения по:

- законодательному (нормативному) закреплению деятельности головных научных организаций и общих принципов её осуществления при реализации научных, научно-технических программ и проектов, а также закреплению задач, функций, полномочий и ответственности этих организаций;
- законодательному закреплению особенностей проведения научной (научно-технической) экспертизы на разных уровнях готовности технологий;
- актуализации порядка корректировки Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, утверждённой Указом Президента РФ

от 28 февраля 2024 г. № 145, а также порядка осуществления мониторинга её реализации;

- проекту порядка размещения в информационно-телекоммуникационной сети Интернет информации о результатах реализации Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, утверждённой Указом Президента РФ от 28 февраля 2024 г. № 145.

5. Президиуму РАН:

- продолжить практику проведения совместных заседаний с президиумами государственных академий, совместных оперативных совещаний с Национальным исследовательским центром “Курчатовский институт”, с Министерством науки и высшего образования РФ;

- подготовить до 1 октября 2024 г. предложения, направленные на дальнейшее расширение представительства членов РАН в совещательных, консультативных и экспертных органах при Президенте Российской Федерации, Совете Федерации ФС РФ и Государственной думе ФС РФ, при Правительстве РФ, Государственном Совете РФ, Совете Безопасности РФ, при федеральных органах исполнительной власти;

- создать Межведомственный научный совет РАН по комплексным проблемам пространственного развития Российской Федерации с целью обеспечения научно-методического и экспертного сопровождения комплексного развития территории Российской Федерации, включая проблемы развития простран-

ственных транспортно-логистических коридоров и мультимодальных транспортных систем;

- совместно с региональными отделениями РАН подготовить до 1 октября 2024 г. предложения по мерам, направленным на содействие разработке комплексных программ развития территорий, их научное сопровождение, координацию деятельности научных организаций и образовательных организаций высшего образования в интересах развития регионов;

- провести работу по реализации решения Общего собрания членов РАН о создании Попечительского совета Российской академии наук.

6. Осуществлять в дальнейшем деятельность, направленную на оказание медицинской помощи и правовой поддержки членов РАН.

7. Продолжить осуществление мероприятий, посвящённых празднованию 300-летия Российской академии наук.

8. Содействовать развитию международного научно-технического сотрудничества, особенно с научными организациями стран СНГ и БРИКС.

9. Считать основной задачей РАН выполнение государственного задания с учётом положений Стратегии научно-технологического развития России, утверждённой Указом Президента Российской Федерации от 28 февраля 2024 г. № 145.

10. Опубликовать доклад президента РАН академика РАН Г.Я. Красникова, материалы Общего собрания членов РАН, состоявшегося 28 мая 2024 г.

ДОКЛАДЫ ЛАУРЕАТОВ БОЛЬШОЙ ЗОЛОТОЙ МЕДАЛИ ИМЕНИ
М.В. ЛОМОНОСОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК 2023 ГОДА

АКТУАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ МЕХАНИКИ И ИХ ПРИЛОЖЕНИЕ В ТЕХНИКЕ

ДОКЛАД ЛАУРЕАТА БОЛЬШОЙ ЗОЛОТОЙ МЕДАЛИ ИМЕНИ
М.В. ЛОМОНОСОВА РАН 2023 ГОДА

© 2024 г. Д.М. Климов^{а,*}

^аИнститут проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, Москва, Россия

*E-mail: klimov@ipmnet.ru

Поступила в редакцию 27.09.2024 г.

После доработки 10.10.2024 г.

Принята к публикации 01.11.2024 г.

Доклад, прозвучавший на Общем собрании членов РАН 28 мая 2024 г., посвящён большому кругу задач механики, тесно связанных с созданием инженерных конструкций. Автор изложил проблемы механики точных гироскопических систем, результаты построения новой, удовлетворяющей строгому анализу модели сил сухого трения. С использованием этой модели удаётся дать адекватное объяснение явлению шимми. Определённое внимание уделено развитию теории течения неньютоновских жидкостей (бингамовских жидкостей) и теории георыхления, а также теории волнового твердотельного гироскопа и новому явлению в механике – процессулирующим стоячим волнам.

Ключевые слова: самолёт, гироскоп, шимми, конструкция, бингамовская среда, нефть, волна, квадратура.

DOI: 10.31857/S0869587324120027, EDN: RIXPGT

Современная механика включает в себя, помимо традиционных направлений, исследования, связанные с физикой, химией, математикой, биологией, управлением сложными системами и робототехникой. Она также занимается решением конкретных технических проблем, связанных с инженерными разработками. Эта идеология была заложена в Институте проблем механики АН СССР в момент его создания, когда им руководил академик А.Ю. Ишлинский.

По окончании мехмата МГУ в 1958 г. я работал в Научно-исследовательском экспериментальном институте парашютно-десантного снаряжения

руководителем отдела, который выполнял исследования по безопасной доставке грузов различного назначения. В 1961 г. я перешёл в Научно-исследовательский институт гироскопической стабилизации (НИИ-944) Министерства судостроительной промышленности СССР (с 1965 г. – Научно-исследовательский институт прикладной механики Министерства общего машиностроения СССР), в котором я проработал довольно длительный срок, порядка 10 лет. Мои исследования были связаны с системами управления различными подвижными объектами (корабли, самолёты, ракеты). Я выполнял теоретические и экспериментальные исследования, необходимые для инженерных разработок. Проверка полученных результатов при моём участии обычно выполнялась на 95-й площадке Байконура.

Мои ранние исследования были связаны с гироскопами. Гироскоп – это прибор, который измеряет угловую скорость объекта. Если акселерометр измеряет, простыми словами, линейное ускорение объекта, то гироскоп – его угловую скорость. В настоящее время существует очень большое количество различных видов гироскопов, думаю, больше сотни. Для чего применяются гироскопы? Земля вращается с угловой скоростью 15 угловых минут в минуту. Первые гироскопы, которые могли изме-



КЛИМОВ Дмитрий Михайлович – академик РАН, председатель Объединённого научного совета РАН по механике.

рять угловую скорость объекта, работали на уровне двух-трёх угловых минут в минуту. С течением времени точность повышалась, достигнув сначала одной сотой угловой скорости в минуту, а затем одной тысячной. Сейчас говорят об одной десятитысячной угловой скорости, но я отношусь к этой цифре с некоторым недоверием.

Если система управления корабля или самолёта имеет гироскопы и акселерометры, то она обеспечивает точную автономную информацию о местоположении объекта без использования внешней информации. Конечно, соответствующую информацию обеспечивают и системы GPS или ГЛОНАСС. Но в показаниях этих систем можно вмешаться, в то время как упомянутая автономная информация не подвержена вмешательству извне.

Создание гироскопических приборов – это сложная техническая задача, требующая усилий больших коллективов инженеров и научных сотрудников. На первом этапе этим занимались отдельные страны, такие как США, Германия, Франция, СССР. Другие страны предпочитали покупать готовые приборы. Я, пользуясь возможностью, хотел бы упомянуть людей, сыгравших огромную роль в решении этой задачи в нашей стране. Это А.Н. Крылов, Б.В. Булгаков, В.И. Кузнецов, Н.А. Пилюгин, А.Ю. Ишлинский, Д.С. Пельпор.

А.Н. Крылов – академик Петербургской АН и академик АН СССР, Герой Социалистического Труда, лауреат Сталинской премии. Его работы были посвящены девиации магнитного компаса, теории гироскопических компасов, теории качки корабля. Б.В. Булгаков – член-корреспондент АН СССР, заведующий кафедрой прикладной механики МГУ, которую он организовал в 1941 г. Свои работы он посвятил теории колебаний, прикладной теории гироскопов, теории регулирования. В.И. Кузнецов – академик АН СССР, дважды Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской премии, директор Института прикладной механики, в котором создавались гироскопические приборы для ракет. Н.А. Пилюгин – академик АН СССР, дважды Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской премии, главный конструктор Российского научно-исследовательского института космического приборостроения, конструктор систем управления ракетно-космическими комплексами. А.Ю. Ишлинский – академик АН УССР и АН СССР, Герой Социалистического Труда, почётный президент Российской инженерной академии, директор Института проблем механики АН СССР/РАН. Он был специалистом в области механики твёрдого тела, систем управления ракетами и гироскопов. Д.С. Пельпор – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой МВТУ им. Н.Э. Баумана, Лауреат Государственной премии СССР. Область его научных интересов – гироскопические приборы и системы управления летательных аппаратов.



Алексей Николаевич Крылов (1863–1945)



Борис Владимирович Булгаков (1900–1952)

Во время моей работы в Институте прикладной механики в системах управления часто использовался гироскоп в кардановом подвесе (рис. 1). Для создания теории гироскопа в карданном подвесе я использовал тот факт, что ось ротора такого гироскопа медленно изменяет своё направление в инерциальном пространстве [1]. Поэтому она может быть принята за одну из осей системы координат, что приводит к упрощению системы дифферен-



Виктор Иванович Кузнецов (1913–1991)



Александр Юльевич Ишлинский (1913–2003)



Николай Алексеевич Пилюгин (1908–1982)



Дмитрий Сергеевич Пельпор (1917–1996)

циальных уравнений гироскопа и позволяет полностью её исследовать. Построенная теория была подтверждена экспериментально. Впоследствии указанный способ построения системы координат использовался другими авторами в задачах динамики твёрдых тел.

Хотелось бы обратить внимание на интересное явление механики, связанное с движением маятника Шулера. Представим себе, что на корабле подвешен маятник с двумя степенями свободы. Если корабль будет двигаться, то маятник не будет показывать вертикаль, он отклонится от неё. А вот если он будет иметь период собственных колебаний 84.4 минуты (маятник Шулера), что соответствует состоянию покоя (корабль как бы не движется), то маятник всё время будет показывать вертикаль. Маятник был создан в 1970 г. в виде сложной кон-



Рис. 1. Модель гироскопа в кардановом подвесе

струкции, содержащей гироскопические элементы, и использовался в системе управления на одном из кораблей АН СССР. Мне удалось доказать теорему и сформулировать условия, при которых сложная механическая система является маятником Шулера [2].

Следующая проблема, которой я занимался, это теория шимми. Шимми – это явление вибрации колёс самолёта (рис. 2). Если вы посмотрите на детскую коляску, то увидите, что её колёса иногда болтаются. Это и есть шимми. Для самолётов это крайне опасное явление, поскольку вибрация может привести к катастрофе. Общепринятый подход – рассматривать в качестве основной причины шимми деформацию пневматика. Первые отечественные исследования в этой области относятся к 1944 г. и принадлежат Мстиславу Всеволодовичу Келдышу. При развитии его подхода для объяснения явления шимми использовались современные представления о силах сухого трения [3]. Такой подход позволил построить реальную картину развития явления шимми. В настоящее время он используется инженерами при испытаниях самолётов при вводе их в эксплуатацию.

Ряд моих работ был связан с механикой больших космических конструкций, создание которых сопряжено с решением некоторых технических и механических проблем, уникальность которых обусловлена сочетанием противоречивых требова-

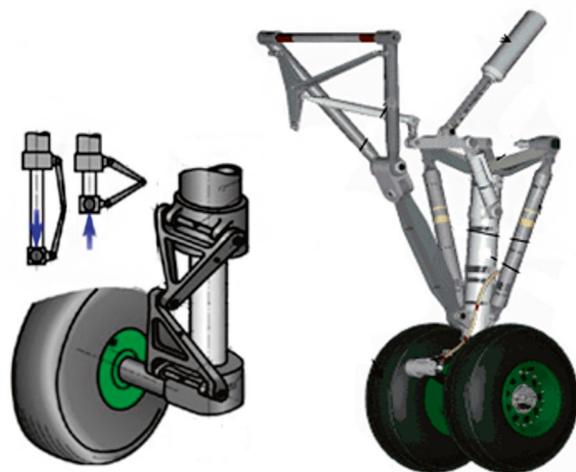


Рис. 2. Шасси самолёта

ний – увеличения геометрических размеров конструкций и обеспечения достаточной жёсткости при весьма ограниченной массе силового каркаса. Для преодоления этих трудностей и надёжной эксплуатации больших космических систем необходим подробный анализ условий функционирования объекта, внешних и внутренних силовых факторов и воздействий, температурного режима, тщательный подбор конструкционных материалов. Громадное значение приобретают методы идентификации упруго-массовых характеристик конструкции и методы оптимизационного моделирования, предназначенные для построения адекватных математических моделей, используемых в вычислительном эксперименте [4].

Помимо этого, мои исследования были связаны с теорией движения бингамовских сред. Они представляют собой вязкопластический материал, который ведёт себя как твёрдое тело при низких напряжениях, но течёт как вязкая жидкость при высоком напряжении. В институте, который я возглавлял, по этому направлению велось большое количество научных исследований [5]. Была написана теория бингамовских сред и создан прибор, который измеряет влияние вибрации и давления мягкой оболочки по специальному закону на бингамовскую среду. В результате удалось спроектировать промышленную установку по созданию материалов с новыми свойствами.

Мои научные интересы были связаны с развитием идей академика С.А. Христиановича, который длительное время работал (1972–1988) в Институте проблем механики АН СССР. Его предложения были связаны с новыми методами добычи нефти и газа, в частности методом георыхления. Если обычные способы добычи нефти предполагают накачку воздуха в скважину (я сильно упрощаю изложение), в результате которой образуется система трещин, через которую нефть поступает на поверхность земли, то С.А. Христианович предложил, наоборот, от-

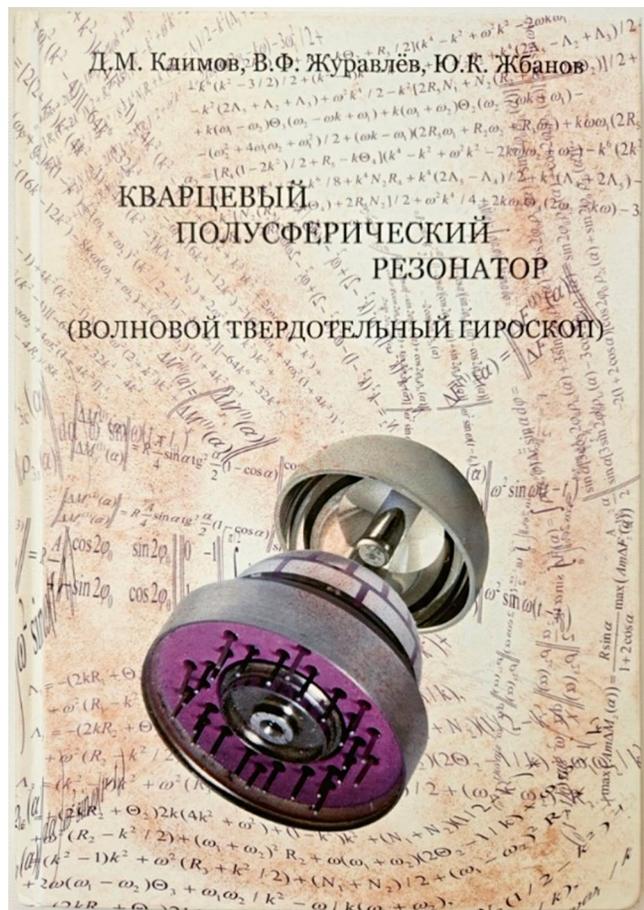


Рис. 3. Обложка книги Д.М. Климова, В.Ф. Журавлёва, Ю.К. Жбанова “Кварцевый полусферический резонатор (волновой твердотельный гироскоп)”

качивать воздух из скважины. В этом случае горное давление создаёт систему трещин, через которую поступает нефть. Но существует опасность того, что если откачать слишком много воздуха, скважина схлопнется. В ИПМ была разработана теория и создана специальная установка по испытанию образцов породы (кернов), позволяющая давать обоснованные рекомендации [6].

Большой цикл моих работ связан с теорией волнового твердотельного гироскопа. Эта теория изложена в написанной в соавторстве с академиком В.Ф. Журавлёвым и доктором физико-математических наук Ю.К. Жбановым книге “Кварцевый полусферический резонатор (волновой твердотельный гироскоп)” [7].

В чём смысл твердотельного гироскопа? Чувствительный элемент имеет вид рюмки. В краю рюмки специально возбуждаются колебания (волны). Когда гироскоп вращается, волны начинают двигаться, и по их движению можно определить движение объекта, на котором установлен гироскоп. Преимущество такого гироскопа заключается в том, что он не реагирует на многие внешние возмущения. Сейчас созданы

различные гироскопы на других принципах, но они чувствительны к внешним возмущениям. А этот гироскоп может работать в любых условиях, что крайне важно, имея в виду, что подобные приборы эксплуатируются не в тепличных лабораторных условиях, а на подвижных основаниях, и подвергаются разнообразным внешним воздействиям.

Вернёмся к волновому твердотельному гироскопу. Мне хотелось бы показать одно уравнение. Если мысленно отрезать верхнюю часть рюмки, то для неё можно вывести уравнение движения:

$$\frac{\partial^4}{\partial \tau^2 \partial \varphi^2} w(\varphi, \tau) \left(\frac{\partial^2}{\partial \tau^2} w(\varphi, \tau) + 4\omega(\tau) \left(\frac{\partial^2}{\partial \tau \partial \varphi} w(\varphi, \tau) \right) + 2 \left(\frac{d}{d\tau} \omega(\tau) \right) \left(\frac{\partial}{\partial \varphi} w(\varphi, \tau) \right) \right) + \frac{\partial^6}{\partial \varphi^6} w(\varphi, \tau) + 2 \left(\frac{\partial^4}{\partial \varphi^4} w(\varphi, \tau) \right) + \frac{\partial^2}{\partial \varphi^2} w(\varphi, \tau) = 0. \tag{1}$$

Здесь w – это перемещение элемента края рюмки по радиусу; τ – время; φ характеризует угол положения элемента на рюмке. Это линейное уравнение в частных производных с переменными коэффициентами. Угловая скорость ω , которая входит в уравнение, является произвольной функцией времени. Именно её нам нужно найти при решении. Если искать решение в виде

$$w(\varphi, \tau) = r(\tau) \sin \left(2\varphi + \kappa \int \psi(\tau) d\tau \right), \tag{2}$$

то получим простой ответ

$$\kappa = \frac{4}{5} \quad \psi(\tau) = \omega(\tau).$$

Таким образом установлен новый удивительный факт в механике – о существовании прецессирующих стоячих волн. Явление стоячей волны хорошо известно, её частицы движутся вверх-вниз, не перемещаясь вправо или влево. А прецессирующая стоячая волна движется, и нужно определить это движение. При этом, если искать решение в виде (2), то оказывается, что квадратура равна нулю.

Я должен объяснить, какой смысл имеет в данном случае слово квадратура. Применяемое мною понятие квадратуры я поясню простым наглядным примером, без математики. Представьте себе, что мы на вращающейся Земле подвесим маятник с двумя степенями свободы. Его можно толкнуть так, что он будет качаться только в одной плоскости. А можно толкнуть по-другому, и тогда конец маятника будет описывать эллипс. Площадь этого эллипса – и есть квадратура.

Для прецессирующей стоячей волны коэффициент κ равен $4/5$, $\psi(\tau) = \omega(\tau)$, а квадратура равна

нулю. Отсюда ясно, как нужно управлять гироскопом. В системе управления нужно предусмотреть устройства, которые квадратуру подавляют и сводят к нулю. Если это сделать, то мы получим гироскоп, который может работать с большой точностью. Удивителен тот факт, что коэффициент $k = 4/5$ не зависит от материала, из которого изготовлен гироскоп.

В настоящее время волновой твердотельный гироскоп вызывает большой интерес не только в нашей стране. Он успешно работает при наличии внешних возмущений, причём размеры его конструкции можно уменьшать, поэтому он применяется в системах управления различных объектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Климов Д.М.* Исследование уходов астатического гироскопа в кардановом подвесе на качающемся основании // Известия АН СССР. Механика и машиностроение. 1963. № 5. С. 11–16.
Klimov D.M. A study of the care of an astatic gyroscope in a Cardan suspension on a swinging base // Izvestiya AN SSSR. Mechanics and mechanical engineering. 1963, no. 5, pp. 11–16. (In Russ.)
2. *Климов Д.М.* Об условиях невозмущаемости гироскопической рамы // Прикладная математика и механика. 1964. Т. 28. Вып. 3. С. 511–513.
Klimov D.M. On the conditions of non-perturbation of a gyroscopic frame // J. Appl. Math. Mech. 1964, vol. 28, no. 3, pp. 626–629. [https://doi.org/10.1016/0021-8928\(64\)90104-2](https://doi.org/10.1016/0021-8928(64)90104-2)
3. *Журавлёв В.Ф., Климов Д.М.* О механизме явления шимми // Доклады АН. 2009. Т. 428. № 6. С. 761–764.
Zhuravlev V.F., Klimov D.M. The causes of the shimmy phenomenon // Doklady RAS. Physics. 2009, vol. 54, no. 10, pp. 475–478. <https://doi.org/10.1134/S1028335809100097> (In Russ.)
4. *Банничук Н.В., Карпов И.И., Климов Д.М. и др.* Механика больших космических конструкций. М.: Факториал, 1997.
Banichuk N.V., Karpov I.I., Klimov D.M. et al. Mechanics of large space structures. M.: Factorial, 1997. (In Russ.)
5. *Гноевой А.В., Климов Д.М., Чесноков В.М.* Основы теории течений бингамовских сред. М.: Физматлит, 2004.
Gnoevoy A.V., Klimov D.M., Chesnokov V.M. Fundamentals of the theory of flows of Bingham media. M.: Fizmatlit, 2004. (In Russ.)
6. *Карев В.И., Климов Д.М., Коваленко Ю.Ф., Устинов К.Б.* О разрушении осадочных горных пород в условиях сложного трёхосного напряжённого состояния // Известия РАН. Механика твёрдого тела. 2016. № 5. С. 15–21.
Karev V.I., Klimov D.M., Kovalenko Yu.F., Ustinov K.B. Fracture of Sedimentary Rocks under a Complex Triaxial Stress State // Mech. Solids. 2016, vol. 51 (5), pp. 522–526. <http://doi.org/10.3103/S0025654416050022> (In Russ.)
7. *Климов Д.М., Журавлёв В.Ф., Жбанов Ю.К.* Кварцевый полусферический резонатор (волновой твердотельный гироскоп). М.: Изд-во Ким Л.А., 2017.
Klimov D.M., Zhuravlev V.F., Zhanov Yu.K. Quartz hemispherical resonator (wave solid-state gyroscope). Moscow: Publishing house of Kim L.A., 2017. (In Russ.)

ACTUAL PROBLEMS OF MECHANICS AND THEIR APPLICATION IN ENGINEERING

REPORT BY THE LAUREATE OF THE 2023 M.V. LOMONOSOV GRAND GOLD MEDAL OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

D.M. Klimov^{a,*}

^a*Ishlinsky Institute for Problems in Mechanics, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

^{*}*E-mail: klimov@ipmnet.ru*

The report, presented at the General Meeting of the Russian Academy of Sciences on May 28, 2024, is devoted to a wide range of problems in mechanics closely related to the creation of engineering structures. The author outlined the problems of mechanics of precise gyroscopic systems, the results of constructing a new model of dry friction forces that satisfies strict analysis. Using this model, it is possible to give an adequate explanation of the shimmy phenomenon. Particular attention is paid to the development of the theory of non-Newtonian fluid flow (Bingham fluids) and the theory of geo-loosening, as well as the theory of a wave solid-state gyroscope and a new phenomenon in mechanics – processive standing waves.

Keywords: aircraft, gyroscope, shimmy, structure, Bingham medium, oil, wave, quadrature.

ДОКЛАДЫ ЛАУРЕАТОВ БОЛЬШОЙ ЗОЛОТОЙ МЕДАЛИ ИМЕНИ
М.В. ЛОМОНОСОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК 2023 ГОДА

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ

ДОКЛАД ЛАУРЕАТА БОЛЬШОЙ ЗОЛОТОЙ МЕДАЛИ ИМЕНИ
М.В. ЛОМОНОСОВА РАН 2023 ГОДА

© 2024 г. Х. Альтенбах^{а,*}

^аМагдебургский университет Отто фон Герике, Магдебург, Германия

*E-mail: holm.altenbach@ovgu.de

Поступила в редакцию 23.08.2024 г.

После доработки 24.08.2024 г.

Принята к публикации 21.10.2024 г.

В статье обсуждаются метод реологических моделей и сами модели, а также моделирование определяющих уравнений на базе этого метода. Приводятся некоторые исторические сведения, излагается метод реологических моделей, предложенный В.А. Пальмовым. Кратко описаны одномерные уравнения, рассмотрены трёхмерные уравнения для изотропных сред. Отмечено, что метод реологических моделей для решения двумерных задач сплошных сред впервые был применён автором в начале его научной деятельности. В данной статье им представлены основные соотношения для упругих и неупругих пластин, рассмотрен пример комплексных определяющих уравнений для металлического сплава. Статья подготовлена на основе доклада, видеозапись которого была представлена на Общем собрании членов РАН 28 мая 2024 г.

Ключевые слова: метод реологических моделей, определяющие уравнения, механика сплошных сред, поведение материалов, гипотезы эквивалентности.

DOI: 10.31857/S0869587324120035, EDN: RIXDTX

РЕОЛОГИЯ КАК НАУКА

Слово “реология” происходит от древнегреческого $\rho\epsilon\omega$ – течение, $\lambda\omicron\upsilon\omicron\zeta$ – наука. “Наука о течении” изучает деформацию и поведение потока материи, её предмет связан с жидкостями, мягкими и твёрдыми телами, а также материалами, находящимися под нагрузкой, превышающей пределы упругости или текучести при умеренных температурах. Реология включает в себя такие подразделы, как теория упругости, теория пластичности, теория вязкоупругости, механика жидкости и газов и др.



АЛЬТЕНБАХ Хольм – профессор и директор Института механики Магдебургского университета Отто фон Герике, иностранный член РАН.

Она занимается проблемами механики сплошных сред, а также выводом необходимых определяющих соотношений из микро- и наноструктур различных классов конденсированного вещества (например, макромолекулярных систем и суспензий).

Ошибочно утверждение, что реология не имеет никакого отношения к механике деформируемых твёрдых тел. Древнегреческое выражение “ $\pi\alpha\upsilon\tau\alpha \rho\omega\iota$ ” (“всё течёт”), восходящее к философу Гераклиту, применимо и в данном случае: реология может быть использована для деформируемых твёрдых тел.

Следуя работе [1], реологию можно разделить на четыре направления.

- *Феноменологическая реология* (макрореология) описывает поведение материалов при деформации и течении без учёта структуры материала.
- *Структурная реология* (микрореология) объясняет явления с точки зрения микроскопической структуры веществ.
- *Реометрия* изучает методы измерения для определения реологических свойств.
- *Прикладная реология* позволяет использовать выводы о реологическом поведении при проек-

тировании и разработке продуктов, технических процессов и систем.

Не так давно выделено направление *высокотемпературной реологии*, где верхний температурный предел измерений поднят до 1600°C в платиновородиевых тиглях и до 1800°C в керамических. Основное внимание в статье будет уделено первым двум направлениям.

Конструкция водяных часов в Древнем Египте, возможно, была первой решённой реологической проблемой. Около 1600 г. до новой эры египтянам удалось выяснить, что вязкость воды зависит от температуры и эта зависимость влияет на работу водяных часов. В то время об определяющих моделях в механике не задумывались.

Первые научные реологические исследования относятся к XVII в. Например, Р. Гук открыл закон линейной упругости, а И. Ньютон ввёл понятие вязкости для жидкостей и предположил использовать пропорциональную зависимость между напряжением сдвига и скоростью деформации сдвига. После введения нормального (σ) и касательного (τ) напряжения, нормальной (ϵ) и касательной (γ) деформации, модуля упругости (E) и динамической вязкости (η) два закона в современных обозначениях могут быть представлены следующим образом:

$$\sigma = E\epsilon \text{ закон Гука,} \quad (1.1)$$

$$\tau = \eta\dot{\gamma} \text{ закон Ньютона.} \quad (1.2)$$

Надстрочная точка означает производную по времени.

Первые две реологические модели (1.1) и (1.2) описывают идеальное поведение: оба уравнения линейны, а параметры материала могут быть оценены в простых испытаниях.

Начиная с XVII в. мы выделяем всё больше классов и подклассов реологических моделей¹. Можно использовать следующую классификацию.

Идеальное поведение материала. Подклассы:

Жёсткие (недеформируемые), или евклидовы, твёрдые тела. Недеформируемость означает, что любые две материальные точки тела всегда находятся на одинаковом расстоянии друг от друга, независимо от внешних сил. Такие твёрдые тела изучал Ньютон.

Упругие линейные и нелинейные твёрдые тела. Этот тип деформируемых твёрдых тел был введён Р. Гуком и Р. Бойлем. Для линейно-упругого случая необходим только один параметр материала, характеризующий индивидуальную чисто упругую реакцию материала на нагрузку (модуль упругости или модуль Юнга). Полный набор уравнений теории упругости, предполагающий изотропию, линейное поведение и малые деформации, был представлен О.Л. Коши,

Ш.О. де Кулоном, А. Навье, С.Д. Пуассоном. Соответствующий линейно-упругий изотропный трёхмерный определяющий закон для малых деформаций в современной (инвариантной) записи [4]:

$$\sigma = \lambda \operatorname{tr} \epsilon I + 2\mu \epsilon,$$

где σ, ϵ – тензор напряжений и тензор деформаций, I – единичный тензор второго порядка, tr – след (или первый инвариант), λ, μ – параметры Ламе. Очевидно, что количество определяющих параметров увеличивается с увеличением сложности реологической модели.

Невязкие, или паскалевские, жидкости. Невязкая жидкость – это жидкость с вязкостью, равной нулю, поэтому данная модель служит аналогом евклидова твёрдого тела. Такие жидкости были введены в научный оборот Л. Эйлером, И. Бернулли и Д.Б. Вентури.

Ньютоновские жидкости были введены И. Ньютоном, а также Г. Хагеном, Ж.Л. Пуазёйлем, М. Куэттом, А. Навье, Дж. Стоксом. Последние двое представили первый набор трёхмерных уравнений для линейно-вязких ньютоновских жидкостей, описывающих экспериментальные данные надлежащим образом. Соответствующий линейно-вязкий изотропный трёхмерный определяющий закон для малых скоростей деформации имеет такой вид в современной (инвариантной) записи [4]:

$$\sigma = (-p + \lambda^v \operatorname{tr} D)I + 2\mu^v D, \quad (1.3)$$

где $D = 0,5[\nabla v + (\nabla v)^T]$, v – вектор скорости, p – гидростатическое давление, а λ^v, μ^v – параметры Ламе, зависящие от скорости и температуры в случае вязких жидкостей. ∇ – оператор Набла (Гамильтона), $(\dots)^T$ означает “транспонированный”. Если условие Стокса $(3\lambda^v + 2\mu^v) = 0$ справедливо, уравнение (1.3) вырождается в случай несжимаемой жидкости.

Линейная вязкоупругость характеризуется таким поведением материала, как ползучесть и релаксация. Её нельзя представить только упругими или вязкими моделями, необходимо использовать более сложные модели [5]. Некоторые варианты были предложены Дж. Максвеллом, У. Томсоном (лордом Кельвином) и Дж. Пойнтингом. В итоге Л. Больцман предложил принцип суперпозиции для такого поведения материала.

Обобщённые ньютоновские материалы. Это определение введено для материалов с более сложным поведением, которое обсуждалось, например, Ф.Н. Шведовым (коллоиды) или Ю. Бингамом (краски).

Значительный вклад в развитие реологии внёс целый ряд учёных, поэтому неудивительно, что многие реологические модели названы в их честь. Например, модель Гука (идеальная упругая модель),

¹ Исторический обзор реологии и реологических моделей представлен, например, в работах [2, 3].

модель Ньютона (идеальная вязкая модель), модель Сен-Венана (идеальная пластическая модель), модель Прандтля (последовательная модель идеальной упругости и идеальной пластичности), модель Кельвина–Фойгта (идеальная упругая и идеальная вязкая параллельная модель, впервые представленная Майером в 1874 г.), модель Максвелла (последовательная модель идеальной упругости и идеальной вязкости), модель Шведова (модель Прандтля параллельно с моделью идеальной упругости и дополненная последовательной идеальной упругой моделью), модель Бингама (параллельные модели идеальной пластичности и идеальной вязкости), модель Бюргера (последовательные модели Максвелла и Кельвина–Фойгта) [6].

РАЗВИТИЕ РЕОЛОГИИ КАК САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ НАУЧНОЙ ОТРАСЛИ

Термин “реология” был предложен в конце 1920-х годов Ю. Бингамом и М. Рейнером [1] для названия науки, которая изучает течение и деформацию вещества. Для химика Бингама необходимость создания отрасли механики, занимающейся реологическими проблемами, была очевидна. Вопросы реологии требовали определённого пересечения с естественными и инженерными науками. Бингам в беседе с Рейнером: “Вот вы, инженер-строитель, и я, химик, работаем вместе над общими проблемами. С развитием коллоидной химии такая ситуация будет возникать всё чаще и чаще. Поэтому мы должны создать раздел физики, который будет заниматься подобными проблемами” [1]. 29 августа 1929 г. под руководством Бингама было основано Реологическое общество в Колумбусе, штат Огайо (США) [3].

Цель новой научной отрасли формулировалась так: с помощью методов реологии исследовать деформацию и течение вещества. Однако на первых порах существовали некоторые ограничения. Например, потоки электронов и тепла не учитывались. Позднее это ограничение было снято. Новые реологические модели позволяют качественно и количественно представить, а также предсказать различные типы течения и деформации. Кроме того, с использованием реологии стали возможны многие новые исследования в различных областях науки и техники, например, в материаловедении, геологии, пищевой технологии.

Реология и механика сплошных сред находятся в тесном взаимодействии. Определяющие уравнения связывают все макроскопические феноменологические переменные, описывающие поведение сплошной среды [7]. В упомянутых уравнениях, установленных в механике сплошных сред, содержатся параметры или функции параметров, которые должны быть идентифицированы. Один из возможных способов формулировки определяющих уравнений – их представление путём объединения реологических моделей. Кроме того, в рамках реологии

разрабатываются экспериментальные методы для определения характеристик течения материалов. В работе [2] представлены следующие основы механики сплошных сред для реологии:

- сохранение массы,
- понятие напряжения,
- симметрия тензора напряжений,
- уравнения движения под действием напряжений,
- сохранение энергии.

Эти утверждения требуют изучения.

Во-первых, идёт серьёзная дискуссия, что обсуждать вначале – уравнения баланса или законы сохранения.

1. Уравнения баланса более общие по сравнению с законами сохранения [4]. Однако встречаются и другие утверждения: вместо двух членов в правой части уравнения, отвечающих за изменение свойств баланса, вводят три члена [8]. Эта концепция позволяет учитывать больше эффектов. Тем не менее, возможно, лучше иметь только два члена уравнения (один, связанный с поверхностными эффектами, другой – с объёмными), что также предполагается в работе [9].

2. В некоторых работах приводится аргумент, что если в правой части уравнения баланса нет никаких действий, то такое уравнение равно нулю. Это означает, что первый интеграл левой части постоянен, и мы приходим к закону сохранения.

3. В противоположность утверждениям, содержащимся в предыдущих пунктах, в работах [10–14] приводятся аргументы в пользу того, что законы сохранения более общие.

Во-вторых, учитывая прогресс в области обобщённых сред [15–18], симметрия тензора напряжений не всегда может быть гарантирована. Однако предположение, что условие симметрии тензора напряжений справедливо (это условие может быть доказано с помощью баланса моментов импульса), значительно упрощает уравнения деформации (уменьшается количество уравнений и параметров, которые должны быть определены). Это утверждение играет роль ограничения, и мы можем связать реологию с континуумами на основе такого предположения простым способом. В противном случае, даже если получится вывести определяющие уравнения для континуумов с симметричными и антисимметричными тензорами напряжений, усилия по идентификации дополнительных определяющих параметров резко возрастут.

В-третьих, необходимо учитывать второй закон термодинамики, который позволяет различать физически допустимые и недопустимые определяющие уравнения. Однако даже с учётом второго закона термодинамики мы не можем найти ответ на вопрос, как отразить индивидуальную реакцию материала на действующие нагрузки. Это требует дополнительного рассмотрения.

Для многих приложений достаточно пяти балансов: массы, импульса, момента импульса, энергии и энтропии. Если существуют модели, учитывающие различные масштабы, количество балансов может быть увеличено [14].

В настоящее время реологическое моделирование поведения материалов успешно применяется для решения многих практических задач, в частности в машиностроении и гражданском строительстве. Метод содержит в себе элементы дедуктивного и индуктивного подхода [4]. Простое комбинирование реологических элементов путём их параллельного или последовательного соединения позволяет создавать очень сложные модели. Однако параметры материала во многих случаях невозможно оценить с помощью простых базовых испытаний [19] – такие параметры оказываются результатом подгонки кривых. Кроме того, физическая допустимость сложных реологических моделей гарантирована, если каждый отдельный реологический элемент физически допустим.

Аксиомы реологии [6] приводят к дальнейшему упрощению моделей. Например, аксиома “под действием гидростатического давления все материалы ведут себя одинаково, как идеально упругие тела” вместе с предположением об изотропии позволяет разделить определяющие уравнения на гидростатическую (объёмную) и девиаторную части. Используя некоторые гипотезы эквивалентности [20, 21], одномерные реологические модели можно обобщить в трёхмерные. Однако следует отметить, что аксиомы реологии выполняются не всегда [22].

МЕТОД РЕОЛОГИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПАЛЬМОВА

В работе В.А. Пальмова [23] изложены основные идеи реологического моделирования. Исходя из аксиом реологии [6], известно, что гидростатическое соотношение отражает чисто упругое поведение, а девиаторные соотношения – упругое и неупругое поведение. Были выведены простые реологические модели, используемые для описания упругого, вязкого и пластического поведения. Простейшие одномерные уравнения можно легко обобщить на трёхмерный случай. Предполагается, что тензор напряжений можно представить, как

$$\sigma = s + \sigma_m I, \quad (3.1)$$

где s – девиаторная часть тензора напряжений, I – единичный тензор второго порядка, σ_m вычисляется по формуле

$$\sigma_m = \frac{1}{3} \text{tr} \sigma. \quad (3.2)$$

Таким образом, уравнение (3.2) определяет среднее напряжение (оно же гидростатическое). По аналогии с уравнением (3.1) можно разбить тензор деформаций ε на девиаторную часть e и объёмную ε_v в форме

$$\varepsilon = e + \frac{1}{3} \varepsilon_v I, \quad (3.3)$$

где объёмная деформация вычисляется по формуле

$$\varepsilon_v = \text{tr} \varepsilon. \quad (3.4)$$

Предположим, что можно сформулировать определяющие уравнения для реологического элемента α . В этом случае можно ввести уравнения для девиатора напряжений s_α , свободной энергии F , а также для энтропии S с учётом аксиомы равноприсутствия теории определяющих уравнений [24].

$$s_\alpha = s_\alpha(\theta, \nabla \theta, \varepsilon, e),$$

$$F_\alpha = F_\alpha(\theta, \nabla \theta, \varepsilon, e),$$

$$S_\alpha = S_\alpha(\theta, \nabla \theta, \varepsilon, e),$$

где θ – температура, $\nabla \theta$ – градиент температуры. Следует отметить, что можно добавить больше определяющих аргументов, но в случае термомеханических процессов этого достаточно.

Согласно [23], реологические модели (элементы) можно соединять параллельно и последовательно. Для первого случая справедливо

$$s = \sum_{\alpha=1}^n s_\alpha, \quad e = e_1 = \dots = e_\alpha = \dots = e_n,$$

$$F = \sum_{\alpha=1}^n F_\alpha, \quad S = \sum_{\alpha=1}^n S_\alpha,$$

во втором случае имеем

$$s = s_1 = \dots = s_\alpha = \dots = s_n, \quad e = \sum_{\alpha=1}^n e_\alpha,$$

$$F = \sum_{\alpha=1}^n F_\alpha, \quad S = \sum_{\alpha=1}^n S_\alpha.$$

Таким образом, можно включить n элементов, но сложные реологические модели состоят всегда из элементарных, соединённых последовательно или параллельно.

В заключение приведём три простых элемента:

- элемент Гука (упругий элемент)

$$s = 2\mu e,$$

здесь μ (модуль сдвига) единственный определяющий параметр;

- элемент Ньютона (вязкий элемент)

$$s = 2\nu \dot{e},$$

здесь ν (коэффициент вязкости) единственный определяющий параметр;

- элемент Сен-Венана (пластический элемент)

$$\begin{cases} \dot{e} = 0, & \text{если } N(\sigma) < \sigma_y, \\ \dot{e} = \frac{1}{\lambda} s, & \text{если } N(\sigma) = \sigma_y. \end{cases}$$

$N(\sigma)$ – некоторая норма тензора напряжений, λ – “пластический множитель”, σ_y – предел текучести. Самые известные нормы – это условие пластичности Треска и фон Мизеса.

Помимо приведённых элементов существует

$$\sigma_m = K \epsilon_v, \quad (3.5)$$

который является упругим соотношением между средним напряжением и объёмной деформацией. Определяющий параметр в этом случае – модуль объёмного сжатия K .

Комплексные определяющие соотношения можно получить с помощью соединения элементарных моделей:

- вязкоупругого соотношения типа Максвелла (последовательное соединение упругого и вязкого элементов) или Кельвина–Фойгта (параллельное соединение упомянутых элементов),

- упругопластического соотношения,

- упруго-вязкопластического соотношения,

- обобщённых моделей (n элементов Кельвина–Фойгта в последовательном соединении, n элементов Максвелла в параллельном соединении, а также модели с континуальным спектром при $n \rightarrow \infty$).

Метод В.А. Пальмова был обобщён на случай больших деформаций [25, 26]. Полное описание метода присутствует в последней книге В.А. Пальмова [9].

Метод реологических моделей до сих пор обсуждается во многих работах, так как не все вопросы удалось решить. К открытым вопросам относятся:

1. распространение метода на случай анизотропных сред. В этом случае уравнения (3.1)–(3.4) спра-

ведливы, но на них нельзя обосновать определяющие уравнения;

2. предположения для объёмного определяющего уравнения в форме (3.5). Экспериментальные результаты не всегда подтверждают уравнение (3.5), как показано в работе [22];

3. реологические модели в представлении Лагранжа или Эйлера. В механике сплошных сред лагранжевы и эйлеровы подходы возможны [9, 27] и эквивалентны. Однако долгие годы считалось, что подход Лагранжа предпочтителен в механике деформируемого твёрдого тела, так как он основан на чёткой конфигурации, которая известна для деформируемых твёрдых тел, а подход Эйлера предпочтителен в механике жидкостей и газов с актуальной конфигурацией. Следуя, например [9, 28], есть аргументы, что Эйлеров подход применим и в механике деформируемого твёрдого тела. В этом случае поведение пластического тела похоже на поведение жидкости [29–35], что объясняет возможность использования Эйлера подхода.

Тем, кого интересуют последние результаты в области реологических моделей, можно рекомендовать обратиться к источникам [36–40], но следует отметить, что этот список далеко не полный.

ДВУМЕРНОЕ РЕОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

В 1980-е годы метод В.А. Пальмова был применён к двумерным сплошным средам [41]. В работе используется, согласно теории пластин, так называемый прямой подход, который основан на выводе основных уравнений для деформируемой поверхности [42–44], а также введены три элемента (идеально-упругая, идеально-вязкая и идеально-пластическая пластинки).

Главными переменными для реологических моделей пластин были:

- результирующие напряжения, то есть вектор поперечных сил F и тензор моментов M ,

- деформации, то есть вектор поперечных сдвигов γ , тензор изгибных и кручёных деформаций μ ,

- энергетическая переменная (в данном случае речь идёт о свободной энергии Гельмгольца H).

В работе [42] вместо тензора M был введён новый тензор

$$G = M \times n,$$

где n внешняя нормаль к поверхности, G – полярный тензор моментов [44]. Тогда результирующие напряжения можно вычислить, как

$$G = \langle a \cdot \sigma z \cdot a \rangle,$$

где σ – классический симметричный тензор напряжений, a – первый метрический тензор, z – координата в поперечном направлении, $\langle \dots \rangle$ означает интегрирование по толщине.

Можно легко вывести две модели.

1. Идеально-упругая пластина.

В этом случае свободная энергия оказывается функцией кинематических переменных и производная по времени может быть рассчитана

$$\rho \dot{H} = \frac{\partial \rho H}{\partial \gamma} \dot{\gamma} + \frac{\partial \rho H}{\partial \mu} \dot{\mu}. \quad (4.1)$$

Тогда вектор поперечных сил и полярный тензор моментов

$$F = \frac{\partial \rho H}{\partial \gamma}, \quad G = \frac{\partial \rho H}{\partial \mu}, \quad (4.2)$$

и для случая свободной энергии в квадратичной форме

$$\rho H = \frac{1}{2} \gamma \Gamma \gamma + \frac{1}{2} \mu {}^{(4)}C \mu, \quad (4.3)$$

где Γ и ${}^{(4)}C$ – тензор второго порядка жёсткостей поперечных сдвигов и тензор четвёртого порядка жёсткостей пластины. Для случая изотропного материала

$$\Gamma = \Gamma_0 a, \quad {}^{(4)}C = C_1 e e + C_2 (a_2 a_2 + a_4 a_4), \quad (4.4)$$

причём e_α ($\alpha = 1, 2$) двумерные ортогональные координаты и

$$a = e_\alpha e_\alpha = a_1, \quad a_2 = e_1 e_1 - e_2 e_2, \quad (4.5)$$

$$c = e_1 e_2 - e_2 e_1, \quad a_4 = e_1 e_2 + e_2 e_1.$$

Таким образом, с учётом (4.1)–(4.5) получаем определяющие уравнения упругой пластины

$$F = \Gamma_0 \gamma, \quad G = (C_1 - C_2)(a \mu) a + 2C_2 \mu.$$

С помощью задачи о граничных значениях (сопоставление двумерной и трёхмерной задач) можно вывести определяющие параметры (жёсткости) [43]

$$C_2 = \frac{G h^3}{12}, \quad C_1 = C_2 \frac{1 + \nu}{1 - \nu}, \quad \Gamma_0 = \left(\frac{\pi}{h} \right)^2 C_2,$$

где h – толщина пластины, Γ – модуль сдвига, ν – коэффициент Пуассона. Очевидно,

$$C = C_1 + C_2 = \frac{E}{12(1 - \nu^2)},$$

классическая жёсткость на изгиб Кирхгофа [46]. Значение жёсткости поперечного сдвига в теории Тимошенко равно значению, впервые найденному в работе [47].

2. Идеально-вязкая пластина.

Далее предполагаем

$$\rho H = \rho H(\dot{\gamma}, \dot{\mu}),$$

и получим

$$F = \widetilde{\Gamma}_0 \dot{\gamma}, \quad G = (\widetilde{C}_1 - \widetilde{C}_2)(a \dot{\mu}) a + 2\widetilde{C}_2 \dot{\mu},$$

где $\widetilde{\Gamma}_0, \widetilde{C}_1, \widetilde{C}_2$ определяющие параметры (вязкости) двумерной сплошной среды. Повторяя выкладки, аналогичные упругому случаю, получим параметры

$$\widetilde{C}_2 = \frac{\eta h^3}{12}, \quad \widetilde{C}_1 = \widetilde{C}_2 \frac{1 + \kappa}{1 - \kappa}, \quad \widetilde{\Gamma}_0 = \left(\frac{\pi}{h} \right)^2 \widetilde{C}_2,$$

η, κ – соответствующие параметры вязкости трёхмерной среды. Подробнее с вязкоупругим случаем можно ознакомиться в работе [48].

3. Идеально-пластическая пластина.

Третья модель – это идеально-пластическая двумерная среда. До сих пор ещё не удалось получить общее решение для этой задачи, так как необходимо ввести норму (условие пластичности) для сил и моментов. Можно предположить

$$\begin{cases} N(F) < F_y, \dot{\gamma} = 0, \\ N(F) = F_y, \dot{\gamma} = \alpha F, \alpha \geq 0, \\ N(G) < G_y, \dot{\mu} = 0, \\ N(G) = G_y, \dot{\mu} = \beta \text{dev} G, \beta \geq 0, \end{cases}$$

где

$$N(F) = |F|, \quad N(\text{dev} G) = \sqrt{\frac{1}{2} \text{dev} G \text{dev} G},$$

F_y, G_y предельные значения (переход в пластичность). Как было отмечено выше, общего решения для данной задачи нет. Частное решение приведено в работе [49]. Таким образом, в предположении

$$\sigma = \sigma_0 \text{sign} z + n \tau + \tau n,$$

с плоским тензором напряжений σ_0 и с вектором напряжений τ в поперечном направлении, можно получить

$$G = \sigma_0 \frac{h^2}{4}, \quad F = \tau h.$$

Тем самым получаем

$$N(G)^2 + \frac{h^2}{16} N(F)^2 < G_y, \dot{\gamma} = 0, \dot{\mu} = 0,$$

$$N(G)^2 + \frac{h^2}{16} N(F)^2 = G_y, \dot{\gamma} = \alpha \alpha F, \dot{\mu} = \beta \text{dev } G.$$

Очевидно, что модель пластической пластины не может быть сформулирована так же, как это можно сделать в случае упругих или вязких пластин. Проблема возникает из-за “отсутствия толщины” в случае двумерных сред. Однако пластичность развивается по толщине, исключение составляет жёсткопластический материал, рассмотренный в работе [50]. Проблемы с пластической пластиной обсуждены в работе [51].

СОВРЕМЕННЫЕ РЕОЛОГИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ

В период 2010–2020-х годов в научной группе под руководством автора статьи были обсуждены современные реологические модели на базе линейных и нелинейных соотношений. В том числе рассмотрены модели для ползучести сплава и пластика, то есть материалов, находящихся под напряжениями ниже предела пластичности, но под воздействием повышенных температур (примерно 0.3 от температуры плавления материала). Такие материалы можно рассматривать как двухфазные: с твёрдой фазой и с мягкой фазой. Упругость для обеих фаз принималась одинаковой, а неупругость описывалась при помощи различных моделей. Уравнения для сплава приведены в работе [52], а для пластика в [53]. Главная идея модели была предложена в равных деформациях для обеих фаз. Тогда, следуя механике композитов [54], общее напряжение может быть вычислено, как

$$\sigma = \eta_s \sigma_s + \eta_h \sigma_h.$$

Здесь σ_h – напряжение в твёрдой фазе, σ_s – напряжение в мягкой фазе, η_s и η_h – объёмные доли обеих фаз, то есть

$$\eta_s + \eta_h = 1,$$

причём эти доли могут меняться со временем.

В дальнейшем были предложены одномерные определяющие уравнения, затем вычислены определяющие параметры и функции. С помощью гипотез об эквивалентности скалярных напряжений и деформаций с тензорными величинами можно вывести трёхмерные определяющие уравнения. Следует отметить, что гипотезы об эквивалентности для ползучести и повреждаемости разные, так как повреждаемость развивается только при растяжении. Ознакомиться с деталями подробнее автор предлагает в работах [55–57].

* * *

Реология служит мощным инструментом исследования, в том числе и для моделирования определяющих уравнений комплексного поведения материалов. Можно найти и другие приложения (бинарные смеси, пластмассы, геоматериалы и т.д.). Новые направления тесно связаны с интеграцией прямого тензорного исчисления [18], основ механики сплошных сред [8, 9, 13, 24, 58], а также с установлением гипотез эквивалентности [21, 59, 60].

ЛИТЕРАТУРА

1. *Giesekus H.* Phänomenologische Rheologie. Eine Einführung. Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 1994.
2. *Tanner R.I.* Engineering Rheology. Oxford: Clarendon Press, 1985.
3. *Doraiswamy D.* The origins of rheology: a short historical excursion // *Rheology Bulletin*/ 200, vol. 71, no. 1, pp. 7–17.
4. *Altenbach H.* Kontinuumsmechanik – Eine elementare Einführung in die materialunabhängigen und materialabhängigen Gleichungen, 4. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer, 2018.
5. *Christensen R.M.* Theory of viscoelasticity – an introduction, 2nd edn. New York et al.: Academic Press, 1982.
6. *Рейнер М.* Реология. М.: Наука, 1965. (*Rayner M.* Rheology. Moscow: Nauka, 1965. (In Russ.))
7. *Krawietz A.* Materialtheorie – Mathematische Beschreibung des phänomenologischen thermomechanischen Verhaltens. Berlin, Heidelberg: Springer, 1986.
8. *Hutter K., Jöhnk K.* Continuum methods of physical modeling-continuum mechanics, dimensional analysis, turbulence. Berlin, Heidelberg: Springer, 2004.
9. *Пальмов В.А.* Нелинейная механика деформируемых тел. СПб: Изд-во Политехнического университета, 2014. (*Palmov V.A.* Nonlinear mechanics of deformable bodies. St. Petersburg: Publishing House of the Polytechnic University, 2014. (In Russ.))
10. *Ruggeri T.* Galilean invariance and entropy principle for systems of balance laws // *Continuum Mechanics and Thermodynamics*. 1989, vol. 1, no. 1, pp. 3–20.
11. *Boillat G., Ruggeri T.* On the shock structure problem for hyperbolic system of balance laws and convex entropy // *Continuum Mechanics and Thermodynamics*. 1998, vol. 10, no. 5, pp. 292–295.
12. *Müller I., Ruggeri T.* Rational Extended Thermodynamics, 2nd edn. New York: Springer, 1998.
13. *Müller W.H.* An Expedition to Continuum Theory. Dordrecht: Springer, 2014.

14. Müller W.H., Vilchevskaya E.N., Weiss W. Micropolar theory with production of rotational inertia: a farewell to material description // *Physical Mesomechanics*. 2017, vol. 20, no. 3, pp. 250–262.
15. Altenbach H., Eremeyev V.A. (eds) Generalized continua – from the theory to engineering applications, CISM International Centre for Mechanical Sciences, vol. 541. Vienna: Springer, 2011.
16. Altenbach H., Maugin G.A., Erofeev V. (eds) Mechanics of generalized continua, *Advanced Structured Materials*, vol. 7. Berlin, Heidelberg: Springer, 2011.
17. Altenbach H., Forest S., Krivtsov A. (eds) Generalized continua as models for materials with multi-scale effects or under multi-field actions, *Advanced Structured Materials*, vol. 22. Berlin, Heidelberg: Springer, 2013.
18. Eremeyev V.A., Lebedev L.P., Altenbach H. Foundations of Micropolar Mechanics. Springer-Briefs in Applied Sciences and Technology – Continuum Mechanics. Berlin, Heidelberg: Springer, 2013.
19. Blumenauer H. (Hrsg.) Werkstoffprüfung, 6. Aufl. Leipzig, Stuttgart: Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, 1994.
20. Altenbach H., Bolchoun A., Kolupaev V.A. Phenomenological Yield and Failure Criteria // *Plasticity of Pressure-Sensitive Materials* (ed. by Altenbach H., Öchsner A.). Berlin, Heidelberg: Springer, 2014, pp. 49–152.
21. Kolupaev V.A. Equivalent stress concept for limit state analysis, *Advanced Structured Mechanics*, vol. 86. Cham: Springer, 2018.
22. Bridgman P.W. The physics of high pressure. London: G. Bell and Sons, 1949.
23. Пальмов В.А. Колебания упруго-пластических тел. М.: Наука, 1976.
Palmov V.A. Vibrations of elastic-plastic bodies. M.: Nauka, 1976. (In Russ.)
24. Haupt P. Continuum Mechanics and Theory of Materials, 2nd edn. Berlin, Heidelberg: Springer, 2004.
25. Palmow W.A. Rheologische Modelle für Materialien bei endlichen Deformationen // *Technische Mechanik*. 1984, vol. 5, no. 4, pp. 20–31.
26. Palmov V.A. Large strains in viscoelastoplasticity // *Acta Mechanica*. 1997, vol. 125, no. 1, pp.129–139.
27. Трудделл К. Первоначальный курс рациональной механики сплошных сред. М.: Наука, 1975.
Trusdell K. The initial course of rational continuum mechanics. M.: Nauka, 1975. (In Russ.)
28. Bruhns O.T. History of plasticity. In: Altenbach H, Öchsner A (eds) *Encyclopedia of Continuum Mechanics*. Berlin, Heidelberg: Springer, 2020, pp. 1129–1190.
29. Lévy M. Mémoire sur les équations générales des mouvements intérieurs des corps solides ductiles au delà des limites où l'élasticité pourrait les ramener à leur premier état // *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*. 1870, vol. 70, pp. 1323–1325.
30. von Mises R. Mechanik der festen Körper im plastisch-deformablen Zustand, *Nachrichten der Gesellschaft der Wissenschaften Göttingen, Mathematisch-Physikalische Klasse*, 1913, pp. 582–592.
31. Prandtl L. Über die Eindringungsfestigkeit (Härte) plastischer Baustoffe und die Festigkeit von Schneiden // *ZAMM – Journal of Applied Mathematics and Mechanics // Zeitschrift für Angewandte Mathematik und Mechanik*. 1921, vol. 1, no. 1, pp. 15–20.
32. Hencky H. Die Bewegungsgleichungen beim nicht-stationären Fließen plastischer Massen // *ZAMM – Journal of Applied Mathematics and Mechanics // Zeitschrift für Angewandte Mathematik und Mechanik*. 1925, vol. 5, no. 3, pp. 144–146.
33. Hodge P.G., Prager, W. Theorie ideal plastischer Körper. Wien: Springer, 1954.
34. Климов Д.М., Петров А.Г., Георгиевский Д.В. Вязкопластические течения. Динамический хаос, устойчивость, перемешивание. М.: Наука, 2005.
Klimov D.M., Petrov A.G., Georgievsky D.V. Viscoplastic flows. Dynamic chaos, stability, mixing. M.: Nauka, 2005. (In Russ.)
35. Bruhns O.T. The Prandtl-Reuss equations revisited // *ZAMM – Journal of Applied Mathematics and Mechanics // Zeitschrift für Angewandte Mathematik und Mechanik*. 2014, vol. 94, no. 3, pp. 187–222.
36. Shutov A.V., Kreißig R. Finite strain viscoplasticity with nonlinear kinematic hardening: phenomenological modeling and time integration // *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*. 2008, vol. 197, no. 21, pp. 2015–2029.
37. Bröcker C., Matzenmiller A. An enhanced concept of rheological models to represent nonlinear thermoviscoplasticity and its energy storage behavior // *Continuum Mechanics and Thermodynamics*. 2013, vol. 25, no. 6, pp. 749–778.
38. Bröcker C., Matzenmiller A. An enhanced concept of rheological models to represent nonlinear thermoviscoplasticity and its energy storage behavior, Part 2: Spatial generalization for small strains // *Continuum Mechanics and Thermodynamics*. 2015, vol. 27, no. 3, pp. 325–347.
39. Kießling R., Landgraf R., Scherzer R., Ihlemann J. Introducing the concept of directly connected rheological elements by reviewing rheological models at large strains // *International Journal of Solids and Structures*. 2016, vol. 98, pp. 650–667.
40. Seifert T. Models of cyclic plasticity for low-cycle and thermomechanical fatigue life assessment. In: Altenbach H, Ganczarski A (eds) *Advanced Theories for Deformation, Damage and Failure in Materials*, CISM international centre for mechanical sciences courses and lectures, vol 605. Springer, 2022, pp. 177–234.

41. *Altenbach H.* Zur Theorie der inhomogenen Cosserat-Platten // ZAMM – Journal of Applied Mathematics and Mechanics / Zeitschrift für Angewandte Mathematik und Physik. 1985, vol. 65, no. 12, pp. 638–641.
42. *Palmov W.A., Altenbach H.* Über eine Cosseratsche Theorie für elastische Platten // Technische Mechanik. 1982, vol. 3, no. 3, pp. 5–9.
43. *Алтенбах Х.* Определение модулей упругости для пластин, изготовленных из неоднородного по толщине анизотропного материала // Механика твёрдого тела. 1987. № 1. С. 139–146.
Altenbach X. Determination of elastic modulus for plates made of nonuniform anisotropic material in thickness // Solid state mechanics. 1987, no. 1, pp. 139–146. (In Russ.)
44. *Zhilin P.A.* Mechanics of deformable directed surfaces // International Journal of Solids and Structures. 1976, vol. 12, no. 9, 10, pp. 635–648.
45. *Аџмус М., Eisenträger J., Altenbach H.* Projector representation of isotropic linear elastic material laws for directed surfaces // ZAMM – Journal of Applied Mathematics and Mechanics / Zeitschrift für Angewandte Mathematik und Mechanik. 2017, vol. 97, no. 12, pp. 1625–1634.
46. *Timoshenko S., Woinowsky-Krieger S.* Theory of Plates and Shells. New York: McGraw-Hill, 1959.
47. *Mindlin R.D.* Influence of rotatory inertia and shear deformation on flexural motion of isotropic, elastic plates // Journal of Applied Mechanics. 1951, vol. 18, no. 1, pp. 31–38.
48. *Алтенбах Х.* Прямая теория вязкоупругих пластин // Механика твёрдого тела. 1988. № 2. С. 164–169.
Altenbach X. Direct theory of viscoelastic plates // Mechanics of a solid body, 1988, no. 2, pp. 164–169. (In Russ.)
49. *Пальмов В.А.* К теории пластин Коссера // Труды ЛПИ. Л.: 1982. Т. 386. С. 3–8.
Palmov V.A. К Kossier plate theory // Proceedings of the LPI. L.: 1982, vol. 386, pp. 3–8. (In Russ.)
50. *Наумов В.Н., Пальмов В.А.* Деформирование жёсткопластических пластин с упрочнением // Труды ЛПИ. Л.: 1982. Т. 386. С. 9–14.
Naumov V.N., Palmov V.A. Deformation of rigid plastic plates with hardening // Trudy LPI. L.: 1982, vol. 386, pp. 9–14. (In Russ.)
51. *Аџмус М., Altenbach H.* On viscoelasticity in the theory of geometrically linear plates // Altenbach H., Öchsner A. (eds) State of the art and future trends in material modeling, Advanced Structured Materials. Cham: Springer International Publishing, 2019, vol. 100, pp. 1–22.
52. *Naumenko K., Altenbach H., Kutschke A.* A combined model for hardening, softening, and damage processes in advanced heat resistant steels at elevated temperature // International Journal of Damage Mechanics. 2011, vol. 20, no. 4, pp. 578–597.
53. *Altenbach H., Girchenko A., Kutschke A., Naumenko K.* Creep Behavior Modeling of Polyoxymethylene (POM) Applying Rheological Models // Inelastic Behavior of Materials and Structures Under Monotonic and Cyclic Loading (ed. by Altenbach H., Brüning M.). Cham: Springer, Advanced Structured Materials, 2015, vol. 57, pp. 1–15.
54. *Altenbach H., Altenbach J., Kissing W.* Mechanics of Composite Structural Elements, 2nd ed., Singapore: Springer, 2018.
55. *Eisenträger J., Naumenko K., Altenbach H.* Calibration of a phase mixture model for hardening and softening regimes in tempered martensitic steel over wide stress and temperature ranges // Journal of Strain Analysis and Engineering Design. 2018, vol. 53, no. 3, pp. 156–177.
56. *Eisenträger J., Naumenko K., Altenbach H.* Numerical implementation of a phase mixture model for rate-dependent inelasticity of tempered martensitic steels // Acta Mechanica. 2018, vol. 229, no. 7, pp. 3051–3068.
57. *Eisenträger J., Naumenko K., Altenbach H.* Numerical analysis of a steam turbine rotor subjected to thermo-mechanical cyclic loads // Technische Mechnik. 2019, vol. 19, no. 3, pp. 261–281.
58. *Жилин П.А.* Рациональная механика сплошных сред. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012.
Zhilin P.A. Rational mechanics of continuous media. St. Petersburg: Publishing House of the Polytechnic University. Unita, 2012. (In Russ.)
59. *Altenbach H., Altenbach J., Zolochovsky A.* Erweiterte Deformationsmodelle und Versagenskriterien der Werkstoffmechanik. Leipzig Stuttgart: Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, 1995.
60. *Altenbach H., Bolchoun A., Kolupaev V.A.* Phenomenological Yield and Failure Criteria. In: Plasticity of Pressure-Sensitive Materials (ed. by Altenbach H., Öchsner A.). Berlin, Heidelberg: Springer, 2014, pp. 49–152.

RHEOLOGICAL MODELING

*REPORT BY THE LAUREATE OF THE 2023 M.V. LOMONOSOV
GRAND GOLD MEDAL OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES*

H. Altenbach^{a,*}

^aOtto von Guericke University of Magdeburg, Magdeburg, Germany

**E-mail: holm.altenbach@ovgu.de*

The article discusses the method of rheological models and the models themselves, as well as modeling of the defining equations based on this method. Some historical information is given, and the method of rheological models proposed by V.A. Palmov is presented. One-dimensional equations are briefly described, three-dimensional equations for isotropic media are considered. It is noted that the method of rheological models for solving two-dimensional problems of continuous media was first applied by the author at the beginning of his scientific activity. In this article, he presents the basic relations for elastic and inelastic plates, and considers an example of complex defining equations for a metal alloy. The article was prepared on the basis of a report, the video of which was presented at the General Meeting of RAS Members on May 28, 2024.

Keywords: rheological model method, defining equations, continuum mechanics, behavior of materials, equivalence hypotheses.

ГИБРИДНЫЕ ВОЙНЫ СОВРЕМЕННОСТИ И НАЦИОНАЛЬНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ РОССИИ

© 2024 г. А.Р. Бахтизин^{a,*}, Ц. Ву^{b,**}, Б.Р. Хабриев^{a,***},
М.Ю. Сидоренко^{c,****}, З. Ву^{b,*****}

^aЦентральный экономико-математический институт РАН, Москва, Россия

^bGuangzhou Milestone Software Co., Ltd, Гуанчжоу, Китай

^cРоссийская академия наук, Москва, Россия

*E-mail: albert.bakhtizin@gmail.com

**E-mail: jw@gzmss.com

***E-mail: bulat199@mail.ru

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

*****E-mail: wzl@gzmss.com

Поступила в редакцию 02.10.2024 г.

После доработки 14.10.2024 г.

Принята к публикации 18.11.2024 г.

В статье рассмотрены различные инструменты гибридного межстранового противостояния, в первую очередь экономические войны. Авторами исследования совместно с коллегами из национального суперкомпьютерного центра КНР проведён стресс-тест устойчивости экономических систем ключевых стран и для них определены отрасли, которые, с одной стороны, являются точками роста, а с другой, нуждаются в защите в рамках геоэкономического противостояния. Показаны изъяны осуществляемой в России денежно-кредитной политики, её негативные последствия. В заключение предложен сценарий нанесения экономического ущерба геополитическим оппонентам.

Ключевые слова: гибридные войны, национальная безопасность, денежно-кредитная политика.

DOI: 10.31857/S0869587324120043, EDN: RIMXJE

За последние десятилетия общество столкнулось с рядом связанных, в частности, с ростом долгов торговых и финансовых дисбалансов, а также временным увеличением влияния одного из полюсов глобальной политики – США. Это привело к усилению противостояния центров мировой силы из-за естественного стремления Вашингтона разрешить возникшие трудности за счёт других стран (в первую очередь России, ЕС и государств Африки), а также ослабить основного конкурента – КНР.

Спектр инструментов давления на периферийные страны весьма широкий – информационные, воен-

ные, биологические, но нас интересуют прежде всего экономические, которые включают в себя большой арсенал мер, направленных на усиление зависимости и торможение развития государств – объектов воздействия. Среди них – неэквивалентный товарный обмен, навязанная денежно-кредитная политика, способствующая установлению невыгодного обменного курса, завышению процентной ставки, сокращению денежной массы, а также “удушению” производств с высокой добавленной стоимостью и др.

Эффективным средством выправления экономической ситуации в странах-бенефициарах явля-

БАХТИЗИН Альберт Рауфович – член-корреспондент РАН, директор ЦЭМИ РАН. Ву Цзе – председатель правления компании Guangzhou Milestone Software Co., Ltd., исследователь Центра экономической и социальной интеграции и прогнозирования Академии общественных наук КНР, приглашённый профессор Академии социальных наук провинции Гуандун, консультант Национального суперкомпьютерного центра КНР. ХАБРИЕВ Булат Рамилович – кандидат экономических наук, ведущий научный сотрудник ЦЭМИ РАН. СИДОРЕНКО Милана Юрьевна – заместитель начальника Управления научно-информационной деятельности и взаимодействия с научно-образовательным сообществом РАН. Ву Зили – заместитель председателя правления компании Guangzhou Milestone Software Co., Ltd.

ются и военные конфликты, которые провоцируют и контролируют за счёт продажи вооружений; по завершении военных действий дивиденды приносят участие в восстановлении хозяйства, но самое главное – реконфигурация в свою пользу торговых и финансовых потоков.

Центром исследований экономической политики “Цена войны” (Price of War) [1] изучены экономические последствия военных конфликтов за период более 150 лет (с 1870 г.) не только для непосредственных участников, но и для других стран. Под военными конфликтами понимаются только крупные боестолкновения, с числом жертв более 10 тыс. человек и средней продолжительностью около 2.5 лет (рис. 1). Статистические расчёты показывают: вероятность того, что конкретная страна станет местом военного конфликта в текущем году довольно низка и составляет около 1.4%, а вот вероятность того, что конфликт произойдёт в соседней стране заметно выше – около 8.2%. Ключевой вывод исследования состоит в том, что для государств, на территории которых происходит конфликт, падение производства в среднем составляет около 30% накопительным итогом за пятилетний период по сравнению с инерционным вариантом развития экономики, а инфляция увеличивается на 15 процентных пунктов.

Независимо от степени участия в военном конфликте, зафиксированы негативные последствия для стран, географически близких к центру боестолкновений. Так, объём производства в соседних странах в среднем снижается на 10% за пять лет, а инфляция за тот же период возрастает на 5 процентных пунктов. Негативные эффекты уменьшаются по мере увеличения географического расстояния, а для отдалённых стран военный конфликт и вовсе может иметь положительные последствия.

Объём производства в стране, на территории которой происходят боевые действия, в первый год в среднем сокращается на 3.5–5% относительно инерционного варианта динамики экономической системы. У государств, которые не участвуют в войне, но находятся в пределах 5 тыс. км от места боестолкновений, объём производства в первый год в среднем снижается на 0.4%, а у стран, которые удалены на более чем 5 тыс. км, этот показатель, наоборот, в среднем увеличивается на 0.2%. Основные причины – сбой ближайших к месту конфликта торговых цепочек и перенаправление финансовых потоков на более спокойные территории.

Таким образом, боевые действия были и остаются эффективным средством ослабления экономических систем оппонентов и их усиления у государств-выгодоприобретателей. Как показывает практика, экономические войны, являющиеся частью гибридных, представляют собой действенный инструмент подавления экономической активности оппонентов.

ПРОГНОЗЫ КЛЮЧЕВЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ – ЧАСТЬ ИНФОРМАЦИОННОЙ ВОЙНЫ

Крупнейшие международные организации в финансовой сфере (МВФ) [2–8], в области либерализации международной торговли (ВТО) [9] и развития свободной рыночной экономики (ОЭСР) [10] представляют в аналитических материалах своё видение развития глобальных процессов. Предполагается усиление фрагментации мирового экономического пространства в краткосрочном и среднесрочном периодах, распад мира на макрорегионы и кристаллизация новых полюсов мировой макроэкономической системы. Возрастающие издержки, связанные с дополнительными расходами (пошлины на това-

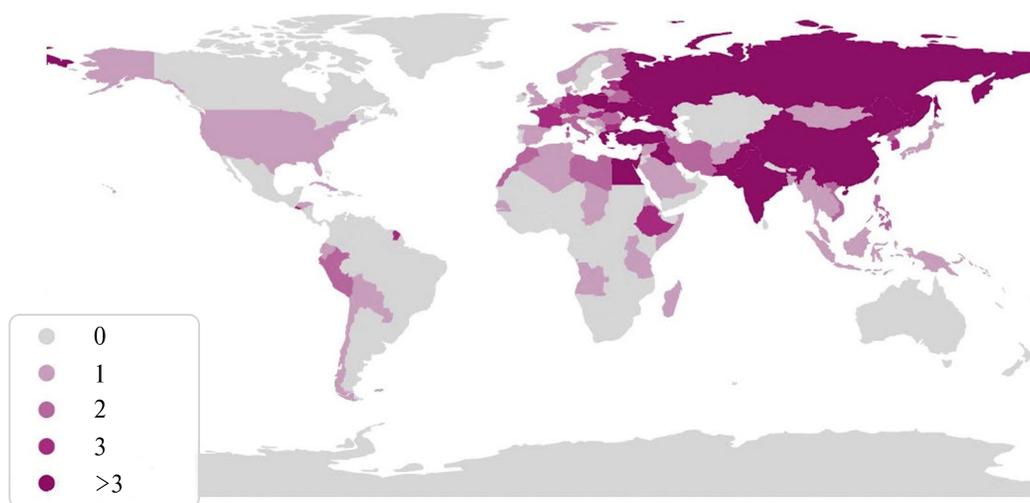


Рис. 1. География военных конфликтов за период 1870–2022 гг. [1]

ры, технологические затраты, перенастройка торговых потоков), по оценкам специалистов, приведут к сокращению ВВП различных стран в диапазоне от 0.2 до 12% в зависимости от степени фрагментации глобальной экономической макросистемы.

В докладах указанных организаций, кроме того, высказано предположение о делении мира на противостоящие блоки стран – западный (во главе с США) и восточный (во главе с Китаем). Не менее важны и последствия экономического противостояния, в результате которого, как предполагается, в выигрыше окажется коллективный Запад, хотя убедительной аргументации в пользу именно такого развития событий не приводится.

В последние годы отчётливо проявляют себя признаки деглобализации: увеличение торговых барьеров (тарифов и квот), сокращение прямых иностранных инвестиций, локализация глобальных цепочек поставок, рост геополитической напряжённости, усиление регулирования денежно-кредитной политики и т.д. [11].

Приводимые оценки обычно опираются на вычислимые модели общего равновесия, но данный подход вызывает всё большую критику. Тому есть несколько причин, среди которых две основные.

Во-первых, из-за постоянных сбояв в глобальных торговых цепочках всё чаще возникают дисбалансы на товарных рынках и рынках труда. Соответственно, изначальное предположение о достижении равновесия на рассматриваемых в моделях рынках товаров существенно расходится с реальностью.

Во-вторых, для этих моделей важна оценка коэффициентов в производственных функциях и актуальные данные межотраслевых балансов. Однако из-за нарушения требования о стационарности рядов данных рассчитать коэффициенты очень трудно, а информация о межотраслевых балансах по разным странам нередко относится к разным периодам (иногда разница составляет более 10 лет).

Возникает вопрос, насколько достоверны прогнозы ключевых международных организаций. Агентство “Bloomberg” провело оценку около 3000 прогнозов МВФ за относительно спокойный период с 1999 по 2019 г., то есть до событий, вызвавших сильную флуктуацию на финансовых и товарных рынках (пандемия COVID-19, СВО). Среднее отклонение сценарных значений от фактических составило около 2 процентных пунктов, но самое главное – ангажированность оценок: в 80% случаев перспективы экономического роста в США были завышены [12]. Похожие результаты опубликовал журнал “The Economist”: среднее расхождение прогнозных и фактических значений составило около 2–3 процентных пунктов на основе нескольких тысяч прогнозов с 2000 по 2017 г. (относительно спокойный период) (рис. 2). Как видно из рисунка, точность предвидения снижается при увеличении прогнозного периода и наоборот.

Иными словами, даже в стабильные периоды прогнозическая сила большинства моделей не позволяет получать реалистичные результаты, а сами прогнозы, по сути, давно превратились в один из инструментов гибридной войны как средство манипуляции общественным мнением: достаточно

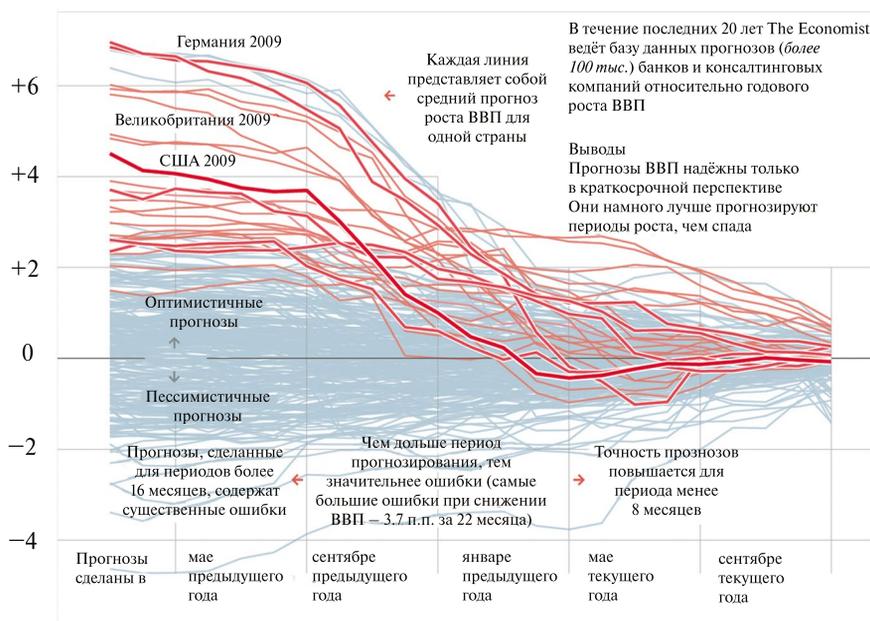


Рис. 2. Расхождение расчётных и фактических значений роста ВВП, процентные пункты в зависимости от глубины прогноза

Источник: <https://www.economist.com/graphic-detail/2018/12/15/gdp-predictions-are-reliable-only-in-the-short-term>

вспомнить многочисленные предсказания ведущих аналитических центров, которые после начала СВО предрекали крах экономики России (резкое снижение ВВП – на –8.5% от МВФ [13], –10% от “Goldman Sachs” [14], –12% от “JPMorgan” [15] и т.д.).

На неполную адекватность применяемой методологии указывают сами эксперты МВФ, ведь для оценок используют не только вызывающие большой скепсис подходы (СGE модели и модели векторной авторегрессии), но и устаревшее программное обеспечение. (Такой вывод можно сделать на основе анализа требований к вакансиям от МВФ [16].) Что касается подхода, то усиливающиеся дисбалансы на товарных рынках ставят под сомнение методологию используемого инструментария – моделей, в основе которых лежит предположение об обязательном уравнивании спроса и предложения в рамках торговых отношений между участниками экономической системы.

Но главное даже не это. Используемые инструменты – стандарт для проведения расчётов, рекомендуемый МВФ и Всемирным банком, по сути, содержат в себе искусственные ограничители экономического роста. Если в рамках моделей напрямую увеличить эмиссию денежной массы, то дополнительный её объём вызовет рост цен на потребительских рынках и рынках промежуточной продукции и снижение темпов экономического роста. Это связано с тем, что в уравнениях моделей не предусмотрена возможность увеличения производительности труда за счёт технологического развития. Именно этим объясняется вывод об отсталости российской экономики и её неспособности оперировать возросшими объёмами денежных средств.

Такого рода выводы можно легко опровергнуть.

Во-первых, учёт в моделях научно-технического прогресса в качестве эндогенного фактора, зависящего от финансирования исследований и разработок в предыдущие периоды, продемонстрировал возможность повышения производительности труда и дополнительного увеличения предложения товаров и услуг [17].

Во-вторых, следует упомянуть масштабное исследование Международного валютного фонда “A Note of Caution on the Relation between Money Growth and Inflation” [18], в котором с использованием гибридных байесовских VAR-моделей изучалось влияние роста денежной массы на индекс потребительских цен для Еврзоны и США за достаточно продолжительный период – с 1 квартала 1961 г. по 4 квартал 2022 г. Выяснилось, что связь между упомянутыми показателями отсутствовала, за исключением 2022 г., когда, с одной стороны, была резко увеличена эмиссия доллара и евро, а с другой – нарушены глобальные цепочки поставок. Можно говорить о своего рода цинизме транслируемых для развивающихся стран установок (в частности, о крайней нежелательности эмис-

сии денежных средств), в то время как метрополии, пренебрегая собственными рекомендациями, обеспечивают необходимый для экономики уровень монетизации.

Российский опыт 2022 г. показал, что за счёт роста денежной массы и инвестиций удалось сдерживать инфляцию, поэтому эмиссию необходимо увеличивать под новые проекты, соответствующие приоритетным направлениям развития страны [19].

Тем не менее порядок составления прогнозов МВФ многие годы остаётся неизменным. В головном офисе в Вашингтоне определяют экзогенные параметры для всех стран – ключевые ставки, обменные курсы, уровень безработицы и т.д., а затем рассчитанные с использованием единой методологии прогнозы для каждого государства агрегируют для макрорегиона и всего мира [16, 20]. Результатом является флагманский продукт МВФ – “World Economic Outlook”, публикуемый два раза в год (с двумя ежегодными обновлениями); это один из самых цитируемых в СМИ информационных материалов, касающихся прогноза развития мировой экономики. Более того, эти данные становятся ориентиром для многих центральных банков и финансовых учреждений по всему миру, в том числе и для российского денежного регулятора. Неоднократно фиксировалось, что свои прогнозы ЦБ России корректирует в зависимости от новых вводных от МВФ и публикует в среднем спустя 10–14 дней [21].

Таким образом, в подавляющем большинстве случаев прогнозы являются одним из инструментов информационного противостояния, а значит, необходимо не просто перепечатывать публикуемую геополитическими оппонентами информацию, а проводить свои расчёты. Причём важны не столько прогнозы как таковые, сколько сценарии достижения целевых показателей (к примеру, обозначенных в Указах Президента РФ).

С другой стороны, проведённые в 2019 г. международной Лабораторией оценки последствий межстрановых торговых войн¹ расчёты показали, что в случае введения ограничений на товары российского экспорта ВВП России снизится в пределах от –0.88 до –2.16% в зависимости от сценария [22, 23]. В то время никто всерьёз не предполагал последующих серьёзных сдвигов в глобальных торговых и производственных цепочках, возникших из-за ковида и СВО, но китайская сторона, получившая опыт торговой войны с США в 2018 г., предупрежда-

¹ Учредители: Национальный суперкомпьютерный центр КНР (National Supercomputer Center in Guangzhou), IT-компания Guangzhou Milestone Software Co. Ltd., Академия общественных наук КНР, представители крупного бизнеса из Гонконга – компания Fok Ying Tung Ming Yuan Development Co., Ltd. и отделение Pricewaterhouse Coopers Ltd. Со стороны России – Центральный экономико-математический институт РАН, Институт демографической политики им. Д.И. Менделеева.

ла о высокой вероятности санкционного давления на Россию. Для расчётов использовался модельный комплекс, основанный на агент-ориентированной парадигме моделирования и предусматривающий взаимодействие на уровне отдельных элементов социально-экономических систем. Всего в модели более 2000 показателей, но в качестве отслеживаемых были выбраны основные (ВВП, численность населения и др.) [23]. Реальная жизнь подтвердила корректность этих расчётов – в 2022 г. ВВП России снизился на 2.1%.

Почему беспрецедентные антироссийские санкции не смогли обрушить экономику РФ или, как обещали в США, “разорвать экономику России в клочья”? Согласно совместным со специалистами КНР расчётам, устойчивость конкретной страны во многом определяется её потенциалом, который не ограничен экономической сферой и включает в себя другие важнейшие составляющие: ресурсную, военную, научную, финансовую, производственную и др. Чтобы обрушить страну с большой мощью, одних ограничительных санкций недостаточно. Конечно, их воздействие в течение продолжительного времени способно ослабить любое государство, и Россию в том числе, но эффективность внешнего давления можно нивелировать форсированным внутренним развитием и диверсификацией отраслевой системы.

СТРЕСС-ТЕСТ УСТОЙЧИВОСТИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ КЛЮЧЕВЫХ СТРАН

В настоящее время коллеги из КНР предполагают дальнейшее усиление геоэкономической фрагментации и для своей страны не исключают вариант торговой и финансовой блокады. В этой связи возникла идея осуществить расчёты стресс-теста для крупнейших экономик мира, чтобы оценить их способность противостоять масштабным санкциям со стороны остальных государств и международных организаций [24]. Оценивались прямые потери ВВП в одном году от полного прекращения торговых отношений с подсанкционной страной; при этом прочие меры воздействия (визовые ограничения, запрет полётов и т.д.) не учитывались. Таким образом, рассматривалась устойчивость экономики конкретной страны в случае санкционного давления, ещё более мощного, чем в отношении России, без возможности параллельных поставок. Полученные результаты приведены в таблице 1.

Рассмотрим более подробно причину устойчивости социально-экономической системы России. С 2022 г. на РФ обрушился беспрецедентный по масштабу набор санкций, включающий в себя ограничения финансовых операций, различного рода запреты в отношении отдельных отраслей, предприятий, физических лиц и т.д. Торговую войну, начав-

Таблица 1. Снижение ВВП ключевых стран в результате введения масштабных санкций, в процентных пунктах от инерционного сценария

США	-2.25
Китай	-3.09
Россия	-3.54
Австралия	-3.66
Индонезия	-3.66
Индия	-3.98
Иран	-4.15
Бразилия	-4.23
Пакистан	-4.66
Саудовская Аравия	-5.18
Канада	-5.53
Великобритания	-5.66
Италия	-6.01
Турция	-6.58
Франция	-6.95
Мексика	-7.24
Республика Корея	-7.92
Германия	-8.09

шуюся в 2018 г. между США и КНР, можно считать лёгкой разминкой перед острой фазой противостояния, хотя отдельные её элементы также могут ослабить государство, против которого она развязана (имеются в виду увеличение пошлин, введение нетарифных барьеров, эмбарго и др.).

Полностью изолировать Россию – одна из целей геополитики коллективного Запада, которая на данный момент не реализована. Но это не означает, что давление на торговых партнёров РФ прекратится.

Институт демографической политики им. Д.И. Менделеева совместно с ЦЭМИ РАН, Федеральной службой охраны РФ и коллегами из КНР на протяжении ряда лет оценивали индекс национальной силы по 193 странам мира с учётом широкого круга переменных, свёрнутых в единый интегральный показатель с помощью методов многомерного статистического анализа [25]. В соответствии с интегральными показателями Россия занимает достаточно высокую позицию – третье место среди стран – членов ООН (табл. 2). Следует заметить, что в мире есть примеры комплексного оценивания стран мира по их совокупному потенциалу, позволяющему сравнивать уровень национальной силы государств. Но альтернативные оценки весьма разнятся – например, “Global Power Index” ставит Россию на 11-ю позицию. Выше уже отмечалось, что прогнозы и оценки зарубежных аналитических центров весьма ангажированы, поэтому в России давно назрела необходи-

мость построения как суверенных прогнозов, так и методик оценивания своей страны в международном пространстве с использованием понятных и объективных показателей. Более подробно используемая методика расчёта индекса национальной силы представлена на одноимённом сайте [25].

Таблица 2. Индекс национальной силы 10 стран – мировых лидеров

1	Китай	13.05
2	США	10.00
3	Россия	5.84
4	Индия	5.26
5	Бразилия	3.03
6	Канада	2.36
7	Германия	2.04
8	Иран	1.92
9	Япония	1.88
10	Саудовская Аравия	1.72

Суммарное значение индекса по 193 странам = 100

Источник: расчёты Института демографической политики им. Д.И. Менделеева, ЦЭМИ РАН и ФСО РФ.

Выше уже говорилось, что обрушить экономику страны с большим потенциалом одними торговыми ограничениями невозможно. Кроме того, у России, США и КНР экономические системы более закрытые, чем у стран ЕС (это косвенно подтверждает отношение объёмов импорта и экспорта к ВВП), соответственно, они менее уязвимы к санкциям. Полученные результаты косвенно подтверждает и МВФ, который, однако, нередко противоречит сам себе. К примеру, 1 марта 2024 г. фонд опубликовал исследование “Medium-term Macroeconomic Effects of Russia’s War in Ukraine and How it Affects Energy Security and Global Emission Targets” [26], в котором оцениваются последствия нескольких сценариев прекращения торговли между Россией и странами ЕС. Военный конфликт в данном случае рассматривается как поворотный момент, который повлёт за собой нарушение торговых потоков и создал риски для экономических систем стран ЕС, но одновременно открыл возможности ускоренного энергоперехода и снижения зависимости от поставок российских энергоносителей.

Наибольший интерес представляют разработанные сценарии, первый (базовый) из которых предполагает полное прекращение поставок энергоносителей из России в страны ЕС к 2027 г. и увеличение импорта газа из США, Норвегии и Алжира. Второй сценарий предусматривает перенаправление газовых поставок из России в Китай, что позволит компенсировать для РФ потерю европейских рын-

ков, в том числе за счёт ввода в эксплуатацию нового трубопровода “Сила Сибири-2”. В результате, как предполагает МВФ, экспорт газа в КНР может быть увеличен на 300%. Следует иметь в виду, что МВФ традиционно рассматривает прекращение поставок энергоресурсов из России в ЕС и Великобританию несущественным для них фактором экономического роста (снижение ВВП составит менее 1%), а вот для России, с точки зрения экспертов фонда, последствия гораздо весомее, даже в случае перенаправления экспортных поставок на восток (снижение ВВП в зависимости от сценария составит 8–10%).

Однако в другой публикации МВФ продолжает активно ратовать за возвращение к режиму свободной торговли между странами. В начале 2024 г. МВФ опубликовал аналитический отчёт “The Leisure. Gains from International Trade” [27], посвящённый влиянию ограничительных мер в мировой торговле на ключевые макропоказатели ряда государств. Специалисты фонда рассчитали последствия для 43 стран от перехода к режиму закрытой экономики, включая минимальное взаимодействие с внешним миром и технологический суверенитет (иными словами автаркию). На рисунке 3 показаны возможные потери в благосостоянии населения в результате перехода к автаркии по сравнению с режимом свободной торговли (2014). Как видим, Россия, Китай и США теряют гораздо меньше, чем страны ЕС, экономические системы которых более открытые. Неслучайно санкции коллективного Запада оказали существенно более сильное негативное влияние именно на европейские государства, которые значительно глубже вовлечены в глобальные цепочки поставок. Можно заключить, что расчёты МВФ косвенно подтверждают наши оценки.

Когда мы рассчитывали показатели национальной силы, то проводили взвешивание факторов с использованием факторного анализа и модифицированного метода главных компонент, что позволило оценить вклад той или иной группы показателей в интегральный индекс. На рисунке 4 видно, что наибольшее значение имеют экономические показатели, в связи с чем в ходе гибридных войн современности именно по экономическим и производственным системам будут наноситься удары со стороны геополитических оппонентов.

В США потенциальным воздействиям на экономическую систему уделяют большое внимание, оценивая возможные риски, регулярно проводят экономические военные игры, в ходе которых моделируют уязвимость финансовой системы. В отчёте за 2024 г. от корпорации RAND “Technological and Economic Threats to the U.S. Financial System: An Initial Assessment of Growing Risks” определены четыре главные угрозы функционированию экономической системы:

- первая – атаки на алгоритмы торговых систем, используемых на биржах США; значительная доля

большое значение имеет давление на ключевые отрасли экономики. Под ними понимаются не только сектора с большей долей в структуре ВВП, но и с максимальным мультипликативным эффектом для всей экономической системы. Чтобы выявить такие отрасли, были обработаны матрицы межотраслевых балансов для 70 крупнейших экономик мира. С этой целью рассчитаны индексы обратной связи по отраслям, которые характеризуют степень влияния изменения потребления продукции конкретной отрасли на динамику экономической системы в целом. Сектора с наибольшим влиянием – это драйверы роста, и в случае гибридной войны, когда перед противником стоит цель обрушить экономику страны, именно на эти отрасли должно быть направлено максимальное внешнее и внутреннее воздействие.

Для вычисления этих индексов можно использовать метод П. Расмуссена и А. Хиршмана [30], предполагающий последовательность следующих шагов.

1. Расчёт обратной матрицы, где каждый элемент показывает количество единиц *i*-го продукта, необходимое для производства единицы продукта *j*.

2. Расчёт индексов обратной связи для каждой отрасли *j* по формуле:

$$K_j = \left(\sum_{i=1}^n b_{ij} / n \right) / A,$$

где *i, j* – отрасли из рассматриваемого набора *n*, *b_{ij}* – элементы матрицы полных затрат, а делитель *A* определяется по формуле:

$$A = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n b_{ij} / n^2.$$

Индекс *K_j* показывает, насколько изменение конечного спроса на продукцию отрасли *j* вызывает рост её выпуска относительно среднего роста по экономике. Если получившееся значение больше 1, то можно говорить о том, что данная отрасль является ключевой и характеризуется интенсивными связями с другими отраслями, а если меньше 1, то отрасль малозначима и несильно связана с экономической системой.

Таблица 3. Отрасли с наибольшими значениями индексов обратной связи для ключевых стран

Страны	Отрасли	Индексы обратной связи
США	Производство автотранспортных средств, прицепов и полуприцепов	1.418
	Производство пищевых продуктов, напитков и табака	1.332
	Металлургическое производство	1.320
	Обработка древесины	1.221
	Производство резиновых и пластмассовых изделий	1.220
Китай	Производство текстильных изделий, кожи и обуви	1.402
	Производство компьютеров, электронных и оптических изделий	1.361
	Производство транспортных средств и оборудования	1.280
	Производство резиновых и пластмассовых изделий	1.280
	Производство электрического оборудования	1.279
Франция	Производство транспортных средств и оборудования	1.417
	Деятельность водного транспорта	1.324
	Производство автотранспортных средств, прицепов и полуприцепов	1.303
	Металлургическое производство	1.300
	Производство пищевых продуктов, напитков и табака	1.213
Германия	Производство кокса и нефтепродуктов	1.410
	Металлургическое производство	1.384
	Деятельность водного транспорта	1.286
	Производство транспортных средств и оборудования	1.232
	Горнодобывающая промышленность, производство энергии	1.219

Продолжение таблицы 1 на стр. 1108

Таблица 1. (продолжение)

Страны	Отрасли	Индексы обратной связи
Индия	Ремонт и монтаж машин и оборудования	1.302
	Производство электрического оборудования	1.282
	Производство автотранспортных средств, прицепов и полуприцепов	1.281
	Металлургическое производство	1.278
	Производство компьютеров, электронных и оптических изделий	1.243
Канада	Производство автотранспортных средств, прицепов и полуприцепов	1.425
	Металлургическое производство	1.393
	Производство пищевых продуктов, напитков и табака	1.238
	Производство кокса и нефтепродуктов	1.232
	Обработка древесины	1.208
Италия	Металлургическое производство	1.452
	Производство кокса и нефтепродуктов	1.390
	Производство автотранспортных средств, прицепов и полуприцепов	1.267
	Производство пищевых продуктов, напитков и табака	1.247
	Производство электрического оборудования	1.243
Япония	Производство автотранспортных средств, прицепов и полуприцепов	1.389
	Деятельность водного транспорта	1.346
	Металлургическое производство	1.318
	Производство транспортных средств и оборудования	1.277
	Производство химических веществ и химических продуктов	1.231
Республика Корея	Производство автотранспортных средств, прицепов и полуприцепов	1.352
	Производство текстильных изделий, кожи и обуви	1.327
	Металлургическое производство	1.318
	Деятельность водного транспорта	1.267
	Производство транспортных средств и оборудования	1.262
Швейцария	Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха	1.282
	Производство электрического оборудования	1.280
	Деятельность водного транспорта	1.261
	Производство кокса и нефтепродуктов	1.254
	Складское хозяйство и вспомогательная транспортная деятельность	1.209
Великобритания	Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха	1.418
	Производство кокса и нефтепродуктов	1.294
	Металлургическое производство	1.267
	Деятельность по поддержке горнодобывающей промышленности	1.259
	Рыболовство	1.217
Бразилия	Производство кокса и нефтепродуктов	1.393
	Производство химических веществ и химических продуктов	1.349
	Производство автотранспортных средств, прицепов и полуприцепов	1.316
	Производство компьютеров, электронных и оптических изделий	1.315
	Металлургическое производство	1.303

Окончание таблицы 1 на стр. 1109

Таблица 1. (окончание)

Страны	Отрасли	Индексы обратной связи
Индонезия	Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха	1.394
	Производство резиновых и пластмассовых изделий	1.367
	Производство машин и оборудования	1.347
	Производство кокса и нефтепродуктов	1.287
	Производство компьютеров, электронных и оптических изделий	1.237
Россия	Производство автотранспортных средств, прицепов и полуприцепов	1.426
	Производство электрического оборудования	1.287
	Производство резиновых и пластмассовых изделий	1.281
	Производство машин и оборудования	1.243
	Производство готовых металлических изделий	1.223
Саудовская Аравия	Деятельность профессиональная, научная и техническая	1.287
	Деятельность административная и сопутствующие дополнительные услуги	1.278
	Производство лекарственных препаратов	1.216
	Обработка древесины	1.211
	Строительство	1.210

Такие расчёты проведены нами для 70 стран, но с целью экономии места их результаты приведены только для 15 государств-лидеров. В таблице 3 перечислены отрасли, являющиеся экономическими акселераторами, ухудшение ситуации в которых обусловит снижение экономической динамики в других секторах. Для каждой страны приведены 5 из 45 отраслей с наибольшими значениями индексов обратной связи.

Как видим, в России отрасли с наибольшим значением индекса обратной связи — автомобильная и металлургическая промышленность, производство машин и оборудования, производство электрического оборудования; именно на них направлены санкции коллективного Запада. Это даёт основания предположить, что подобного рода исследования проводились нашими геополитическими оппонентами заранее. Конечно, серьёзное значение имеют и ограничения в финансовой сфере, подрыв газопроводов и т.д., но эти инструменты гибридной войны, по сути, направлены на силовой захват рынков сбыта и дестабилизацию работы финансовой системы. А в геоэкономическом противостоянии важно не только иметь независимую финансовую систему и стремиться к технологическому суверенитету, но и уметь выявлять активные точки роста, с тем чтобы защищать и развивать свои ключевые отрасли и эффективно воздействовать на важнейшие сектора экономики противостоящей стороны.

ИЗЪЯНЫ ДЕНЕЖНО-КРЕДИТНОЙ ПОЛИТИКИ

Протекционистские меры в отношении ключевых отраслей мало что дадут, если не защитить финансовую систему, не проводить грамотную денежно-кредитную политику. Выше уже говорилось, что экономические показатели используются в рамках политико-противостояния, а денежно-кредитная политика нашей страны, к сожалению, идёт вразрез с целями, определёнными Указом Президента РФ от 7.05.2024 “О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года”.

Уровень монетизации российской экономики один из минимальных среди стран — мировых лидеров. В то же время по величине ключевой ставки Россия — один из мировых антилидеров: у нас она в 4 раза выше, чем в странах еврозоны и США, и в 5 раз выше, чем в Китае. Причём если эти государства её снижают, то российский ЦБ, считая экономику перегретой, наоборот её повышает. Следует отметить, что даже МВФ и ФРС США, являющиеся рупором либеральных доктрин, предостерегают от непродуманных действий. Так, в работе “Does Monetary Policy Have Long-Run Effects?” на длинных рядах данных с 1900 г. показано, что жёсткая ДКП может иметь негативные последствия даже через десятилетия: повышение ключевой ставки ухудшает условия кредитования, замедляет экономический рост, вызывает сокращение инвестиций, негативно влияет на рынок труда,

в результате падает качество человеческого потенциала. Усреднённые оценки по ряду стран показывают, что повышение ключевой ставки на 1% через совокупную факторную производительность снижают темпы роста ВВП на 5% за 12 лет.

Таким образом, таргетируя инфляцию, российский денежный регулятор ограничивает экономический рост, хотя никаких доказательств негативного влияния повышения цен на темпы такого роста нет [31]. Кроме того, запретительно высокая ключевая ставка и избыточная частота её изменений в России в разы превосходят соответствующие показатели у наших оппонентов: за период с 2013 по 2023 г. она почти в 3 и 6 раз выше, чем в США и Еврозоне соответственно, и на порядок выше, чем в Японии [32]. Это дестабилизирует экономическую систему, дезориентирует участников финансовых отношений.

Также следует отметить, что в России сильно занижен курс национальной валюты. Коэффициент искажения (соотношение ВВП по ППС и ВВП, рассчитанного с помощью фактического обменного курса) по данным за 2023 г. составил для России около 3.2. А вот в среднем по Европе – около 1.3, а для КНР – 1.9. Подобное искусственное искажение фактически означает, что с нашей страны получают технологическую ренту за счёт поставки импортных товаров с высокой добавленной стоимостью по завышенным ценам при одновременном вывозе природных ресурсов по заниженным. Что это как не средство грабежа страны?

Политика денежного регулятора в отношении развития экономики – это серьёзный вопрос, который требует специального рассмотрения. Однако с учётом продолжающейся фрагментации глобального экономического пространства всё очевиднее становится необходимость постепенного отказа от взаиморасчётов с использованием доллара. Доля этой валюты в структуре мировых валютных резер-

вов заметно снизилась – с 71.1% в 2000 г. до 58.4% к настоящему времени [33], причём по оценкам агентства “Bloomberg” в последние два года она сокращалась с наибольшей скоростью [34]. Отказ от доллара выгоден ещё и потому, что в случае реализации этой меры возможно ускорение темпов роста суверенной экономики. В исследовании “Growth and inflation tradeoffs of dollarization: Meta-analysis evidence” проанализированы 43 работы, содержащие 585 оценок макроэкономических эффектов долларизации [35]. Авторы рассматривали только те исследования, где в качестве зависимой переменной выступали темпы роста (снижения) ВВП и ВВП на душу населения. Полученные результаты приведены в таблице 4, показатель роста (снижения) ВВП – усреднённая оценка по 43 исследованиям. Основной вывод упомянутого исследования-агрегатора статей заключается в том, что долларизация способствует повышению волатильности ВВП и сдерживает экономический рост.

Представляют интерес результаты исследований в зависимости от аффилиации авторов (табл. 5). Как видим, минимальные негативные оценки влияния долларизации на экономический рост предлагает МВФ, организация, являющаяся проводником идей глобализации и целесообразности сохранения доллара в качестве основного средства платежа между странами.

Помимо отказа от доллара, необходимо развивать суверенную платёжную систему на базе формирующегося макрорегиона (межстранового объединения) БРИКС, которая должна стать альтернативой международной межбанковской системе передачи информации и совершения платежей (Society for Worldwide Interbank Financial Telecommunications, SWIFT) и существенно снизить её значение. Доля ВВП (по ППС) стран БРИКС в мировой экономике составляет почти 36%, в то время как у блока G7 – 29%,

Таблица 4. Средние оценки изменения ВВП в зависимости от уровня долларизации экономики [35]

	Количество оценок	Рост/снижение ВВП
Долларизация и рост ВВП: все оценки	343	-0.194
Долларизация и рост ВВП: ведущие журналы	31	-0.463

Таблица 5. Распределение исследований в зависимости от институциональной принадлежности авторов [35]

	Количество исследований	Рост/снижение ВВП
Университеты	169	-0.379
Центральные банки	215	-0.112
Комиссия ЕС	70	-0.072
МВФ	2	-0.002
Банк международных расчётов	16	-0.017
Всемирный банк	22	-0.812
Правительства	12	-0.904

и этот разрыв с каждым годом увеличивается [36]. Доля торговли между странами БРИКС чуть больше 20% мировой, но она также постоянно растёт и при переходе на другую платёжную систему может ослабить западную финансовую систему.

Естественно, что этот процесс вызывает серьёзное беспокойство в США. Неслучайно, американский аналитический центр “Атлантический совет” (Atlantic Council) запустил онлайн-проект “Монитор доминирования доллара” [37], на платформе которого представлена информация о динамике деолларизации, в том числе отношении к этому глобальному переходу лидеров заинтересованных стран. В частности, Бразилия и Индия стремятся защитить свои финансовые системы от недружественной денежно-кредитной политики США, снизить волатильность своих валют, сократить транзакционные издержки, а Китай — уменьшить влияние доллара и установить многополярную валютную систему [38]. На сайте проекта указано, что с 2018 г. все члены БРИКС увеличивают свои золотые запасы более быстрыми темпами, чем весь остальной мир, несмотря на исторически высокие цены на золото. Что касается предполагаемой к созданию валюты стран БРИКС, то согласно последнему аналитическому отчёту компании “Nasdaq, Inc.” “How Would a New BRICS Currency Affect the US Dollar?” она может способствовать укреплению экономической интеграции стран этого объединения, уменьшить влияние США на мировой арене, ослабить позиции доллара как мировой резервной валюты и, как следствие, снизить ценовую волатильность [39].

Пока SWIFT остаётся самой популярной платёжной системой, включающей более 11 тыс. организаций и обеспечивающей около 50 млн переводов в день. Для сравнения, международная китайская система передачи финансовых сообщений и платежей (Cross-border Interbank Payment System, CIPS) обслуживает 142 прямых и 1394 косвенных участника и обеспечивает около 40 тыс. переводов в день на сумму 892 млрд RMB (юаней), то есть 123 млрд долл. [40]. Учитывая, что китайская система была запущена в эксплуатацию только в 2015 г., в будущем возможно её значительное расширение и вытеснение ею SWIFT.

КОНТРАМЕРА – НАНЕСЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО УЩЕРБА ГЕОПОЛИТИЧЕСКИМ ОППОНЕНТАМ

Рассмотрим возможный сценарий нанесения ответного удара по экономической системе наших оппонентов в рамках гибридного противостояния. Последовательность шагов может быть следующей.

1. Выявление приоритетной отрасли для атаки исходя из значения индекса обратной связи.

2. Определение узких мест в цепочках поставок промежуточной продукции, проблемных звеньев в логистических схемах и ключевых поставщиков.

3. Ограничение в поставках необходимых для производства промежуточных товаров, введение заградительных пошлин и эмбарго на конечную продукцию отрасли.

4. Дискредитация выпускаемой конкурентами продукции посредством информационной атаки (генерация большого количества фейковых новостей, негативных сообщений от ботов и т.д.).

5. Возможный захват освобождающейся рыночной ниши.

Конечно, атака должна быть комплексной. Необходимо оказывать влияние на параметры денежно-кредитной политики противника, воздействовать на другие важнейшие сектора экономики, чтобы добиться долгосрочного эффекта путём снижения человеческого, технологического, научного потенциала. В отношении России в течение длительного времени применяются и эти средства, и перечисленные в начале статьи, а именно: неэквивалентный товарный обмен, навязанная денежно-кредитная политика, способствующая установлению невыгодного обменного курса, завышению процентной ставки, сокращению денежной массы, а также “удушению” производств с высокой добавленной стоимостью.

Представляется перспективным и коалиционное давление группы стран. Приведём конкретный пример.

Россия — безусловный мировой лидер по запасам природного газа и занимает 8–9 место по запасам нефти, то есть является серьёзным мировым игроком на сырьевых рынках. Тем не менее международные организации (Международное энергетическое агентство, ОЭСР, ВТО и др.) предполагают продолжение глобальной и трудно прогнозируемой перестройки торговых связей, но самое главное — ужесточение борьбы за природные ресурсы и рынки сбыта готовой продукции, вследствие чего присутствие РФ на мировых торговых площадках может заметно сократиться [41].

Ещё более важен сегмент редкоземельных элементов, рынки которых отличаются высокой концентрацией и, как следствие, серьёзной угрозой срыва поставок. В мае 2024 г. Международное энергетическое агентство опубликовало аналитический отчёт “Прогноз мировых запасов критически важных минералов” [42], в котором предложена новаторская методика оценки рисков для каждого из минералов по нескольким измерениям: перебои поставок, геополитические, экологические, социальные, управленческие риски и т.д. Концентрация добычи редкоземельных минералов в ограниченном числе стран, по мнению исследователей, чревата серьёзными последствиями для мировой экономики, поскольку соответствующие элементы необходимы для производства жидкокристаллических экранов, аппаратов МРТ, беспилотников, солнечных панелей, аккумуляторов и другой технологичной

продукции с высокой добавленной стоимостью. Крупнейшие запасы редкоземельных элементов находятся в Китае (44 млн тонн, или 40% мирового объёма [43]), Вьетнаме (20%), Бразилии (19%) и России (9%, или по альтернативным оценкам 18% [44]). Таким образом, на входящие в БРИКС страны приходится 69–78% мировых ресурсов редкоземельных металлов, а если к ним причислить Вьетнам, который рассматривает вопрос о присоединении к объединению, то концентрация запасов в узкой группе дружественных государств составит 88–97%.

В случае полноценной торговой войны между блоками стран полное прекращение поставок критически важных элементов геополитическим оппонентам можно использовать как эффективное экономическое оружие, что приведёт к заметному замедлению роста производства в странах – объектах для атаки [45]. Наши расчёты, проведённые совместно со специалистами национального суперкомпьютерного центра КНР, показали, что ограничение поставок промежуточной продукции для отраслей, обладающих высоким мультипликативным эффектом и одновременно сильно зависимым от редкоземельных элементов, может вызвать падение ВВП соответствующей страны в среднем на 2–3%. Таким образом, расширение БРИКС и выгодное положение входящих в неё стран с точки зрения ресурсного обеспечения (особенно редкоземельными элементами) создаёт дополнительные преимущества в рамках мирового гибридного противостояния.

Учитывая, что коллективный Запад осуществляет санкционное давление сообща, формирующий макрорегион БРИКС со своей стороны тоже мог бы эффективно влиять на экономическое развитие геополитических конкурентов. О такой возможности заявил Президент России, предлагая “подумать об ограничении экспорта урана и титана” [46].

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Статья подготовлена при поддержке Минобрнауки России в рамках предоставления грантов в форме субсидий из федерального бюджета на проведение крупных научных проектов по приоритетным направлениям научно-технологического развития по теме “Разработка программно-аналитического комплекса социально-экономических мультиагентных моделей на основе суперкомпьютерных технологий для внедрения в ситуационных центрах страны с целью противодействия внешним угрозам и обеспечения национального суверенитета России”. Соглашение № 075-15-2024-525 от 23.04.2024.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Federle J., Meier A., Müller G. et al.* The Price of War // CEPR Discussion Paper no. 18834. Paris, London: CEPR Press, 2024.
2. *Aiyar S., Ilyina A. et al.* Geoeconomic Fragmentation and the Future of Multilateralism. Staff Discussion Note SDN/2023/001. Washington: International Monetary Fund, 2023.
3. *Alvarez J., Andaloussi M.B., Maggi C. et al.* Geoeconomic Fragmentation and Commodity Markets // International Monetary Fund Working Paper. 2023, no. 2023/201.
4. International Monetary Fund. 2023 // Global Financial Stability Report: Safeguarding Financial Stability amid High Inflation and Geopolitical Risks. Washington, DC. April.
5. International Monetary Fund. 2023 // World Economic Outlook: A Rocky Recovery. Washington, DC. April.
6. International Monetary Fund. 2023 // World Economic Outlook: Navigating Global Divergences. Washington, DC. October.
7. *Cevik S.* Long Live Globalization: Geopolitical Shocks and International Trade // International Monetary Fund Working Paper. 2023, no. 2023/225.
8. *Marijn B.A., Chen J., Kett B.* Fragmentation in Global Trade: Accounting for Commodities // IMF Working Paper. 2023, no. WP 23/73.
9. *Góes C., Bekkers E.* The Impact of Geopolitical Conflicts on Trade, Growth, and Innovation // World Trade Organization Economic Research and Statistics Division, Staff Working Paper ERSD-2022-09. https://www.wto.org/english/res_e/reser_e/ersd202209_e.htm
10. *Arriola C. et al.* Challenges to international trade and the global economy: Recovery from COVID-19 and Russia's war of aggression against Ukraine // OECD Trade Policy Papers. 2023, no. 265, pp. 1–54.
11. <https://www.spglobal.com/en/research-insights/market-insights/geopolitical-risk/evolution-of-deglobalization>
12. <https://www.bloomberg.com/graphics/2019-imf-forecasts>
13. <https://www.forbes.com/sites/dereksaul/2022/05/12/heres-what-putin-got-right-and-wrong-in-his-boasts-about-the-russian-economy>
14. <https://www.cnbc.com/2022/04/04/russias-economy-is-beginning-to-crack-as-economists-forecast-sharp-contractions.html>
15. <https://www.reuters.com/world/europe/jpmorgan-shock-russian-gdp-will-be-akin-1998-crisis-2022-03-03/>
16. <https://www.atlanticcouncil.org/blogs/futuresource/imf-and-world-bank-in-need-of-more-modern-forecasting-methods/>
17. *Макаров В.Л., Бахтизин А.П., Сулакшин С.С.* Применение вычислимых моделей в государственном управлении. М.: Научный эксперт, 2007.

- Makarov V.L., Bakhtizin A.R., Sulakshin S.S.* Application of computable models in public administration. Moscow: Scientific Expert, 2007. (In Russ.)
18. *Berger H., Karlsson S., Österholm P.* A Note of Caution on the Relation between Money Growth and Inflation // International Monetary Fund, IMF Working Paper, WP/23/137. 2023. <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2023/06/30/A-Note-of-Caution-on-the-Relation-Between-Money-Growth-and-Inflation-534322>
19. Основные направления социально-экономического развития России: обоснование и оценка последствий (по итогам модельных исследований ЦЭМИ РАН). М.: ЦЭМИ РАН, 2023.
The main directions of socio-economic development of Russia: justification and assessment of consequences (based on the results of model studies of the CEMI RAS). Moscow: CEMI RAS, 2023. (In Russ.)
20. <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2024/03/09/Predicting-IMF-Supported-Programs-A-Machine-Learning-Approach-545753>
21. *Бахтизин А.Р.* Вопросы прогнозирования в современных условиях // Экономическое возрождение России. 2023. № 2 (76). С. 53–62.
Bakhtizin A.R. Forecasting issues in modern conditions // The economic revival of Russia. 2023, no. 2 (76), pp. 53–62. (In Russ.)
22. *Макаров В.Л., Ву Ц., Ву З. и др.* Современные инструменты оценки последствий мировых торговых войн // Вестник РАН. 2019. № 7. С. 745–754.
Makarov V.L., Wu J., Wu Z. et al. World Trade Wars: Scenario Calculations of Consequences // Herald of the Russian Academy of Sciences. 2019, no. 4, pp. 432–438.
23. *Макаров В.Л., Ву Ц., Ву З. и др.* Мировые торговые войны: сценарные расчёты последствий // Вестник РАН. 2020. № 2. С. 169–179.
Makarov V.L., Wu J., Wu Z. et al. World Trade Wars: Scenario Calculations of Consequences // Herald of the Russian Academy of Sciences. 2020, no. 1, pp. 88–97.
24. <https://www.vedomosti.ru/economics/articles/2024/05/17/1037707-uchenie-s-pomoschyu-superkompyutera-otsenili-poteri-krupnih-ekonomik-v-sluchae-torgovoi-blokadi>
25. <https://nationpowerindex.com>
26. <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2024/03/01/Medium-term-Macroeconomic-Effects-of-Russias-War-in-Ukraine-and-How-it-Affects-Energy-544043>
27. <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2024/01/19/The-Leisure-Gains-from-International-Trade-543871>
28. *Sytsma T., Marrone J.V., Shenk A. et al.* Technological and Economic Threats to the U.S. Financial System: An Initial Assessment of Growing Risks. Santa Monica, CA: RAND Corporation, 2024. https://www.rand.org/pubs/research_reports/RRA2533-1.html.
29. <https://www.frbsf.org/economic-research/publications/economic-letter/2023/september/does-monetary-policy-have-long-run-effects>
30. *Miller R.E., Blair P.D.* Input-Output Analysis: Foundations and Extensions (2nd ed.). Cambridge: Cambridge University Press, 2009.
31. *Бахтизин А.Р.* Гибридные войны и национальная безопасность России // Экономическое возрождение России. 2024. № 2 (80). С. 54–64.
Bakhtizin A.R. Hybrid wars and national security of Russia // The economic revival of Russia. 2024, no. 2 (80), pp. 54–64. (In Russ.)
32. <https://www.bis.org/statistics/cbpol.htm>
33. <https://www.bis.org>
34. <https://www.bnnbloomberg.ca/de-dollarization-is-happening-at-a-stunning-pace-jen-says-1.1909109>
35. *Koráb P., Fidrmuc J., Dibooglu S.* Growth and inflation tradeoffs of dollarization: Meta-analysis evidence // Journal of International Money and Finance. 2023, vol. 137, 102915.
36. <https://ria.ru/20240905/briks-1970796166.html>
37. <https://www.atlanticcouncil.org/programs/geoeconomics-center/dollar-dominance-monitor/>
38. <http://www.pbc.gov.cn/goutongjiaoliu/113456/113469/4666144/2022112809590450941.pdf>
39. <https://www.nasdaq.com/articles/how-would-new-brics-currency-affect-us-dollar-updated-2024>
40. <https://www.cips.com.cn/en/index/index.html>
41. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2023>
42. <https://www.iea.org/reports/global-critical-minerals-outlook-2024/executive-summary>
43. <https://world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/uranium-resources/uranium-from-rare-earth-deposits>
44. <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2022/mcs2022-rare-earth.pdf>
45. *Sotiriou S.A.* Talking about security in the era of high-tech and green-tech: China's empathy with Russia and the rare earths trade with the West // Eurasian Geography and Economics. 2024, pp. 1–22. <https://doi.org/10.1080/15387216.2024.2368160>
46. <https://www.interfax.ru/russia/981581>

HYBRID WARS OF MODERN TIMES AND NATIONAL SECURITY OF RUSSIA

A.R. Bakhtizin^{a,*}, Ts. Wu^{b,}, B.R. Khabriev^{a,***}, M.Yu. Sidorenko^{c,****}, Z. Wu^{b,*****}**

^a*Central Economics and Mathematics Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

^b*Guangzhou Milestone Software Co., Ltd, Guangzhou, China*

^c*Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

**E-mail: albert.bakhtizin@gmail.com*

***E-mail: jw@gzmss.com*

****E-mail: bulat199@mail.ru*

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

******E-mail: wzl@gzmss.com*

The article examines various instruments of hybrid inter-country confrontation, primarily economic wars. The authors of the study, together with colleagues from the National Supercomputer Center of the People's Republic of China, conducted a stress test of the sustainability of the economic systems of key countries and identified industries for them that, on the one hand, are growth points, and on the other, need protection within the framework of geo-economic confrontation. The shortcomings of the monetary policy implemented in Russia and its negative consequences are shown. In conclusion, a scenario for inflicting economic damage on geopolitical opponents is proposed.

Keywords: hybrid wars, national security, monetary policy.

ПЕРЕЧЕНЬ ВАК: ВОЗМОЖНОСТИ И ОГРАНИЧЕНИЯ ДЛЯ ИНТЕГРАЦИИ В СИСТЕМУ ОЦЕНКИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

© 2024 г. О.В. Третьякова^{а,*}

^аВологодский научный центр РАН, Вологда, Россия

*E-mail: olga.tretyackova@yandex.ru

Поступила в редакцию 14.10. 2024 г.

После доработки 23.10.2024 г.

Принята к публикации 03.11.2024 г.

Статья посвящена проблеме формирования “белых списков” научной периодики, которые приобрели особую значимость в связи с переформатированием системы оценки научных исследований в России. Дана оценка инициативы российского регулятора по созданию категоризованного перечня рецензируемых научных изданий, анализируется список изданий, утверждённый для использования в государственной научной аттестации по экономическим и социологическим дисциплинам. Выявлены ограничения этого перечня, затрудняющие его интеграцию в национальную систему оценки научных результатов, предложены пути их преодоления. Определён пул журналов низкого научного качества; обоснованы критерии для выявления подобных изданий в процедурах оценки научной периодики. Полученные результаты важны с точки зрения разработки моделей оценки научных исследований, не привязанных к международным наукометрическим базам и учитывающих интересы национальных журналов.

Ключевые слова: научная политика, оценка научных исследований, критерии качества, национальный список научных журналов, категоризованный перечень ВАК, экономические журналы, социологические журналы.

DOI: 10.31857/S0869587324120056, EDN: RIKVXH

После ухода с российского рынка компаний, владеющих глобальными индексами цитирования “Web of Science” и “Scopus”, отечественная система оценки результативности научных исследований, привязанная до 2022 г. к показателям международных наукометрических баз данных (МНБД), подверглась вынужденной трансформации. Постановлением Правительства РФ введён мораторий на учёт публикаций в журналах МНБД как обязательных при оценке госзаданий, заявок на гранты и госпрограммы [1]. В качестве альтернативы раз-

личные экспертные группы предложили использовать в системе мониторинга научной результативности национальные инструменты, разработанные на основе так называемых “белых списков” научной периодики.

“Белые списки” представляют собой ранжированные перечни научных журналов, сформированные национальными экспертными сообществами для оценки научных организаций и исследователей по формальным признакам. Подобные перечни довольно широко применяются в мировой практике [2]. Часто национальные списки включают журналы, не охваченные международными базами данных, в том числе по отдельным дисциплинам, в частности социально-гуманитарным [3, 4]. В ряде стран, например в Польше и Чехии [5, 6], перечни ведущих журналов, выходящих на национальных языках, дополняют в системах оценки списки международных изданий, включённых в МНБД, но за публикации в них начисляется меньше баллов. Более совершенными, по мнению экспертов [7, 8], являются модели, не привязанные к международным базам и учитывающие интересы националь-



ТРЕТЬЯКОВА Ольга Валентиновна – кандидат филологических наук, ведущий научный сотрудник, заведующий отделом редакционно-издательской деятельности и научно-информационного обеспечения ВолНЦ РАН.

ных журналов наравне с международными. Такие решения реализованы в скандинавских странах на базе “норвежской модели” – собственной системы оценки исследований, основанной на белом списке ранжированных по уровням качества журналов и издательств [2, 9]. Разнообразие подходов к составлению “белых списков” обусловлено многокритериальностью и размытостью параметров качества научных журналов [10]. Это в свою очередь порождает проблемы, связанные с неоднородностью готовых перечней и отсутствием единых требований к их наполнению.

В России первые “белые списки” журналов создавались локально на институциональном уровне и использовались отдельными научными организациями и вузами для стимулирования исследователей по показателям публикационной активности. Когда в 2022 г. акценты научной политики сместились на приоритетное распространение результатов научных исследований на национальном уровне и возникла необходимость учёта качества публикаций, включённых в национальные информационные ресурсы, вопросы формирования “белых списков” научной периодики приобрели государственное значение. По поручению Минобрнауки России разработан “Белый список” научных журналов [11], который планируют использовать в процедурах оценки результативности научных организаций [12]. Проведена категоризация перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертационных исследований на соискание учёной степени кандидата и доктора наук (далее – перечень ВАК) [13].

Результаты этой работы получили предварительные оценки в научном сообществе, хотя справедливости ради следует заметить, что данный опыт всё ещё не осмыслен должным образом. Что касается “Белого списка”, то эксперты отмечают несовершенство методологии его формирования – без учёта мнения профессионального академического сообщества [14]. Список критикуют за неполноту охвата методики, а также за существенные недоработки методики ранжирования журналов по уровням качества [15, 16]. Категоризованный перечень ВАК получил преимущественно общие оценки, касающиеся его места в системе государственной научной аттестации [17] и подходов к формированию основной версии и дополнительной, которая регламентирует ранжирование индексируемых в МНБД журналов [16]. Вместе с тем состав категорий в предметных дисциплинах не получил всестороннего освещения. Чтобы сделать однозначные выводы о пригодности категоризованного перечня ВАК для внедрения в систему оценки результативности научных исследований и разработок, необходима серия исследований, посвящённых анализу качества журналов, которыми представлена в перечне каждая научная дисциплина. Учитывая наш экспертный опыт, мы

изучили состав журналов по экономическим и социологическим дисциплинам.

Цель исследования – дать оценку инициативе российского регулятора по созданию категоризованного перечня рецензируемых научных изданий и провести анализ списка изданий, утверждённого для использования в государственной научной аттестации по экономическим и социологическим дисциплинам. В работе выявлены ограничения перечня, затрудняющие его интеграцию в национальную систему оценки научных результатов, предложены пути их преодоления. Полученные результаты важны для разработки моделей оценки научных исследований, не привязанных к международным наукометрическим базам и учитывающих интересы национальных журналов.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для исследования были отобраны журналы, которые включены в категоризованный перечень ВАК по экономическим и социологическим научным специальностям [13]. Общее число изданий в выборке составило 408 единиц. Журналы ранжированы по трём группам в соответствии с категорией, присвоенной каждому изданию Высшей аттестационной комиссией при Минобрнауки России.

Чтобы сопоставить результаты оценки журналов перечня ВАК, лежащие в основе ранжирования изданий по категориям, с оценкой независимых экспертов, в каждой группе выделены журналы, включённые в международные наукометрические базы данных “Web of Science”, “Scopus” и “Russian Science Citation Index” (RSCI), высокое качество которых подтверждено независимой экспертной группой на международном и национальном уровне. Результаты анализа позволили определить, какое место занимают ведущие экономические и социологические журналы в категоризованном перечне ВАК.

Центральная часть исследования посвящена журналам, не отвечающим стандартам научного качества. В выборку для анализа были включены издания, не индексируемые в РИНЦ, а также те, которые публикуют более 200 статей в год. Критерий, регламентирующий годовой объём журналов, связан со сложившимися практиками рецензирования: очевидно, что переполненные редакционные портфели не позволяют провести качественную экспертизу статей. В самых крупных ведущих экономических журналах, в которых приняты строгие критерии отбора рукописей после рецензирования, ежегодно публикуется порядка 100 научных статей. В 2021–2023 гг. количество статей, вышедших в ведущих экономических журналах, составило: “Вопросы экономики” – 85–94, “Экономика региона” – 92–95, “Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз” – 88–89. Око-

до 150 исследований ежегодно публикует издание “Мировая экономика и международные отношения” – 145–165 статей в 2021–2023 гг. (по данным РИНЦ по состоянию на октябрь 2024 г.).

Комплексный анализ был построен на сочетании количественных и качественных методов. Определены две группы параметров, характеризующих редакционную политику изданий и содержание публикаций: во-первых, критерии оценки редакционно-издательских процессов (регулярность и соразмерность объёма выпусков; соблюдение заявленной периодичности издания; сроки рецензирования и публикации статей; максимальное число рецензий на одного эксперта; финансовая модель издания); во-вторых, критерии оценки качества научного контента (академический вклад в область знаний; развёрнутое обоснование методологии исследования; обоснование новизны полученных результатов).

Анализ динамики числа опубликованных статей и вышедших номеров позволил определить издания, которые регулярно не соблюдают заявленный объём выпусков и их периодичность, и зафиксировать факты резкого увеличения объёма журналов и публикацию неоправданно большого числа статей. В оценке журналов по этим критериям мы исходили из того, что несоблюдение регулярного объёма выпусков – признак “нестабильности их состояния, неопределённости политики” [18], а издания, нарушающие график выхода или число номеров, по мнению экспертов, вообще не могут считаться периодическими [18]. Случаи кратного увеличения объёма свидетельствуют о недобросовестности издания. В международной практике этот показатель стал одним из основных при выявлении так называемых “хищнических” журналов [18].

Поскольку определяющим признаком научных изданий считается отбор публикаций на основе экспертизы, в ходе исследования было важно выявить журналы, в которых рецензирование отсутствует либо носит формальный характер. Так как не существует официальных процедур, позволяющих регламентировать статус рецензируемых изданий, редакции определяют его самостоятельно. На практике далеко не все журналы, заявленные как рецензируемые, отбирают рукописи на основе экспертизы. Исходя из анализа годовых объёмов выпусков, сроков и условий рецензирования и выхода статей в свет установлены журналы, которые публикуют слишком большое число статей, не оправданное объективными возможностями экспертизы, рецензируют рукописи в короткие сроки, принимают рецензии от авторов статей, имеют высокую долю заключений, подготовленных одними и теми же экспертами. Мы квалифицировали такие журналы как имеющие признаки формального рецензирования или нерецензируемые и заключили, что они не отвечают базовым стандартам научных изданий. В ходе оценки финансовой модели выде-

лены коммерческие журналы, ориентированные на срочную публикацию статей.

Полученные выводы дополнены результатами оценки качества научного контента. Не ставилась задача охарактеризовать научный уровень журналов, для оценки их содержания использовались параметры, по которым можно выявить тексты описательно-реферативного характера, не содержащие научных результатов и не вносящие вклад в развитие той или иной дисциплины. Важным здесь стал критерий, связанный с оценкой методологии исследования. Отсутствие в статьях обоснования методологии даёт основание полагать, что за такими текстами, как правило, не стоят реально проведённые исследования, в них используются преимущественно вторичные данные.

Анализ выборки по совокупности критериев позволил выделить группу журналов, которые мы квалифицировали как коммерческие издания низкого научного уровня. От научных рецензируемых журналов, политика которых также может предусматривать взимание платы с авторов за некоторые виды редакционных услуг, эти издания отличаются нацеленностью на быструю публикацию максимально возможного числа статей любого качества и получение прибыли за счёт авторов. Количество выпусков и объём каждого из них напрямую зависят от потока поступающих на рассмотрение рукописей и значительно различаются вследствие сокращения или увеличения их числа. Такие журналы нельзя считать рецензируемыми, потому что научная экспертиза рукописей не проводится, а редакции часто симулируют процесс рецензирования, прибегая к различным формальным процедурам, не нацеленным на реальную проверку научного качества статей.

Результаты исследования ограничены масштабом выборки, в которую вошли экономические и социологические журналы, выпускающие более 200 статей в год. Полагаем, что среди изданий другого профиля и меньшего объёма также есть журналы низкого научного уровня. Полученные данные позволили выявить проблемные точки в сформированном перечне ВАК, который утверждён для государственной научной аттестации. Очевидно, что для внедрения списка в систему оценки научной деятельности необходима предварительная экспертиза изданий, включённых в него, с привлечением широкого круга экспертов и использованием инструментов, позволяющих отсеивать журналы, не удовлетворяющие критериям научного качества.

ЭМПИРИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЖУРНАЛОВ

Исследование построено на выборке журналов, включённых в категоризованный перечень ВАК по экономическим и социологическим научным специальностям. Объём выборки составил 408 единиц.

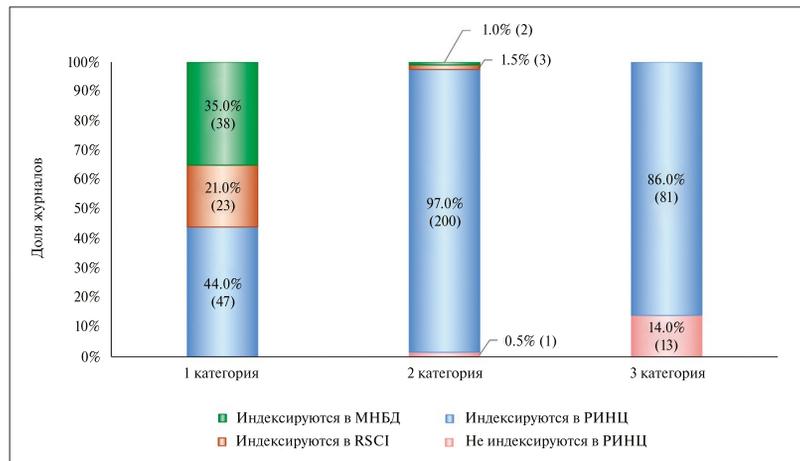


Рис. 1. Распределение экономических и социологических журналов по категориям в перечне ВАК
 Источник: составлено автором по данным категоризованного перечня ВАК [13].

На рисунке 1 представлено распределение журналов в перечне ВАК по категориям: 108 изданий включены в первую категорию (К1), 206 изданий – во вторую (К2), 94 издания – в третью (К3). Большинство журналов, индексируемых в МНБД и в RSCI, как наиболее научно значимые отнесены к первой категории (61 журнал (К1) – 56%). Высокий научный уровень этих изданий подтвержден независимой экспертизой, в результате которой они вошли в МНБД “Web of Science” и/или “Scopus”, а также в RSCI. Основной массив журналов второй категории представлен журналами, индексируемыми только в РИНЦ. Доля высокорейтинговых журналов в этой категории минимальная: всего пять изданий, включённых в МНБД и RSCI, входят в К2. В третьей категории высокорейтинговые журналы отсутствуют.

В то же время анализ показал, что в категоризованный перечень ВАК включены в том числе и издания, которые не индексируются в РИНЦ. Среди экономических и социологических журналов таких выявлено 14 (табл. 1). За исключением одного журнала из К2 все они отнесены в перечне ВАК к 3-й категории. Большинство неиндексируемых в РИНЦ изданий выпускают коммерческие и некоммерческие организации, а также физические лица. Библиометрические показатели этих журналов в РИНЦ не рассчитываются либо рассчитываются частично. По своему составу журналы, не индексируемые в РИНЦ, неоднородны. Среди них есть как издания, которые по разным причинам ещё не включены в РИНЦ, так и журналы, которые ранее в РИНЦ индексировались, но были исключены из списка по причине несоответствия требованиям научной и издательской этики. В системе РИНЦ эти журналы не дифференцированы. Тем не менее исключённый журнал можно определить по наличию у него рассчитанных библиометрических показателей в систе-

ме РИНЦ за какой-либо период и отметки об отсутствии индексации в РИНЦ в карточке журнала. У новых журналов, которые ранее не индексировались, метрик нет.

Два журнала – “Вестник ВЭГУ” и “Государственный аудит. Право. Экономика” – в настоящее время не выходят. В РИНЦ архивные выпуски “Вестника ВЭГУ” не размещаются с 2020 г., а номера журнала “Государственный аудит. Право. Экономика” отсутствуют с 2017 г. По этой причине мы не оцениваем их показатели. Анализ остальных изданий, не индексируемых в РИНЦ, свидетельствует, что все они не соответствуют основным критериям качества – наиболее значимым для характеристики научных журналов [19]. Так, оценка динамики числа опубликованных статей и вышедших в свет выпусков журналов (табл. 2) позволяет сделать вывод, что десять изданий (п. 3–12 в табл. 2) не соблюдают периодичность и объём выпусков. Это свидетельствует об их нестабильности и неопределённости редакционной политики.

Самые значительные нарушения периодичности допустили следующие журналы: “Индустриальная экономика” (4 выпуска в 2020 г., 22 выпуска в 2021 г., 32 выпуска в 2022 г., 8 выпусков в 2023 г.), “Управленческий учёт” (6 выпусков в 2020 г., 31 выпуск в 2021 г., 37 выпусков в 2022 г., 15 выпусков в 2023 г.), “Журнал прикладных исследований” (7 выпусков в 2020 г., 28 выпусков в 2021 г., 41 выпуск в 2022 г., 14 выпусков в 2023 г.).

Что касается регулярного нарушения объёма изданий, то, например, в 2022 г. в разных выпусках журнала “Финансовая экономика” опубликовано от 37 до 104 статей, “Управленческий учёт” – от 14 до 65 статей, “Финансовый бизнес” – от 24 до 82 статей. В 2023 г. номера журнала “Евразийское пространство: экономика, право, общество” включают

Таблица 1. Сведения об экономических и социологических журналах из перечня ВАК, не индексируемых в РИНЦ

№ п/п	Журнал	Учредитель/издатель	Категория ВАК	Архив на eLIBRARY.RU	Библиометрические показатели РИНЦ
1	Образование. Наука. Научные кадры	ООО «Издательство политической литературы «Единство»» (Москва)	2	2011–2024 гг.	Рассчитаны по 2022 г. включительно
2	Век качества	ООО «НИИ экономики связи и информатики «Интерэкомс»» (Москва)	3	2009–2024 гг.	Не рассчитываются
3	Вестник ВЭГУ	Частное образовательное учреждение высшего образования «Восточная экономико-юридическая гуманитарная академия» (Уфа)	3	1996–2019 гг. В настоящее время не выходит. С 2020 г. – 0 ст.	Частично не рассчитаны с 2019 г.
4	Государственный аудит. Право. Экономика	Государственный НИИ системного анализа Счётной палаты Российской Федерации (Москва)	3	2009–2017 гг. В настоящее время не выходит. С 2017 г. – 0 ст.	Частично не рассчитаны с 2017 г.
5	Евразийское пространство: экономика, право, общество	Юго-Осетинский научно-исследовательский институт им. З.Н. Ванеева (Цхинвал)	3	2021–2024 гг.	Не рассчитываются
6	Журнал прикладных исследований	ООО «Университет дополнительного профессионального образования» (Вологда)	3	2020–2024 гг.	Рассчитаны с 2019 г.
7	Индустриальная экономика	ООО «Университет дополнительного профессионального образования» (Вологда)	3	2020–2024 гг.	Рассчитаны с 2019 г.
8	Прогрессивная экономика	Индивидуальный предприниматель К.И. Панина (Белгород)	3	2021–2024 гг.	Не рассчитываются
9	Региональная и отраслевая экономика	ООО «Университет дополнительного профессионального образования» (Вологда)	3	2022–2024 гг.	Не рассчитываются
10	Самоуправление	РОО «Вольное экономическое общество Москвы»	3	2010–2023 гг.	Не рассчитаны с 2022 г.
11	Социальные и экономические системы	Научный центр изучения социально-экономических конфликтов (Вологда)	3	2018–2024 гг.	Рассчитаны с 2019 г.
12	Управленческий учёт	ООО «Финпресс» (Саратов)	3	2008–2024 гг.	Не рассчитываются
13	Финансовая экономика	Фонд содействия развитию экономической науки и образования «Экономика» (Москва)	3	2009–2023 гг.	Не рассчитываются
14	Финансовый бизнес	А.С. Лукин; Издательский Дом «Финансовый бизнес» (Москва)	3	2009–2024 гг.	Рассчитаны по 2022 г. включительно

Источник: составлено автором по данным РИНЦ (по состоянию на май 2024 г.), документа ВАК при Минобрнауки России «Итоговое распределение журналов Перечня ВАК по категориям К1, К2, К3 в 2023 году» (по состоянию на декабрь 2023 г.).

Таблица 2. Динамика числа опубликованных статей и вышедших выпусков экономических и социологических журналов, не индексируемых в РИНЦ

№ п/п	Журнал	Число опубликованных статей, ед. (число выпусков, ед.)								
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
1	Образование. Наука. Научные кадры	395 (6)	246 (6)	278 (6)	252 (4)	232 (4)	283 (4)	284 (4)	273 (4)	263 (4)
2	Век качества	56 (4)	32 (4)	33 (4)	25 (4)	41 (4)	49 (4)	54 (4)	56 (4)	50 (4)
3	Евразийское пространство: экономика, право, общество	—	—	—	—	—	—	57 (4)	159 (6)	253 (11)
4	Журнал прикладных исследований	—	—	—	—	—	91 (7)	403 (28)	579 (41)	395 (14)
5	Индустриальная экономика	—	—	—	—	14 (4)	44 (4)	309 (22)	447 (32)	228 (8)
6	Прогрессивная экономика	—	—	—	—	—	—	50 (12)	40 (12)	80 (12)
7	Региональная и отраслевая экономика	—	—	—	—	—	—	—	36 (4)	198 (7)
8	Самоуправление	146 (12)	153 (12)	66 (4)	158 (8)	573 (8)	687 (7)	812 (6)	884 (5)	1020 (6)
9	Социальные и экономические системы				41 (6)	39 (6)	43 (6)	43 (6)	228 (14)	149 (12)
10	Управленческий учёт	146 (12)	150 (12)	147 (12)	141 (12)	140 (12)	64 (6)	999 (31)	1130 (37)	784 (15)
11	Финансовая экономика	72 (5)	31 (4)	34 (4)	1720 (9)	2053 (12)	1091 (12)	765 (12)	840 (12)	703 (12)
12	Финансовый бизнес	70 (6)	73 (6)	63 (6)	51 (6)	48 (6)	136 (7)	647 (12)	425 (12)	662 (12)

Источник: составлено автором по данным РИНЦ (по состоянию на май 2024 г.).

от 10 до 39 статей, “Социальные и экономические системы” — от 8 до 17 статей (по данным РИНЦ по состоянию на май 2024 г.).

Были зафиксированы факты резкого увеличения объёма журналов. В таблице 2 цветом выделены периоды, в течение которых число опубликованных статей кратно увеличилось. Максимальные темпы роста — у журнала “Финансовая экономика”: в 2018 г. напечатано 1720 статей, что в 50 раз превышает число публикаций в 2017 г.

Нарушения регулярности и объёма выпусков свидетельствуют о недобросовестности изданий и подтверждают, что их номера формируются не на основе определённой концепции, а путём включения в них всех поступивших в редакцию материалов. То есть речь идёт о превалировании коммерческих интересов. Количество выпусков и объём каждого из них варьируются из-за сокращения или увеличения потока поступающих на рассмотрение рукописей. Практически все рассмотренные издания ежегодно публикуют более 200 статей. Отдельные журналы выпустили более тысячи публикаций: “Финансовая экономика” — 2053 статьи в 2019 г., 1720 в 2018 г.

и 1091 в 2020 г.; “Управленческий учёт” — 1130 статей в 2022 г.; “Самоуправление” — 1020 в 2023 г. (табл. 2).

Очевидно, что такие объёмные редакционные портфели не могут быть подвергнуты качественному рецензированию. Анализ информации о процедуре рецензирования, размещённой на официальных сайтах журналов по состоянию на май 2024 г., показал, что качество экспертизы в большинстве случаев совершенно не соответствует общепринятым стандартам (табл. 3). Так, многие журналы принимают рецензии от авторов. Это издания “Образование. Наука. Научные кадры”, “Век качества”, “Журнал прикладных исследований”, “Индустриальная экономика”, “Региональная и отраслевая экономика”, “Самоуправление”. Если рецензирование проводится, то в основном членами редколлегии и в очень короткие сроки — до пяти дней в изданиях “Евразийское пространство: экономика, право, общество”, “Журнал прикладных исследований”, “Индустриальная экономика”, “Региональная и отраслевая экономика”, “Самоуправление”. Установлены факты подготовки огромного числа экспертных заключений одним рецензентом. По данным РИНЦ, один и тот же эксперт в период с 2020 по

Таблица 3. Политика рецензирования и качество научного контента в экономических и социологических журналах из перечня ВАК, не индексируемых в РИНЦ

№ п/п	Журнал	Рецензирование			Наличие статей низкого научного уровня
		Принимаются рецензии от авторов	Короткие сроки рецензирования, система быстрых публикаций	Отсутствует раздел о рецензировании на сайте	
1	Образование. Наука. Научные кадры	✓			✓
2	Век качества	✓			✓
3	Евразийское пространство: экономика, право, общество		✓		✓
4	Журнал прикладных исследований	✓	✓		✓
5	Индустриальная экономика	✓	✓		✓
6	Прогрессивная экономика		✓		✓
7	Региональная и отраслевая экономика	✓	✓		✓
8	Самоуправление	✓	✓		✓
9	Социальные и экономические системы			✓	✓
10	Управленческий учёт			✓	✓
11	Финансовая экономика		✓		✓
12	Финансовый бизнес				✓

Источник: составлено автором по информации с официальных сайтов журналов (по состоянию на май 2024 г.).

2021 г. подготовил 101 отзыв для журнала “Индустриальная экономика” и 165 – для “Журнала прикладных исследований”¹. На сайтах ряда изданий (“Управленческий учёт”, “Социальные и экономические системы”) вообще отсутствует раздел о рецензировании, регламентирующий порядок и сроки экспертизы рукописей, критерии их отбора, что даёт основание предполагать, что это нерецензируемые журналы. О формальном подходе к рецензированию в ряде журналов, об отсутствии строгого отбора рукописей на основании экспертизы свидетельствует в том числе и низкий (в основном) научный уровень опубликованных работ.

В нескольких изданиях выявлены факты грубого нарушения публикационной этики. Так, в журнале “Индустриальная экономика”, издаваемом ООО “Университет дополнительного профессионального образования”, обнаружены работы несуществующих авторов. В 2019 г. здесь опубликован ряд статей, заимствованных с небольшими коррективами из других журналов. В метаданных публикаций были сохранены аффилиации авторов (в основном с научными организациями, в том

числе институтами РАН), но ФИО реальных авторов заменены на данные несуществующих учёных, что подтверждает отсутствие их профилей в системе РИНЦ. Например, текст статьи “Подготовка кадров для экономики региона” (“Индустриальная экономика”. 2019. № 4) заимствован с некоторыми сокращениями из статьи “Подготовка научных кадров для экономики региона”, опубликованной в журнале “Проблемы развития территории” (2012. № 4). Первым автором публикации указана О.П. Жарихина, профиль которой отсутствует в РИНЦ, в аффилированной организации такого сотрудника нет. Поскольку целый ряд статей с подобными нарушениями был опубликован в 2019 г., а в декабре 2020 г. журнал был включён в перечень ВАК по специальности “08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством”², можно предположить, что подобные манипуляции преследовали цель в короткие сроки создать контент из научных статей авторов,

² Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, на соискание учёной степени доктора наук. <https://vak.minobrnauki.gov.ru/uploader/loader?type=19&name=91107547002&f=27993>

¹ См. профиль рецензента в РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=396289

аффилированных с академическими организациями, то есть контент, который удовлетворяет требованиям, предъявляемым к рецензируемым научным изданиям для включения в перечень ВАК. Наличие статей несуществующих авторов, у которых отсутствуют профили в РИНЦ, обнаружено и в других журналах издателя, в частности в выпусках “Журнала прикладных исследований”, вышедших в 2018 г. Используя международную терминологию, данные издания можно отнести к “хищническим”.

Изучение финансовых моделей (рис. 2), применяемых при издании журналов, не индексируемых в РИНЦ, показало, что условием публикации в них, как правило, является оплата автором услуг редакции либо обязательное оформление подписки. При этом стоимость подписки обычно завышена, то есть фактически это полный аналог оплаты публикации авторами. На сайтах четырёх журналов размещена информация об отсутствии оплаты. Однако признаки “хищнических” изданий (взрывной рост публикаций, этические проблемы), выявленные в трёх из них (учредитель – упомянутое ООО “Университет дополнительного профессионального образования”), дают основания полагать, что их финансовая модель так или иначе сопряжена с коммерческой деятельностью организации-учредителя. У ряда журналов финансовая модель непрозрачная: на сайте нет информации о наличии или отсутствии авторской платы за публикации.

Таким образом, анализ изданий, не индексируемых в РИНЦ, позволяет утверждать, что они не отвечают как базовым формальным требованиям, так и критериям качества, предъявляемым к научным журналам: нарушаются периодичность и объём выпусков, рукописи или не рецензируются или их экспертиза носит формальный характер, публикуется огромное количество статей ненадлежащего качества, которые по сути не являются научными

произведениями. Эти журналы не нацелены на то, чтобы стать площадкой для обсуждения научных проблем, они ориентированы преимущественно на получение прибыли за счёт оплаты публикаций авторами. Такие журналы следует квалифицировать как коммерческие, нерецензируемые или формально рецензируемые издания низкого научного качества.

Поскольку эти журналы не индексируются ни в РИНЦ, ни в МНБД, они не соответствуют требованию, которое предъявляют к рецензируемым научным журналам для включения в перечень ВАК, изложенному в пункте 11: “издание должно быть зарегистрировано в Российском индексе научного цитирования (РИНЦ) и/или в другой системе научного цитирования, определяемой международными договорами Российской Федерации и/или рекомендациями Комиссии” [20]. Согласно правилам формирования перечня ВАК [21], в случае несоответствия журнала требованиям, в том числе обозначенным в пункте 11, при наличии рекомендации Высшей аттестационной комиссии Министерство науки и высшего образования РФ исключает издание из перечня ВАК. Однако проведённый нами анализ показал, что на практике данное правило не работает, о чём свидетельствует присутствие в перечне ВАК довольно большого числа журналов, не удовлетворяющих заявленным требованиям. Полагаем, что причина кроется в отсутствии механизмов взаимодействия экспертной группы РИНЦ, которая проводит регулярную оценку качества журналов и прекращает индексацию “нарушителей”, и экспертных советов ВАК, осуществляющих мониторинг перечня рецензируемых изданий.

Среди индексируемых в РИНЦ журналов, включённых в категоризованный перечень ВАК, тоже есть издания, в которых публикуется очень большое число статей. Мы выделили 16 таких журналов: 10 среди изданий, отнесённых ко второй категории (К2), и 4 –

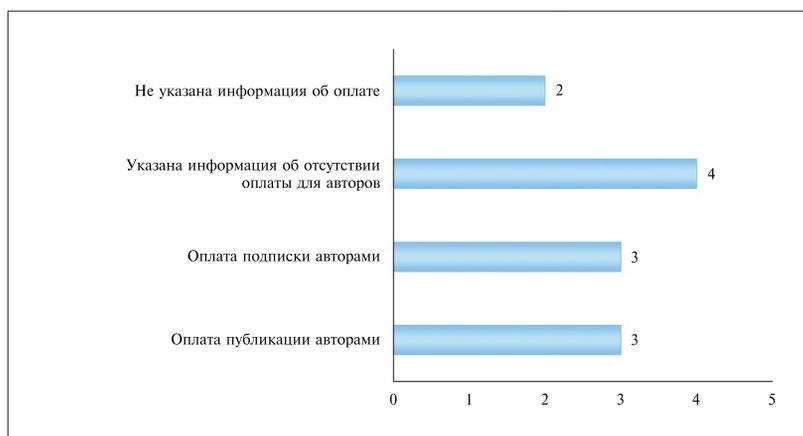


Рис. 2. Финансовые модели экономических и социологических журналов, не индексируемых в РИНЦ
 Источник: составлено автором по информации с официальных сайтов журналов (по состоянию на май 2024 г.).

Таблица 4. Характеристики экономических и социологических журналов из Перечня ВАК, индексируемых в РИНЦ и публикующих более 200 статей в год

№ п/п	Журнал	Учредитель	Категория ВАК	Число опубликованных статей			Признаки формального рецензирования	Оплата публикаций авторами	Наличие статей низкого научного уровня	
				Период кратного увеличения объёма: число статей (год)	2021	2022				2023
1	Modern Economy Success	ИП Ключева Марина Маратовна (Белгород)	2	8 (2016) 133 (2017)	240	250	300	V	V	
2	Инновации и инвестиции	ООО «Русайнс» (Москва)	2	14 (2007) 90 (2008)	643	613	1261	P _A	V	V
3	Проблемы экономики и юридической практики	Издательский дом «Юр-ВАК» (Москва)	2	–	286	249	243		н/д	V
4	Социально-гуманитарные знания	ООО «Издательство «Кнорус»» (Москва)	2	52 (2007) 234 (2008)	223	253	382	P _A	V	V
5	Финансовые рынки и банки	ООО «Издательство «Кнорус»» (Москва)	2	60 (2019) 131 (2020)	237	263	312	P _A	V	V
6	Экономика и предпринимательство	Горин С.В.	2	68 (2010) 169 (2011) 469 (2012) 2150(2013)	3482	3494	3457	C	V	V
7	Экономика и управление: проблемы, решения	Издательский дом «Научная библиотека» (Москва)	2	10 (2011) 117 (2012)	808	778	1320	C	V	V
8	Экономика строительства	ООО «Русайнс» (Москва)	2	42 (2021) 142 (2022)	42	142	384	P _A	V	V
9	Экономика устойчивого развития	Общественная академия инновационного устойчивого развития (Краснодар)	2	93 (2011) 148 (2012)	190	151	255		V	V
10	Экономика, предпринимательство и право	ООО «Первое экономическое издательство» (Москва)	2	63 (2019) 222 (2020)	198	217	426		V	V
11	Экономика: вчера, сегодня, завтра	Издательский дом «Аналитика Родис» (Ногинск)	2	36 (2015) 274 (2016)	514	589	762	C	V	V
12	Экономические науки	ООО «Экономические науки»	2	41 (2005) 202 (2006)	485	663	592		V	V

Окончание таблицы 4 на стр. 1124.

Таблица 4. (окончание)

№ п/п	Журнал	Учредитель	Категория ВАК	Число опубликованных статей			Признаки формального рецензирования	Оплата публикаций авторами	Наличие статей низкого научного уровня	
				Период кратного увеличения объёма: число статей (год)	2021	2022				2023
13	Московский экономический журнал	Фомин Александр Анатольевич	3	11 (2015) 164 (2016)	788	766	668	P _A , C	V	V
14	Наука и образование: хозяйство и экономика, предпринимательство, право и управление	Некоммерческая организация «Фонд поддержки образования и науки в Ростовской области» (Ростов-на-Дону)	3	90 (2010) 234 (2011)	417	354	333	P _A	V	V
15	Наука Красноярья	Научно-инновационный центр (Красноярск)	3	54 (2015) 143 (2016)	461	364	264		V	V
16	Общество: социология, психология, педагогика	Издательский дом «ХОРС» (Краснодар)	3	76 (2015) 377 (2016)	331	379	256	C	V	V

Условные обозначения: P_A – принимаются готовые рецензии от авторов статей; C – срочные публикации, сопровождающиеся короткими сроками рецензирования

Источник: составлено автором по данным РИНЦ и официальным сайтам журналов (по состоянию на май 2024 г.).

к третьей (К3). Их количественные и качественные характеристики обобщены в таблице 4.

Учредителями и издателями журналов являются коммерческие ненаучные организации, некоммерческие организации, физические лица (индивидуальные предприниматели). В журналах публикуется от двухсот до нескольких сотен, а в ряде изданий – более тысячи статей: «Инновации и инвестиции» – 1261 статья в 2023 г.; «Экономика и управление: проблемы, решения» – 1320 в 2023 г.; «Экономика и предпринимательство» – 3457 в 2023 г. В отношении всех изданий, кроме одного, зафиксированы периоды, в течение которых число опубликованных статей кратно увеличилось. Максимальные темпы роста у журнала «Экономика и предпринимательство»: в период с 2010 по 2013 г. число опубликованных статей увеличилось в 32 раза (табл. 4).

Анализ информации о процедуре экспертизы и отборе рукописей, размещённой на официальных сайтах журналов по состоянию на май 2024 г., позволил установить, что рецензирование в основном носит формальный характер либо вообще отсутствует. В изданиях «Инновации и инвестиции», «Московский экономический журнал», «Наука и образование: хозяйство и экономика, предпринимательство,

право и управление», «Социально-гуманитарные знания», «Финансовые рынки и банки», «Экономика строительства» допускается предоставление рецензий авторами в виде отзыва доктора наук, содержащего рекомендацию о публикации статьи. На сайтах изданий «Экономика и предпринимательство» и «Экономические науки» процедура рецензирования не описана. Ряд изданий ориентирован на срочную публикацию статей. Так, короткие сроки рецензирования заявлены «Московским экономическим журналом», изданиями «Общество: социология, психология, педагогика», «Экономика и предпринимательство», «Экономика и управление: проблемы, решения», «Экономика: вчера, сегодня, завтра».

Были установлены и другие факты, которые свидетельствуют о несоблюдении редакциями процедуры научной экспертизы, обеспечивающей качество отбираемых к публикации работ. Так, в журнале «Экономика устойчивого развития» рецензирование всех статей проводится силами редакции. При подаче статей в журнал «Проблемы экономики и юридической практики» авторы самостоятельно прикладывают отчёты о проверке рукописей в системе «Антиплагиат». Издательство, выпускающее

журнал “Экономика: вчера, сегодня, завтра”, оказывает услуги по “рецензированию на заказ”, и авторы рукописей могут заключить некий “договор, который даёт дополнительные гарантии на публикацию экономической статьи в журнале” (по данным, размещённым на официальных сайтах журналов, по состоянию на май 2024 г.). В целом можно сделать вывод, что редакции журналов, имеющих завышенные объёмы, имитируют процесс рецензирования, фактически лишь декларируют свои издания как рецензируемые, подменяя научную экспертизу формальными процедурами.

О формальном подходе к рецензированию в указанных изданиях свидетельствует низкое научное качество большинства опубликованных статей. В ходе изучения контента выпусков во всех журналах выявлено множество статей описательно-реферативного характера, не содержащих оригинальных результатов научных исследований. В большинстве из них не описана и не обоснована методология исследований, не просматривается вклад авторов в развитие предметного поля. Все эти журналы взимают плату с авторов за публикацию статей. По информации, указанной на официальных сайтах по состоянию на май 2024 г., стоимость публикации варьируется от 8 тыс. до 16,5 тыс. рублей и более, причём большинство изданий приветствуют ускоренную публикацию статей за повышенную плату. Редакции разрешают многократную публикацию одного и того же автора в пределах одного выпуска, поощряя такое поведение скидками на оплату издательских услуг. Например, журнал “Экономика и предпринимательство” допускает одновременную подачу 10 и более статей.

Таким образом, журналы, публикующие большое число статей, что противоречит объективным возможностям экспертизы, не отвечают стандартам научных изданий. Это коммерческие проекты, ориентированные на быструю публикацию большого числа статей любого качества и получение прибыли за счёт оплаты издательских услуг авторами. Учитывая формальный подход к рецензированию и неприемлемое научное качество публикуемых работ, такие журналы должны официально квалифицироваться как псевдорецензируемые или неререцензируемые, что не позволит использовать их в сфере государственной научной аттестации.

* * *

Подводя итоги, можно сделать следующие выводы.

1. Под влиянием внешних условий система оценки эффективности научных исследований подверглась трансформации. В результате смещения приоритетов с учёта качества международных журналов и их рангов к учёту качества национальных журналов появилась потребность в новых инструментах,

альтернативных МНБД. Разработанные с этой целью “Белый список” научных журналов и категоризованный перечень ВАК нуждаются в детальной оценке научного сообщества на предмет пригодности для внедрения в национальную систему оценки научных исследований.

2. Проанализирована довольно большая группа журналов социально-экономического профиля, ранжированных в категоризованном перечне ВАК. Объём выборки составил почти 15% всех изданий, включённых в перечень, что позволяет экстраполировать основные выводы исследования на весь список. Прежде всего удалось установить, что если в первую категорию перечня (К1) входит большинство ведущих журналов, качество которых подтверждено независимой экспертизой МНБД и RSCI, то среди журналов второй (К2) и третьей (К3) категорий присутствуют издания, уровень которых не соответствует научным стандартам. Часть этих журналов не индексируется в РИНЦ, но по каким-то причинам продолжает оставаться в перечне ВАК. По нашему мнению, такие журналы следует квалифицировать как коммерческие и/или псевдорецензируемые издания низкого научного уровня и исключить из использования в сфере государственной научной аттестации.

3. Поскольку в категоризованный перечень ВАК входят коммерческие издания низкого научного уровня, а также журналы, не индексируемые в РИНЦ, что противоречит требованиям к рецензируемым научным изданиям для включения в перечень ВАК, необходимо провести дополнительную экспертизу перечня ВАК, в частности журналов, причисленных ко второй и третьей категориям. Помимо этого, нужно разработать механизмы, которые позволили бы сопрягать результаты деятельности экспертов РИНЦ по исключению “мусорных” журналов с деятельностью экспертных советов ВАК по мониторингу перечня рецензируемых изданий. Издания, исключённые из РИНЦ, следует своевременно исключать из перечня ВАК, чтобы пресекать неэтичные практики в издательской деятельности.

4. В ходе анализа был сформирован базовый пул критериев, наиболее значимых для выявления журналов ненадлежащего качества в процедурах оценки научной периодики. К ним мы отнесли: регулярное нарушение периодичности и объёма выпусков; резкое увеличение объёма; публикацию неоправданно большого числа статей в год; формальный подход к рецензированию (короткие сроки экспертизы, приём готовых рецензий от авторов рукописей, большое число рецензий одного эксперта); низкое качество публикуемого контента (избыточное количество статей в номере и за год, часто очень коротких, а также описательно-реферативного характера, не содержащих научных результатов и не вносящих вклад в развитие данной научной дисциплины); ориентированность на продажу издательских услуг

(срочная публикация статей за повышенную плату, поощрение единовременной подачи в редакцию нескольких рукописей). Данные критерии могли бы быть использованы экспертами для оценки журналов по всем дисциплинам.

5. Недостатки списка социально-экономических журналов, которые составляют довольно большую долю в общем перечне ВАК, существенно ограничивают возможности его использования в системе оценки результативности научных исследований и разработок. Методика формирования перечня предполагает как наукометрическую, так и экспертную оценку изданий. Однако на деле в нём присутствуют в том числе и журналы низкого научного уровня, издания, не индексируемые в РИНЦ, а также не издающиеся на текущий момент. Это подрывает легитимность перечня в научном сообществе и не позволяет рассматривать его в качестве эффективного инструмента оценки научных исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Постановление Правительства от 19 марта 2022 г. № 414 “О некоторых вопросах применения требований и целевых значений показателей, связанных с публикационной активностью” (в редакции постановлений Правительства Российской Федерации от 19.09.2022 № 1655, от 10.11.2023 № 1884). <http://government.ru/docs/all/139807/>
Government Resolution of March 19, 2022 No. 414 “On Certain Issues of Applying Requirements and Target Values of Indicators Related to Publication Activity” (as amended by the Resolutions of the Government of the Russian Federation of September 19, 2022, no. 1655, of November 10, 2023 no. 1884). <http://government.ru/docs/all/139807/> (In Russ.)
2. Pölönen J., Guns R., Kulczycki E. et al. National Lists of Scholarly Publication Channels: An Overview and Recommendations for Their Construction and Maintenance // *Journal of Data and Information Science*. 2020, vol. 6, no. 1, pp. 1–37. <https://doi.org/10.2478/jdis-2021-0004>
3. De Filippo D., Alexandre-Benavent R., Sanz-Casado E. Toward a Classification of Spanish Scholarly Journals in Social Sciences and Humanities Considering Their Impact and Visibility // *Scientometrics*. 2020, vol. 125, no. 2, pp. 1709–1732. <https://doi.org/10.1007/s11192-020-03665-5>
4. Ferrara A., Bonaccorsi A. How Robust is Journal Rating in Humanities and Social Sciences? Evidence from a Large-Scale, Multi-Method Exercise // *Research Evaluation*. 2016, vol. 25, no. 3, pp. 279–291. <https://doi.org/10.1093/reseval/rvv048>
5. Kulczycki E., Rozkosz E.A. Does an Expert-Based Evaluation Allow Us to Go Beyond the Impact Factor? Experiences from Building a Ranking of National Journals in Poland // *Scientometrics*. 2017, vol. 111, no. 1, pp. 417–442. <https://doi.org/10.1007/s11192-017-2261-x>
6. Good B., Vermeulen N., Tiefenthaler B., Arnold E. Counting quality? The Czech Performance-Based Research Funding System // *Research Evaluation*. 2015, vol. 24, no. 2, pp. 91–105. <https://doi.org/10.1093/reseval/rvu035>
7. Третьякова О.В. Национальные списки научных журналов: обзор мировой практики // *Journal of Institutional Studies*. 2023. Т. 15. № 3. С. 20–39. <https://doi.org/10.17835/2076-6297.2023.15.3.020-039>
Tretyakova O.V. National lists of scientific journals: a review of world practice // *Journal of Institutional Studies*. 2023, vol. 15, no. 3, pp. 20–39. <https://doi.org/10.17835/2076-6297.2023.15.3.020-039> (In Russ.)
8. Косьяков Д.В., Селиванова И.В., Гуськов А.Е. Два контура оценки результативности научных организаций в России: текущее состояние и перспективы развития с точки зрения международного опыта // *Вестник Российской академии наук*. 2024. Т. 94. № 1. С. 32–54. <https://doi.org/10.31857/S0869587324010063>
Kosyakov D.V., Selivanova I.V., Guskov A.E. Two contours of assessing the performance of scientific organizations in Russia: current state and development prospects from the point of view of international experience // *Bulletin of the Russian Academy of Sciences*. 2024, vol. 94, no. 1, pp. 32–54. <https://doi.org/10.31857/S0869587324010063> (In Russ.)
9. Sivertsen G. The Norwegian Model in Norway // *Journal of Data and Information Science*. 2018, vol. 3, no. 4, pp. 3–19. <https://doi.org/10.2478/jdis-2018-0017>
10. Балацкий Е.В., Екимова Н.А., Третьякова О.В. Методы оценки качества научных экономических журналов // *Journal of Institutional Studies*. 2021. Т. 13. № 2. С. 27–52. <https://doi.org/10.17835/2076-6297.2021.13.2.027-052>
Balatsky E.V., Ekimova N.A., Tretyakova O.V. Methods for assessing the quality of scientific economic journals // *Journal of Institutional Studies*. 2021, vol. 13, no. 2, pp. 27–52. <https://doi.org/10.17835/2076-6297.2021.13.2.027-052> (In Russ.)
11. “Белый список” научных журналов. <https://journalrank.rcsi.science/ru/>
“White list” of scientific journals. <https://journalrank.rcsi.science/ru/> (In Russ.)
12. Полихина Н.А., Тростянская И.Б., Гришакина Е.Г., Паркачева В.Л. Оценка результатов научных исследований: роль и возможности журналов частных университетов // *Научный редактор и издатель*. 2023. Т. 8. № 1 (прил.). С. 16–31. <https://doi.org/10.24069/SEP-23-10>
Polikhina N.A., Trostyanskaya I.B., Grishakina E.G., Parkacheva V.L. Evaluation of scientific research results: the role and possibilities of private university journals // *Scientific editor and publisher*. 2023,

- vol. 8, no. 1 (supplement), pp. 16–31. <https://doi.org/10.24069/SEP-23-10> (In Russ.)
13. Итоговое распределение журналов Перечня ВАК по категориям К1, К2, К3 в 2023 году (по состоянию на декабрь 2023 г.). <https://vak.minobrnauki.gov.ru/uploader/loader?type=19&name=92685697002&f=23355>
Final distribution of journals of the HAC List by categories K1, K2, K3 in 2023 (as of December 2023). <https://vak.minobrnauki.gov.ru/uploader/loader?type=19&name=92685697002&f=23355> (In Russ.)
14. *Кочетков Д.М.* Белый список российских журналов: вопросы, ждущие ответа // Научный редактор и издатель. 2022. Т. 7. № 2. С. 185–190. <https://doi.org/10.24069/SEP-22-48>
Kochetkov D.M. White list of Russian journals: questions awaiting answers // Scientific editor and publisher. 2022, vol. 7, no. 2, pp. 185–190. <https://doi.org/10.24069/SEP-22-48> (In Russ.)
15. *Третьякова О.В.* Российский опыт составления национальных списков научных журналов: ошибки, задачи и перспективы // Terra Economicus. 2023. Т. 21. № 3. С. 102–121. <https://doi.org/10.18522/2073-6606-2023-21-3-102-121>
Tretyakova O.V. Russian experience in compiling national lists of scientific journals: errors, tasks and prospects // Terra Economicus. 2023, vol. 21, no. 3, pp. 102–121. <https://doi.org/10.18522/2073-6606-2023-21-3-102-121> (In Russ.)
16. *Мокначёва Ю.В.* Журнальные списки и рейтинги российских изданий: противоречия и возможные пути их устранения // Управление наукой: теория и практика. 2024. Т. 6. № 2. С. 147–167. <https://doi.org/10.19181/smtp.2024.6.2.11>
Mokhnacheva Yu.V. Journal lists and ratings of Russian publications: contradictions and possible ways to eliminate them // Science Management: Theory and Practice. 2024, vol. 6, no. 2, pp. 147–167. <https://doi.org/10.19181/smtp.2024.6.2.11> (In Russ.)
17. *Куракова Н.Г., Цветкова Л.А.* Категоризация Перечня ВАК и его место в национальной системе оценки эффективности исследований и разработок // Менеджер здравоохранения. 2022. № 10. С. 4–13. <https://doi.org/10.21045/1811-0185-2022-10-4-13>
Kurakova N.G., Tsvetkova L.A. Categorization of the VAK List and its place in the national system for assessing the effectiveness of research and development // Healthcare Manager. 2022, no. 10, pp. 4–13. <https://doi.org/10.21045/1811-0185-2022-10-4-13> (In Russ.)
18. *Кириллова О.В., Кузнецов А.Ю., Диментов А.В. и др.* Категории и критерии оценки российских журналов и программы их развития // Научная периодика: проблемы и решения. 2014. № 5 (23). С. 20–34.
Kirillova O.V., Kuznetsov A.Yu., Dimentov A.V., et al. Categories and criteria for evaluating Russian journals and their development programs // Scientific periodicals: problems and solutions. 2014, no. 5 (23), pp. 20–34. (In Russ.)
19. *Кириллова О.В., Тихонова Е.В.* Критерии качества научного журнала: измерение и значимость // Научный редактор и издатель. 2022. Т. 7. № 1. С. 12–27. <https://doi.org/10.24069/SEP-22-39>
Kirillova O.V., Tikhonova E.V. Quality criteria of a scientific journal: measurement and significance // Scientific editor and publisher. 2022, vol. 7, no. 1, pp. 12–27. <https://doi.org/10.24069/SEP-22-39> (In Russ.)
20. Требования к рецензируемым научным изданиям для включения в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, на соискание учёной степени доктора наук. Приложение № 2 (п. 11) к приказу Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 31 мая 2023 г. № 534. <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202307110017?index=7>
Requirements for peer-reviewed scientific publications for inclusion in the list of peer-reviewed scientific publications in which the main scientific results of dissertations for the degree of candidate of sciences, for the degree of doctor of sciences must be published. Appendix No. 2 (clause 11) to the order of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation dated May 31, 2023 No. 534. <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202307110017?index=7> (In Russ.)
21. Правила формирования перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, на соискание учёной степени доктора наук. Приложение № 1 (п. 13) к приказу Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 31 мая 2023 г. № 534. <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202307110017?index=7>
Rules for the formation of a list of peer-reviewed scientific publications in which the main scientific results of dissertations for the degree of candidate of sciences, for the degree of doctor of sciences should be published. Appendix No. 1 (clause 13) to the order of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation dated May 31, 2023, no. 534. <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202307110017?index=7> (In Russ.)

HIGHER CERTIFICATION COMMISSION LIST: OPPORTUNITIES AND LIMITATIONS REGARDING THE INTEGRATION INTO THE SYSTEM FOR SCIENTIFIC RESEARCH EVALUATION

O.V. Tretyakova^{a,*}

^a*Vologda Research Center of the Russian Academy of Sciences,
Vologda, Russia*

^{*}*E-mail: olga.tretyakova@yandex.ru*

The article is devoted to the formation of “white lists” of scientific periodicals, which have acquired special significance in connection with the reformatting of the system of scientific research assessment in Russia. An assessment is given of the initiative of the Russian regulator to create a categorized list of peer-reviewed scientific publications, the list of publications approved for use in the state scientific certification in economic and sociological disciplines is analyzed. The limitations of this list that complicate its integration into the national system of scientific results assessment are identified, and ways to overcome them are proposed. A pool of journals of low scientific quality is determined; criteria for identifying publications of inadequate quality in the procedures for assessing scientific periodicals are substantiated. The results obtained are important from the point of view of developing models for assessing scientific research that are not tied to international scientometric bases and take into account the interests of national journals.

Keywords: scientific policy, scientific research evaluation, quality criteria, national list of scientific journals, categorized VAK list, economic journals, sociological journals.

ЭКСПЕРИМЕНТАТОР С ШИРОКИМ КРУГОМ ИНТЕРЕСОВ К 90-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ АКАДЕМИКА Э.П. КРУГЛЯКОВА

© 2024 г. Л.Н. Вячеславов^{a,*}, А.Д. Хильченко^{a,**}, Н.И. Чхало^{b,***}

^aИнститут ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН, Новосибирск, Россия

^bИнститут физики микроструктур РАН, Нижний Новгород, Россия

*E-mail: l.n.vyacheslavov@inp.nsk.su

**E-mail: A.D.Khilchenko@inp.nsk.su

***E-mail: chkhalo@ipmras.ru

Поступила в редакцию 02.09.2024 г.

После доработки 19.09.2024 г.

Принята к публикации 11.11.2024 г.

22 октября 2024 г. выдающемуся физику-экспериментатору и общественному деятелю академику РАН Эдуарду Павловичу Круглякову исполнилось бы 90 лет. Он — первый председатель Комиссии РАН по борьбе с лженаукой и фальсификацией научных исследований, возглавлявший её с 1998 г. и до своей кончины. Широкой общественности Эдуард Павлович известен в основном благодаря активной гражданской позиции на посту председателя этого консультативного и экспертного органа РАН. Более узкий круг специалистов, работающих в области физики плазмы, хорошо знаком с основополагающими экспериментами и вкладом Э.П. Круглякова в развитие открытых магнитных систем для удержания горячей плазмы, а также с его инициативами, направленными на продвижение важных технологических и научных направлений исследования высокотемпературной плазмы. Об этих сторонах деятельности Эдуарда Павловича и пойдёт речь.

Ключевые слова: Э.П. Кругляков, Г.И. Будкер, Института ядерной физики (ИЯФ) Сибирского отделения АН СССР/РАН, физика плазмы, оптическая диагностика плазмы, лазеры, высокотемпературная плазма, цифровая электроника, многослойная рентгеновская оптика, лженаука, фальсификация научных исследований.

DOI: 10.31857/S0869587324120064, EDN: RIJMNW

ПУТЬ В НАУКУ¹

Э.П. Кругляков родился 22 октября 1934 г. в Краснодаре. В школу пошёл в Кировокамне, куда в 1942 г. эвакуировали семью, но окончил её с золотой медалью в родном городе. В 1952 г. поступил в Московский физико-технический институт (МФТИ), получив в январе 1958 г. диплом по специальности “оптика и спектроскопия”. Год окончания МФТИ совпал по времени с созданием Института ядерной физики (ИЯФ) Сибирского отделения АН СССР

ВЯЧЕСЛАВОВ Леонид Николаевич — доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник ИЯФ СО РАН. ХИЛЬЧЕНКО Александр Дмитриевич — доктор технических наук, главный научный сотрудник ИЯФ СО РАН. ЧХАЛО Николай Иванович — доктор физико-математических наук, заведующий отделом многослойной рентгеновской оптики ИФМ РАН.

первоначально на базе лаборатории новых методов ускорения Института атомной энергии (ИАЭ, Москва), возглавляемой Г.И. Будкером. В феврале 1958 г. восемь выпускников МФТИ, среди которых оказался Кругляков, пригласили в ИАЭ для собеседования с директором-организатором ИЯФ Г.И. Будкером. После пятичасового экзамена в институт зачислили только Эдуарда Павловича — Э.П., как многие называли его потом. Сейчас, по прошествии многих лет, кажется, что яркие особенности Круглякова, его способность на лету схватывать суть проблемы и тут же предлагать её решение, часто необычное, иногда фантастическое, были свойственны и самому Будкеру. Впоследствии, зная судьбу семерых отвергнутых (среди них один член-корреспондент РАН и, по крайней мере, четыре доктора

¹ Разделы “Путь в науку”, “Оптическая диагностика плазмы”, “Физика открытых магнитных ловушек и высокотемпературной плазмы”, “Борьба с лженаукой и мракобесием” подготовлены Л.Н. Вячеславовым.



Эдуард Павлович Кругляков (1934-2012)

физико-математических наук), Э.П. напомнил Гершу Ицковичу историю с экзаменом, заметив, что тот был неправ. Будкер согласился, но сказал: “Когда формируется команда, лучше упустить сильного, чем взять слабого”.

Как самый молодой из первых принятых в ИЯФ 25 человек, Эдуард Павлович начал с должности старшего лаборанта, а затем – младшего научного сотрудника. Весной 1961 г. институт перевели из Москвы в Новосибирск. В секторе, который возглавлял старший инженер Ю.Е. Нестерихин, Кругляков занимался оптической диагностикой плазмы. Кроме того, по предложению Будкера он включился в очень важное дело – подготовку молодёжных кадров для недавно образованного Новосибирского государственного университета, строившегося Института ядерной физики и других научных центров академгородка.

В 1961 г. председатель СО АН СССР М.А. Лаврентьев решил провести Всесибирскую физико-математическую олимпиаду и предложил возглавить это мероприятие Г.И. Будкеру, тот в свою очередь привлёк Круглякова и других своих сотрудников. После первого (заочного) этапа проводился второй – региональный, в нём кроме победителей заочного конкурса участвовали желающие из региона. Э.П. помогал проводить второй этап в дальневосточном регионе (Владивосток). После собеседования 250 победителей второго этапа пригласили в академгородок, где проходила Первая



Ужин с участниками Первой летней физико-математической школы. 1962 г.
Слева направо: Э.П. Кругляков, Г.И. Будкер, А.А. Берс

летняя физико-математическая школа. Председателем оргкомитета школы был член-корреспондент АН СССР Г.И. Будкер, а завучем — Э.П. Кругляков. Работа завуча была нелёгкой, но помогал энтузиазм, хотя иногда даже молодой организм подводил. Однажды Э.П. упал в голодный обморок — забыл поесть [1]. В январе 1963 г. учеников летней школы пригласили продолжить обучение в физико-математической школе академгородка. Сначала учебный научный центр работал неофициально, а в августе 1963 г. вышло постановление правительства об организации физматшкол в Новосибирске, Москве, Ленинграде и Киеве.

ОПТИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ПЛАЗМЫ

С 1963 г. Кругляков сосредоточился на экспериментах, связанных с интерферометрией плазмы. Лазеры тогда не были доступны, и для интерферометрии быстропротекающих процессов, таких как импульсные плазменные разряды, использовали импульсные лампы, излучающие белый свет. При этом юстировку и выравнивание плеч интерферометра Майкельсона длиной в несколько метров нужно было проводить с точностью долей длины световой волны. Это весьма непростая задача для экспериментаторов, особенно при высоком уровне вибраций установок с мощными разрядами в плазме.

Когда формировался новый институт, Будкер принял мудрое решение включить в его структуру кроме научной части мощные КБ и механические мастерские. Это способствовало созданию новых установок. Но оптических мастерских в институте не было, а Э.П. генерировал множество идей по разработке новых оптических диагностик плазмы с применением только появившихся лазеров. Развитие оптического участка в ИЯФ началось с приглашения в 1963 г. из Ленинграда Л.В. Анкудинова, специалиста в области оптических технологий. Э.П. с энтузиазмом взялся за эту работу, где проявились его умение видеть индивидуальные перспективы каждого нового сотрудника и способность заражать своим энтузиазмом. Уже в 1964 г. первый интерферометр с полем зрения 40 мм был установлен на коаксиальную пушку Маршала. В следующем 1965 г. заработала новая установка, моделирующая ударные волны, возникавшие при обтекании магнитосферы Земли солнечным ветром, на которой стоял интерферометр уже с полем зрения 250 мм и аппаратным искажением менее 0.1 длины волны. Его пластины были изготовлены на оптическом участке ИЯФ. Однородность оптической толщины по всему полю доводилась с помощью ручного ретуширования — тонкой подгонки локальной формы поверхности, что компенсировало внутреннюю неоднородность стекла.

Развитие лазеров и источников излучения шло одновременно с совершенствованием интерферометров. В начале 1960-х годов промышленного производства лазеров и лазерных компонентов, даже самых простых, не существовало. Э.П. приходилось самому заниматься созданием и настройкой гелий-неоновых, рубиновых и неодимовых лазеров. Дело облегчали механические мастерские и уже работавший оптический участок, где изготавливали высококачественные зеркала для лазеров с радиусами различной кривизны отражающей поверхности и прочным многослойным покрытием на любую заданную длину волны. Для модуляции добротности лазеров на рубине спроектировали и изготовили четвертьволновые ячейки Керра, в которых ключевым элементом был оптический клин, сделанный из исландского шпата. На основе лазерного резонатора со сферическими зеркалами Круглякову удалось получить квазинепрерывную беспичковую свободную генерацию лазера на основе рубина, что было необходимо для интерферометрии плазмы. Обычно свободная генерация таких лазеров состоит из хаотичных по времени и интенсивности пачек, что трудно использовать для исследования временных зависимостей быстропротекающих процессов. Лазеры с модуляцией добротности с помощью ячейки Керра генерировали импульсы излучения длительностью 20–30 нс, их в основном применяли для определения плотности и температуры плазмы методом томсоновского рассеяния (рассеяние фотонов малой энергии на электронах). В состав лазерной системы на рубине, как правило, входили генератор и один или два оптических усилителя.

Первые результаты использования этого метода в эксперименте появились в 1966 г. [2]. В том же году во время визита президента Франции де Голля в ИЯФ специалисты показали ему работу такого лазера: пробитая излучением лазера французская монета продемонстрировала мощь “самого первого в Азии, Африке и Австралии лазера”, как полушутя любил говорить гостям института Будкер. А если серьёзно, то мощные рубиновые лазеры, изготовленные в ИЯФ в конце 1960-х — начале 1970-х годов, имели вполне заводской вид благодаря большим подразделениям института — конструкторскому отделу, механическому мастерским и оптическому участку с квалифицированными кадрами, любимому детищу Э.П. Практически все термоядерные лаборатории тогдашнего СССР — ИАЭ им. И.В. Курчатова (Москва), Филиал ИАЭ (Троицк, Московская обл.), ФТИ АН СССР им. А.Ф. Иоффе и НИИЭФА им. Д.В. Ефремова (Ленинград), ХФТИ (Харьков), ИПФ АН СССР (Горький), СФТИ (Сухуми) — были оснащены лазерами на рубине, изготовленными в ИЯФ СО АН.

Исследования плазмы с помощью разработанного оборудования продолжались. В 1967–1968 гг. Э.П. Кругляков участвовал в изящном экспери-

менте, в ходе которого удалось зарегистрировать изображение рассеянного плазмой лазерного излучения при пересечении лазерным пучком фронта бесстолкновительной ударной волны. Это позволило получить мгновенное распределение плотности и электронной температуры плазмы вдоль одной из координат.

Из оригинальных диагностических разработок стоит упомянуть электронный прибор, созданный в 1964 г. Э.П. совместно с Ю.Е. Нестерихиным. Это была комбинация электронно-оптического преобразователя с отклоняющими пластинами и щелевой диафрагмой, за которой располагался электронный умножитель. Прибор мог регистрировать профили спектральных линий и позволял наблюдать их на экране осциллографа. Он получил популярность и на протяжении 30 с лишним лет выпускался промышленностью под названиями ЛИ-601 и ЛИ-602. Впоследствии, в 1986 г., за цикл работ “Создание методов диагностики и исследование высокотемпературной плазмы в физическом эксперименте” Эдуард Павлович и группа его коллег получили Государственную премию СССР.

ФИЗИКА ОТКРЫТЫХ МАГНИТНЫХ ЛОВУШЕК И ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЫ

В 1967 г. Ю.Е. Нестерихина назначали директором Института автоматики и электрометрии СО АН СССР, и он пригласил Э.П. Круглякова своим заместителем. Однако Э.П. проработал там меньше года и снова вернулся в ИЯФ, который притягивал экспериментаторской активностью, скоростью генерации идей и возможностью их реализации. В институте к тому времени активизировали работы по мощным лазерам, обсуждали и начали проводить развивавшие идеи Г.И. Будкера эксперименты по электронному охлаждению пучков тяжёлых частиц и открытым магнитным ловушкам для удержания плазмы. Эдуард Павлович не мог не принимать в этом участия.

В то же время, в 1968 г., в новосибирском академгородке произошло важное для специалистов в области горячей плазмы событие, по значению сравнимое иногда с олимпийскими играми. Им стала Третья международная конференция по физике плазмы и управляемому термоядерному синтезу. На конференции, впервые проводившейся в нашей стране Международным агентством по атомной энергии (МАГАТЭ), были представлены впечатляющие результаты, полученные в Курчатовском институте на токамаке Т-3 – установке, принцип которой предложили в 1950-х годах И.Е. Тамм и А.Д. Сахаров. Достижения курчатовцев положили начало эпохе токамаков в мире физики высокотемпературной плазмы. Впоследствии этот поворот в изучении управляемого термоядерного

синтеза (УТС), сделавший направление токамаков основным, назвали “революционным”. Закрывавший конференцию Г.И. Будкер призвал мировое сообщество сосредоточиться на подготовке установок реакторного класса. Исследователи откликнулись на этот призыв, и уже на следующей конференции МАГАТЭ в Мэдисоне (США, 1971 г.) теме термоядерных реакторов впервые была посвящена отдельная сессия, а работам по токамакам, развернувшимся по всему миру, – два полных заседания.

Будкер считал, что экспериментаторам ИЯФ, работавшим в области физики плазмы, не имея хорошего задела, не стоит включаться в мировую гонку по развитию токамаков. Новые направления деятельности для плазмистов базировались на достижениях сотрудников института прошлых лет и идеях, выдвинутых командой теоретиков во главе с Д.Д. Рютовым, переехавшим из Москвы в ИЯФ с аспирантами В.В. Мирновым и Б.Н. Брейзманом. Первая идея состояла в усовершенствовании классической открытой ловушки, предложенной в 1950-х годах независимо Г.И. Будкером (СССР) и Р. Постом (США) при добавлении гофрировки магнитного поля. Такая многопробочная ловушка обещала значительно уменьшить продольные потери плазмы. Вторая идея состояла в использовании мощных электронных пучков для нагрева плазмы. Техника их получения достигла больших успехов в 1960-х годах, в том числе в ИЯФ. Две команды экспериментаторов взялись за дело.

Э.П. возглавил небольшой коллектив, работавший над проверкой идеи многопробочной ловушки. По инициативе Будкера в институте создали новую лабораторию во главе с Рютовым, Круглякова назначили его заместителем по экспериментальной части. Подготовка технического задания, подбор сотрудников, работа с конструктором, взаимодействие с мастерскими – эти проблемы легли на плечи Э.П., и он с энтузиазмом взялся за их решение. Организационная деятельность заняла меньше года, ближе к концу 1971 г. стали появляться первые детали новой установки, получившей название “Щегол” (щелочная гофрированная ловушка), а в декабре её уже собрали и подготовили к эксплуатации. Группа экспериментаторов состояла из четырёх человек. Кроме Эдуарда Павловича в неё входили аспирант Э.П. Валентин Данилов, научный сотрудник, специалист по электрическим зондам Евгений Шунько и механик Михаил Сомов. Группа трудилась с большим воодушевлением. Каждый раз, проходя мимо комнаты, где находилась установка, даже вечером, много позже официального окончания рабочего дня, я видел через всегда открытую дверь команду Э.П. в сборе. Некоторые детали этой важной и захватывающей работы описаны её участниками [3].

Относительно редкая и холодная щелочная плазма на установке не требовала любимых Кругляковым оптических методов диагностики, но он



Экскурсия американских учёных на оптический участок ИЯФ СО АН СССР. 1970 г.

прекрасно справлялся и с данными электрических зондов, которые разрабатывал, изготавливал и настраивал Евгений Шунько. Первые результаты по удержанию плазмы в гофрированном поле Э.П. доложил на семинаре плазменных лабораторий летом 1972 г. и на общеинститутском семинаре осенью того же года. Мероприятие получилось многолюдным и шумным. Часть специалистов возмущалась отсутствием демонстрации экспериментальных ошибок (“усов”) и поэтому усомнилась в некоторых данных. Дело в том, что в годы бурного развития физики плазмы, генерации новых проектов и нередкого отказа от уже испытанных идей ещё не сформировалась культура представления результатов экспериментов, давно принятая, например, в физике высоких энергий. Следует отметить, что и в работе конкурентов Э.П. из Калифорнийского университета в Беркли (США), опубликовавших свои результаты в “Physical Review Letters”, “усы” тоже отсутствовали. Первые экспериментальные достижения на установке “Щегол” были опубликованы в 1973 г. [4, с. 117–120, 562–574].

Институт продолжал развивать оптические методы диагностики, совершенствуя и расширяя оптический участок. Оптические диагностики могли помочь в работах по электронному охлаждению ионов, активно продвигавших оригинальную идею Г.И. Будкера. Исходно холодный электронный пучок важен в этом методе, поэтому Э.П. предложил использовать для измерения его температуры томсоновское рассеяние. В институте уже занимались этой проблемой. Работу по измерению температу-

ры стационарного электронного пучка с энергией электронов 100 кэВ с помощью томсоновского рассеяния вёл Александр Аврорин. После возвращения в ИЯФ Э.П. предложил мне, в то время его аспиранту, подключиться к ней.

Хотя первое наблюдение томсоновского рассеяния в мире осуществили как раз на электронном пучке в 1962 г. в Массачусетском технологическом институте (MIT, США), прецизионное измерение его температуры представляло серьёзную, ещё никем не решённую задачу. На оптическом участке для сбора рассеянного на электронах лазерного излучения изготовили два зеркала диаметром 600 мм (сферическое и коническое) и около сотни стеклянных дисков диаметром 300 мм и толщиной всего 0.3 мм. Эти уникальные изделия составляли важные компоненты системы сбора рассеянного излучения и были сделаны талантливыми механиками, получившими квалификацию оптиков непосредственно в институте.

Пока готовился этот эксперимент, в ИЯФ успешно осуществили проверку второй идеи команды Д.Д. Рютова – бесстолкновительный нагрев плазмы мощным электронным пучком. Результат, показавший эффективный нагрев, был доложен на следующей международной конференции по физике плазмы и УТС в Мэдисоне (США). Температура плазмы, оценённая по её диамагнетизму, как и на токамаке Т-3, лежала в диапазоне килоэлектронвольт. И хотя длительность нагрева составляла всего 50 нс, эксперимент привлек международное внимание. Здесь следует отметить, что вслед за

упомянутой выше новосибирской конференцией по физике плазмы и управляемому ядерному синтезу 1968 г. возможность достижения высокой температуры плазмы в токамаке Т-3 уже в следующем, 1969 г., впечатляюще подтвердила методом томсоновского рассеяния команда из Центра термоядерной энергии в Калэме (Великобритания). После первых успешных результатов по нагреву плазмы сильноточным релятивистским электронным пучком подобные исследования продолжили в новосибирском Институте ядерной физики и за рубежом – в США, Чехословакии и Нидерландах. В ИЯФ новые плазменные установки с самого начала решили снабжать диагностикой томсоновского рассеяния, повсеместно признанного наиболее надёжным методом измерения локальной температуры и плотности электронной компоненты плазмы, уже развитым в институте благодаря усилиям Круглякова. С помощью этой методики решили проводить измерение температуры и плотности плазмы на новой установке ИНАР, и это стало моей основной работой. Мне помогал талантливый и энергичный инженер В.Ф. Жаров, которого Э.П. пригласил в лабораторию из механических мастерских.

Довольно скоро в экспериментах по нагреву плазмы электронным пучком выяснилось, что функция распределения нагретых электронов существенно неравновесная, не максвелловская, притом что в “хвостах” функции распределения содержалась основная энергия электронного пучка, переданная плазме. Эта ситуация радикально отличалась от токамаков, где функция распределения электронов была близка к равновесной, максвелловской, поэтому нам потребовалось существенно усложнить оптическую схему диагностики и увеличить мощность лазера. Все решения по развитию диагностики томсоновского рассеяния на установке ИНАР я принимал самостоятельно – такую возможность нам с В.Ф. Жаровым предоставили Э.П. Кругляков и руководитель работ на установке В.С. Койдан. Впоследствии я осознал эффективность этого подхода, обычного в институте, для роста самостоятельности и квалификации молодых специалистов. Важным также стало присутствие в коллективе института и лаборатории большого числа профессионалов разного профиля и дружеская рабочая обстановка, что позволяло консультироваться со знающими людьми и быстрее находить оптимальные решения постоянно возникавших проблем.

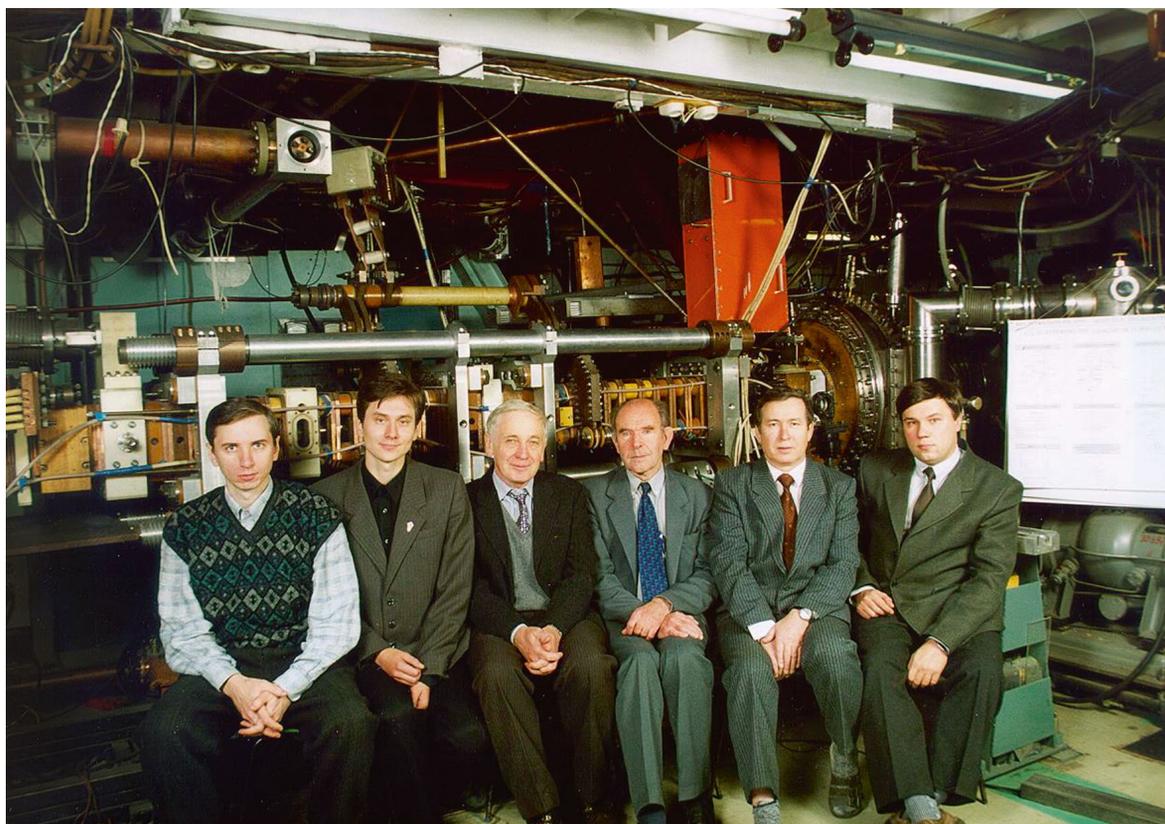
Тем временем эксперимент по многопробочному удержанию щелочной плазмы подходил к концу, и Эдуард Павлович уже в ходе него собрал команду и начал проектирование, а потом изготовление и монтаж установок следующего поколения – ГОЛ-1 (гофрированная ловушка). Здесь требовалась плазма с существенно большими плотностью и температурой и могли работать оптические методы диагностики, ранее развитые Э.П. Интерфе-

рометрией плазмы занялся В.С. Бурмасов, диагностикой томсоновского рассеяния – О.И. Мешков, представитель второго поколения научных работников, воспитанных школой Круглякова, пришедший в институт несколько позже.

Одновременно Э.П. инициировал ещё одно важное начинание в термоядерных исследованиях в СССР – цифровизацию сбора экспериментальных данных и управления экспериментальными установками (о чём дальше в специальном разделе будет сказано подробнее). На новой установке ГОЛ-1, как и на предыдущей, обнаружилось, что физика нагрева плазмы мощным релятивистским электронным пучком в магнитном поле очень непроста. При этом теоретических работ, описывающих этот случай подробно, тоже не было, хотя ранее много именитых теоретиков детально рассматривали более простой вариант взаимодействия электронного пучка с максвелловской плазмой в отсутствии магнитного поля.

Помню, как в начале 1986 г. в обеденное время в столовой мы обсуждали с Э.П. эту проблему. В ходе разговора возникла идея отдельного эксперимента по исследованию ленгмюровской турбулентности, которая специалистами считалась основным механизмом передачи энергии электронного пучка электронам плазмы. Естественным методом, близким нам обоим, представлялось томсоновское рассеяние. Длина волны лазера и угол рассеяния следовали из условия Брэгга–Вульфа, определяющего дифракцию излучения лазера на резонансных с электронным пучком ленгмюровских волнах. Для CO_2 -лазера с длиной волны 10 мкм и достаточно плотной плазмой резонансный угол рассеяния оказался довольно малым – 0.5° , что значительно усложняло подавление так называемого “паразитного” рассеяния на деталях аппаратуры, интенсивность которого при таких углах ожидалась на много порядков больше полезного сигнала.

Кроме того, необходимая аппаратура среднего инфракрасного диапазона (мощный импульсный CO_2 -лазер и детекторы рассеянного излучения) была не развита в ИЯФ, хотя другие физические институты СССР подходящие разработки имели. В то время ещё действовали советские методы технической взаимопомощи, когда с письмом от дирекции, начинающимся словами: “В порядке оказания технической помощи, прошу выделить нашему институту...”, можно было получить уникальное оборудование или технические документы совершенно бесплатно. Существовавшая в то время в видимой области спектра техника тройного монохроматора-спектрографа казалась мне слишком громоздкой и неэффективной для многоканальной регистрации полезного сигнала и эффективного подавления “паразитного” рассеяния. Я рассказывал Эдуарду Павловичу о возникшей идее поискать подходящий газ с узкой линией поглощения, достаточно близкой к одной из сильных линий генерации



Команда научных работников, занятых исследованием ленгмюровской турбулентности, у экспериментальной установки. 2001 г.

Слева направо: И.В. Кандауров, С.С. Попов, Л.Н. Вячеславов, Э.П. Кругляков, В.С. Бурмасов, А.Л. Санин

СО₂-лазера. Она показалась Э.П. разумной, и с его помощью я получил доступ и провёл примерно неделю в библиотеке соседнего Института органической химии, вручную перебирая бумажные листки картотеки спектров различных веществ. Удалось найти доступный газ — аммиак, узкая спектральная линия поглощения которого оказалась очень близкой к одной из линий излучения СО₂-лазера. Кроме того, с помощью Круглякова удалось проконсультироваться у специалистов других организаций, создавших подходящие конструкции мощных импульсных СО₂-лазеров, получить SiВ-детекторы рассеянного излучения и чертежи криостатов для жидкого гелия, необходимые для работы детекторов. Изготовление и отладка аппаратуры заняли два года, в работу активно включились несколько молодых сотрудников. Так в плазменном отделе института начала формироваться школа оптиков, использовавшая наработки и опыт Круглякова. На фото выше представлена команда, выполнявшая исследования ленгмюровской турбулентности. Снимок сделан в 2001 г. и на нём нет важного участника работ Олега Мешкова, который после защиты кандидатской диссертации в 1997 г. перешёл в другую лабораторию. Следует отметить, что по результатам работ четверо участников команды защитили дис-

сертации, одна из которых докторская. Эдуард Павлович предоставил нам полную самостоятельность и подключался только когда возникали трудности, в частности организационные.

В 1986 г., одновременно с помощью в подготовке экспериментов по исследованию ленгмюровской турбулентности, Э.П. инициировал работы в новом направлении — развитии технологии многослойной рентгеновской оптики. Оптика, работавшая в диапазоне мягкого рентгена, где содержалась основная мощность электромагнитного излучения высокотемпературной плазмы, была очень востребована (развитие работ по многослойной рентгеновской оптике описано ниже в соответствующем разделе). Кроме того, в 1988 г. Э.П. Кругляков стал заместителем директора ИЯФ, курирующим все работы по плазме, что добавило ему забот, связанных с развитием открытых магнитных систем, диагностических плазмы, включая источники диагностических нейтральных пучков. Главное, в сферу его ответственности вошло обеспечение финансирования продолжавшихся и новых работ в бурные годы перестройки. Тем не менее Эдуард Павлович находил время зайти и обсудить новости и проблемы, связанные с подготовкой и началом эксперимента

по исследованию ленгмюровской турбулентности. Они возникали постоянно, как это бывает в новых работах по физике и по технике, в частности, в оптике средневолнового инфракрасного диапазона 5–10 мкм, где приходилось осваивать перспективные технологии и материалы для многослойных покрытий и монолитных оптических элементов. Эти задачи обеспечивали работой оптический участок, за которым Э.П. продолжал внимательно следить и информировать научную общественность о его возможностях. С использованием оптики, изготовленной в ИЯФ, в институте прошли уникальные исследования: эксперименты по обнаружению несохранения чётности в атомных переходах, получению и использованию монохроматических поляризованных гамма-фотонов методом обратного комптоновского рассеяния. Были разработаны оптические диагностики электрон-позитронных пучков, создан и начал применяться в экспериментах мощный лазер на свободных электронах.

ЦИФРОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА²

В 1972 г. при распределении студентов третьего курса физико-технического факультета Новосибирского государственного технического университета на практику в лаборатории ИЯФ я попал в отдел физики плазмы и УТС. Моим первым руководителем стал Евгений Шунько, работавший в группе Э.П. Круглякова, которая проводила исследования по удержанию щелочной плазмы на прототипе многопробочной магнитной ловушки “Шегол” [4, с. 117–120]. Основным инструментом для получения данных об эффективности продольного удержания плазмы в ловушке были ленгмюровские зонды, характеризовавшиеся малым уровнем выходных сигналов. Мне, как радиолюбителю, поручили разработку для них усилителей. Именно на этом этапе я познакомился с Эдуардом Павловичем – “Палычем”, как его иногда за глаза называли сотрудники. Кругляков потребовал от снабженцев обеспечить мои работы всем необходимым. Через день он отправил меня на приёмку радиодеталей, точнее – на разгрузку машины, наполовину заполненной упаковками транзисторов, диодов, ёмкостей и многим из того, с чем я даже не был знаком. В результате наша кладовка оказалась забитой до отказа, и мы пользовались её содержимым ещё много лет.

В тот период (1973–1974) под руководством Э.П. начались работы по сооружению установки ГОЛ-1, ориентированной на исследование механизмов нагрева плазмы релятивистским электронным пучком (РЭП) и её удержания в гофрированном магнитном поле. В рамках этих экспериментов предполагалось использовать достаточно широкий спектр диагностик. Импульсный режим работы

установки и малая длительность импульса (РЭП – 50–100 нс, ожидаемое время релаксации параметров плазмы – единицы микросекунд) предопределяли необходимость использования осциллографической методики регистрации данных, отягощённой большими трудозатратами. Понимая это как никто другой, Эдуард Павлович обратился за помощью к заведующему радиофизической лабораторией М.М. Карлинеру. У него работала группа В.И. Нифонтова, занимавшаяся разработкой систем автоматизированного управления ускорительно-накопительными комплексами. В её составе была сформирована команда (аспирант Батраков, студенты Байборodin и откомандированный Э.П. на воспитание Хильченко), которой предстояло осваивать новую тематику – “цифровую” осциллографию.

Первый результат не заставил себя долго ждать. В 1975 г. был разработан 8-канальный регистратор на основе 8-разрядного аналого-цифрового преобразователя (АЦП) с частотой дискретизации 20 МГц, использовавшийся далее на установке ГОЛ-1 для фиксации характера поведения плотности плазмы [5]. Позже Эдуарду Павловичу удалось получить созданный группой В.М. Аульченко на основе трубок с диэлектрической мишенью многоканальный запоминающий осциллограф с полосой рабочих частот 0–100 МГц, способный оцифровывать изображение и передавать результаты вычислительной технике [6]. Эта аппаратура, а также разработанные позднее регистраторы серии “Импульс” (6- и 7-разрядные АЦП с частотой дискретизации 100 и 50 МГц) в стандарте КАМАК [7–9] стали ядром одной из первых в стране автоматизированных систем регистрации, сбора, архивирования и отображения экспериментальных данных (установка ГОЛ-1) [10]. Э.П. был не только инициатором, но и активным участником этих работ, оказывал неоценимую помощь как на этапах формирования технического задания, так и в ходе разработки и производства аппаратуры. По существу, он стал мотором процесса.

В 1976 г. в составе плазменных лабораторий Кругляков организовал группу сотрудников, ориентированную на создание аппаратуры и программных средств, необходимых для построения на действующих и сооружаемых в ИЯФ установках (ГОЛ-М, Амбал, ГОЛ-3, ГДЛ) полномасштабных систем автоматизации исследований в области физики плазмы и УТС [11–13]. Разработанная этой группой аппаратура имела рекордные для своего времени технические характеристики и использовалась не только на плазменных установках и ускорительно-накопительных комплексах ИЯФ, но и на других экспериментальных установках страны: токамаках Т-10 и Т-11 в Курчатовском институте и Троицком институте инновационных и термоядерных исследований, стеллараторе в Институте общей физики АН СССР, токамаке Глобус-М в Физико-техническом институте им. А.Ф. Иоффе, а также за рубежом на токамаке ТЕКСТОР в Германии, стеллараторе

² Раздел “Цифровая электроника” подготовлен А.Д. Хильченко.

LHD в Японии [14–16]. Некоторые приборы, в частности серия цифровых осциллографов семейства Ц91XX под индексами АЦП Ф4224–Ф4226, были освоены Чебоксарским ПО “Электроприбор” и стали первыми серийными устройствами в своём классе. В том же объединении на базе приборов ИЯФ серийно выпускали многоканальные измерительные комплексы ФК 4224 – ФК 4226, ставшие основой систем регистрации, сбора и обработки данных многих импульсных экспериментальных установок нашей страны и стран – членов СЭВ. Работа шла без участия Э.П. Круглякова. На этапе становления команды он курировал сотрудников достаточно плотно, но, определяя направления развития и оказывая помощь, старался не вмешиваться в текущую деятельность. Со временем, когда “младенец” вырос из пелёнок, хватка Э.П. ослабла, и мы стали работать самостоятельно.

В период перестройки в силу разных обстоятельств мне пришлось возглавить профсоюзную организацию ИЯФ. В то тяжёлое для страны время на заседаниях руководства и учёных советов я мог со стороны наблюдать за работой научной дирекции, в состав которой входил Эдуард Павлович. Он предпринимал титанические усилия по добыванию средств для поддержки исследований по физике плазмы и УТС, своей активностью в обсуждениях и дискуссиях, настойчивостью и, самое главное, уверенностью в положительном результате заражал именитых и не очень именитых коллег, в непростой ситуации мог разрядить обстановку шуткой или очередным анекдотом. А анекдотов, как и его основной оппонент на этом поприще академик Г.И. Кулипанов, он знал множество. Во многом благодаря Э.П. плазменные лаборатории в тот период не только сохранили, но и преумножили кадровый состав. Что ещё можно сказать о Пальче? Доброжелательный, не без строгости, талантливый человек, эрудированный, любопытный, интересный. Открытый, простой в общении, непримиримый к чванству и различного рода шарлатанству и вранью. В общем, старший товарищ и Руководитель от бога.

МНОГОСЛОЙНАЯ РЕНТГЕНОВСКАЯ ОПТИКА³

Я появился в Институте ядерной физики СО АН СССР в 1981 г. в качестве студента-практиканта третьего курса физико-технического факультета Новосибирского электротехнического института. Наши преподаватели, стоявшие у истоков ИЯФ, рассказывали нам разные байки – поучительные истории, основанные на реальных событиях, происходивших в знаменитом институте. Они звучали так, что не влюбиться в ИЯФ было невозможно.

³ Раздел “Многослойная рентгеновская оптика” подготовлен Н.И. Чхало.

Запомнилась история о Г.И. Будкере. Выдвинутая им в начале 1960-х годов идея создания ускорителя (коллайдера) для столкновения в нём встречных пучков заряженных частиц тогда рассматривалась как невыполнимая. Нет такой вакуумной техники и культуры, чтобы осуществить эту идею, считали в академических кругах. Будкеру тем не менее удалось получить карт-бланш на её реализацию и доказать, что это не просто фантастика. Команда физиков под его руководством построила и запустила в 1963 г. коллайдер на встречных электронных пучках ВЭП-1, а уже в 1964 г. на нём зарегистрировали первые столкновения.

Я остановился на этом эпизоде потому, что он прекрасно иллюстрирует подход руководителя к работе, служит примером для подражания и источником вдохновения для коллег. Большие люди ищут не проблемы, стоящие на пути к достижению цели, а способы их решения. В основе такого подхода – преданность любимому делу, глубокая вера в себя и в единомышленников. Главной фигурой в институте Будкер считал научного работника, авторитет которого он всячески поднимал, опирался на него в реализации своих замыслов. Этими качествами всецело обладал Э.П. Кругляков.

Тогда я и мои коллеги думали, что Эдуарду Павловичу просто везло на людей. Но, скорее всего, мы тем самым старались приподнять себя в его глазах. А он действительно верил в нас, в нужный момент подталкивал, подсказывал направление и никогда не обвинял в неудачах. Всегда адекватно оценивал наши предложения и поддерживал, если видел в них рациональное зерно. Такое отношение к людям способствовало быстрому и качественному научному росту сотрудника и работало на осуществление идей Э.П., связанных с освоением и внедрением новых методик исследования плазмы.

История с многослойной рентгеновской оптикой – одна из ярких в научной биографии Круглякова. С начала 1980-х годов в литературе стали появляться сообщения о многослойных рентгеновских зеркалах, которые эффективно отражали как мягкое, так и жёсткое рентгеновское излучение. Помимо высоких (единицы–десятки процентов) коэффициентов отражения, зеркала обладали спектральной селективностью $\Delta\lambda/\lambda$ 1–5%. Оценки показывали, что это крайне перспективный рентгенооптический элемент для диагностики высокотемпературной плазмы. И тогда Эдуард Павлович решил освоить передовую технологию в ИЯФ.

Для её создания нужно было несколько составляющих: человек – лидер нового направления, высоковакуумная установка для напыления, лазер наносекундного класса с большой средней мощностью и возможности для метрологии коэффициентов отражения зеркал в широком диапазоне длин волн. Так как длина волны рентгеновского излучения на 2–3 порядка меньше, чем видимого, то во

столько же раз выросли требования к подложкам как по шероховатости, так и по точности формы. На тот момент знания о физике систем, состоящих из сверхтонких плёнок нанометровых и субнанометровых толщин и интерфейсов, практически отсутствовали. Возникла необходимость в соответствующих приборах и методах исследования их внутреннего строения. Таких систем в институте, а по многим позициям и в СССР не было. Но это не останавливало Э.П.

Не вдаваясь в подробности, отмечу: направление, стартовавшее в 1986 г., быстро продвигалось, уже к 1990 г. основные трудности удалось преодолеть и осуществить первые применения многослойных рентгеновских зеркал для диагностики плазмы [17, 18]. Причём эти результаты сразу заметили в мире. Так, немецкая компания “Цейс”, развивавшая технологию рентгеновской литографии в Европе, в 1992 г. проявила интерес к разработкам ИЯФ, её представители даже посетили нашу страну. С этого момента начались поставки за рубеж многослойных рентгеновских зеркал, фильтров для подавления длинноволнового излучения и спектрометров для диагностики плазмы [19–21].

В области рентгеновской спектроскопии определённый задел в стране был, в частности, к тому времени существовала методика получения неплохих по шероховатости подложек из монокристаллического кремния, применяемых в микроэлектронике, и стеклянных подложек на жидком олове (float glass). Однако криволинейных подложек требуемого качества, необходимых для создания изображающей оптики для мягкой рентгеновской микроскопии и литографии, в России не было. Эдуард Павлович инициировал технологические работы по созданию высокоточных, сверхгладких подложек. Для этого он с сотрудниками провёл глубокую модернизацию оптического участка ИЯФ и впервые предложил новый материал абразива — наноалмазы детонационной природы для глубокой шлифовки и полировки. Действительно, их применение позволило освоить технологию полировки плавленого кварца с рекордной ангстремной шероховатостью [22]. Уровень работ ИЯФ можно оценить по факту использования подложек для напыления Mo/Si многослойных зеркал в Институте физики микроструктур (Нижний Новгород) и их поставок в Нидерланды для экспериментальных литографических систем в интересах компании ASML — единственного в мире производителя рентгеновских литографов.

Следует отметить, что Эдуард Павлович занимался не только прикладными работами. Под его руководством внедрены новые материалы для многослойных зеркал, методы диагностики микроструктуры плёнок и интерфейсов, впервые в РФ созданы многослойные дифракционные решётки [23–25].

Кругляков оказался весьма прозорливым человеком. Сейчас многослойные рентгеновские

зеркала широко применяют в различных областях науки и техники. Бизнес на их основе уже превысил 1 млрд долл. в год. Стремительный ход событий в этой области произошёл в том числе благодаря Э.П., который в начале пути придал импульс этим технологиям, что позволило России войти в пятёрку крупнейших в мире стран — разработчиков и производителей такой оптики, сформировать собственную программу развития рентгеновской литографии, изготавливать рентгеновскую оптику для синхротронов последнего поколения, термоядерных и нейтронных исследований. В те далёкие годы это было нашей мечтой, а сейчас стало реальностью.

БОРЬБА С ЛЖЕНАУКОЙ И МРАКОБЕСИЕМ

В 1990-е годы, когда государственное финансирование науки было сведено к минимуму, зарубежные заказы были элементами “этидных”, как называл их Э.П., методов получения финансовых средств для исследований в ИЯФ. Для Эдуарда Павловича, заместителя директора, знавшего, сколько энергии приходилось затрачивать на обеспечение института бюджетными ресурсами, обескураживающими выглядели случаи финансирования проектов, с научной точки зрения бессмысленных.

Интересный разговор случился в 1991 г. за знаменитым “круглым столом” во время визита в ИЯФ Президента РФ Б.Н. Ельцина. Прослушав краткий рассказ Круглякова о работах по управляемому термоядерному синтезу, он спросил: “А энергию из камня извлечь можете?”. Последовал отрицательный ответ, после которого Борис Николаевич разочарованно заметил: “А мне докладывали, что это возможно”. Только находчивость сотрудников ИЯФ позволила с помощью шутки выйти из непростой ситуации и продолжить дискуссию в дружественной атмосфере. Позже председатель СО РАН В.А. Коптюг рассказал Эдуарду Павловичу, что такая программа существовала и на её реализацию было заложено 120 млн руб. — более 60 млн долл. по тогдашнему коммерческому курсу Госбанка.

Проекты, противоречащие принципам науки, всегда возмущали Круглякова. Антинаучная активность особенно возросла в новой России, когда некоторые предприимчивые люди и журналисты воспользовались ослаблением контроля властей над средствами массовой информации для поднятия собственной популярности и получения материальной выгоды. В то время на главных телевизионных каналах и в основных СМИ стали регулярно выходить астрологические прогнозы, передачи экстрасенсов Кашпировского, Чумака и статьи о них, материалы о лекарственных препаратах с фантастическими свойствами.

Эдуарду Павловичу хватало времени только на сбор наиболее невежественных, но претенциозных материалов из СМИ. Возможность высказаться по



Визит Президента РФ Б.Н. Ельцина в ИЯФ. Сидят (слева направо): Э.П. Кругляков, В.А. Сидоров, Б.Н. Ельцин; стоят (слева направо): В.А. Коптюг, В.А. Ауслендер. 2 июля 1991 г.

Фото: В. Крюкова

этому вопросу появилась лишь в 1994 г., когда он попал в больницу в связи с двумя близкими по времени операциями. Э.П. попросил жену принести ему папку с вырезками примеров возмущившего его мракобесия и написал довольно большую статью под названием “Что же с нами происходит?” [26]. Сначала её опубликовали в небольших газетах новосибирского академгородка и в Москве, но скоро статья разошлась по 20 другим изданиям. Кругляков убедился в общественном интересе к разоблачению лженауки и мракобесия и в своей способности ярко и убедительно писать на эти темы. Однако возражать против публикаций в центральной прессе, рекламировавших лженаучные открытия, оказалось совсем не простым делом.

Характерный пример связан с публикацией в правительственной “Российской газете” статьи, восхвалявшей активистов торсионных полей, ненаблюдаемых, но якобы способных преобразить жизнь населения России. Попытки Э.П. опубликовать критическую статью наталкивались на активное сопротивление редактора раздела науки газеты. Не помогли и письма в редакцию академиков В.Л. Гинзбурга и Е.Б. Александрова. Подробно этот случай описан в книге [27]. Итогом стало постановление президиума РАН от 16 марта 1999 г. об утверждении состава Комиссии по борьбе с лженаукой и фальсификацией научных исследований и назначении Э.П. Круглякова её председателем.

Комиссия не получила финансирования или дополнительных инструментов воздействия, кроме возможности критиковать ненаучные теории и изобретения от имени научного сообщества. Первоначально такая критика проводилась в средствах массовой информации в форме интервью, чаще всего Эдуарда Павловича, и в его книгах [27–29]. С 2006 г. с периодичностью раз в полгода выходил бюллетень комиссии под названием “В защиту науки” под редакцией Круглякова. Эта деятельность требовала больших усилий и времени. Здесьгодились энциклопедические знания Э.П. и быстрая ориентация в новых проблемах. Проявились и его гражданское мужество, и упорство в борьбе с авторами изобретений, противоречившими законам физики, но претендовавшими на солидное бюджетное финансирование.

Показательным примером может служить дело В.И. Петрика – “Петрикгейт”, как его окрестили в Интернете. Сверхактивный предприниматель с уголовным прошлым обзавёлся множеством влиятельных покровителей, среди которых особенно выделялся председатель Государственной думы Б.В. Грызлов. Петрик пытался продвинуть фильтры для очистки воды собственного производства в проект с огромной первоначальной стоимостью – 15 трлн руб. После активной общественной кампании с критикой Петрика и его “изобретений”, в значительной степени инициированной комиссией по борьбе с лженаукой и её бессменным председателем, от использования таких фильтров в проекте отказа-



Всегда быть впереди. Легкоатлетическая эстафета научных школ. Первыми на старт вышли академики Э.П. Кругляков и А.Н. Скринский. 18 мая 2008 г.

лись. В 2010 г. возмущённый “изобретатель” подал судебный иск к членам комиссии Э.П. Круглякову, В.Е. Захарову и Е.Б. Александрову о защите деловой репутации, а 23 марта 2012 г. Кировский районный суд Санкт-Петербурга постановил отказать Петрику в удовлетворении иска.

Э.П. уже серьёзно болел, но по его активности и энтузиазму этого не было заметно. Я давно отмечал отличную физическую форму Эдуарда Павловича. Помню, когда, оказавшись с ним в командировке в Польше, где обсуждалось использование лазеров в диагностике физического эксперимента, я с трудом поспевал за ним в переходах по Варшаве от одной организации к другой. Это меня удивило, поскольку я занимался бегом летом и лыжами зимой, но не знал за Э.П. подобных увлечений.

Внимание многих привлёк и ещё один случай. В 2008 г. праздновали 50-летний юбилей ИЯФ, среди прочих мероприятий устроили товарищескую эстафету научных школ академиков А.Н. Скринского и Э.П. Круглякова, в которой на первом этапе бежали сами академики. Скринский, известный в академгородке лыжник, занимался спортом. Временами я встречал его на лыжне, но всегда отставал, не мог долго держаться за ним. Так вот, на коротком, почти спринтерском этапе эстафеты 2008 г. Эдуард Павлович даже немного обогнал Александра Николаевича, и команда его школы пришла первой.

Таков был “гусарский” запал у Э.П., он всегда стремился быть победителем. Даже в последние тяжёлые месяцы своей болезни он обсуждал только

работу, проблемы плазменных установок в институте и формирование с членами редакционной коллегии очередного бюллетеня “В защиту науки”. Академик Е.Б. Александров, заменивший Э.П. на посту председателя Комиссии по лженауке, вспоминал: «За 10 дней до кончины Эдуард Павлович позвонил мне, беспокоился, почему задерживается выход последнего сборника “В защиту науки”. Работал истово, и от других того же требовал. Честно говоря, замену ему в комиссии найти будет очень трудно» [30].

* * *

Эдуард Павлович остался в памяти знавших его людей открытым, оптимистичным и энергичным человеком, не злопамятным, с добрым чувством юмора. Его мужество в противодействии псевдоучёным, часто имевшим поддержку властных покровителей, активная борьба за справедливое рассмотрение дела его ученика Валентина Данилова снискали уважение многих коллег. После почти 12 лет без Э.П. можно сказать, что Институт ядерной физики и лаборатории физики высокотемпературной плазмы работают устойчиво, многопробочная ловушка стала важнейшим элементом в новом большом проекте открытой магнитной ловушки ГДМЛ, который готовится плазмистами ИЯФ СО РАН. Описанные в статье научные направления продолжают развиваться и пополняться молодыми кадрами.

С работой РАН по противодействию лженауке всё не так очевидно. Статус комиссии в РАН несколько раз менялся, а публикационная активность в послед-

ние годы заметно снизилась. В значительной степени деятельность комиссии держалась на активности её председателей академиков Э.П. Круглякова, а после его кончины – Е.Б. Александрова и на интересе к этой теме общества и средств массовой информации. Сейчас остро актуальны другие проблемы, что не означает отсутствие потребности в просветительской деятельности учёных, ориентированной на разные аудитории. Активная общественная деятельность Эдуарда Павловича Круглякова в борьбе с предрассудками, мракобесием и лженаукой может служить примером для новых поколений научных работников, которым важно участвовать в просвещении разных групп российского общества, выбирая актуальные темы и адекватные средства коммуникации.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гинзбург И.Ф.* Воспоминания // Семь искусств. 2014. № 2–3(50).
Ginzburg I.F. Memories // Seven Arts. 2014, no. 2–3(50). https://7iskusstv.com/2014/Nomer2_3/IGinzburg1.php?fbclid=IwZXh0bgNhZW0CMТAAAR2q3StZ5cJ9vHTroNfA3KM1QkT6LjD72dyPm5OB_TyMNIDvd3pogNvJ8_aem__z4f3UvPHP0Im-315ne1kCw (In Russ.)
2. *Долгов-Савельев Г.Г., Кругляков Э.П., Малиновский В.К.* Эксперименты по рассеянию света рубинового лазера на плотной водородной плазме // Всесоюзная конференция по физике низкотемпературной плазмы. Тезисы докладов. Киев: Наукова думка, 1966. С. 44.
Dolgov-Savel'ev G.G., Kruglyakov E.P., Malinovsky V.K. Experiments on the scattering of light from a ruby laser on dense hydrogen plasma // All-Union Conference on Low-Temperature Plasma Physics. Abstracts of reports. Kyiv: Naukova Dumka, 1966. P. 44. (In Russ.)
3. Академик Э.П. Кругляков – учёный и гражданин / Отв. ред. академик Г.Н. Кулипанов. Омск: Омскбланкиздат, 2021.
Academician E.P. Kruglyakov – scientist and citizen / Rep. ed. Academician G.N. Kulipanov. Omsk: Omsk-blankizdat, 2021. (In Russ.)
4. *Будкер Г.И., Данилов В.В., Кругляков Э.П. и др.* Эксперименты по удержанию щелочной плазмы в гофрированном магнитном поле // Письма в ЖЭТФ. 1973. Т. 17. № 2. С. 117–120.
Budker G.I., Danilov V.V., Kruglyakov E.P. et al. Experiments on the containment of an alkali plasma in a corrugated magnetic field // JETP letters. 1973, vol. 17, no. 2, pp. 117–120. (In Russ.)
5. *Байбородин С.И., Батраков А.М., Нифонтов В.И., Хильченко А.Д.* Многоканальная быстродействующая измерительная система для ввода данных в ЭВМ // Вопросы теории и проектирования преобразователей информации. Киев: РДЭНТП, 1975.
Bayborodin S.I., Batrakov A.M., Nifontov V.I., Khilchenko A.D. Multichannel high-speed measuring system for data input into a computer // Questions of the theory and design of information converters. Kyiv: RDENTP, 1975. (In Russ.)
6. *Аульченко В.М., Коршунов Ю.В., Кутovenko В.Д.* Цифровой осциллограф “Магнолия” // Приборы и техника эксперимента. 1978. № 5. С. 266. (In Russ.)
Aulchenko V.M., Korshunov Yu.V., Kutovenko V.D. Digital oscilloscope “Magnolia” // Instruments and experimental equipment. 1978, no. 5, p. 266.
7. *Батраков А.М., Козак В.Р., Нифонтов В.И., Хильченко А.Д.* Приборы для цифровой регистрации однократных импульсных сигналов // Автоматизация научных исследований на основе применения ЭВМ. Материалы Всесоюзной конференции, 9–11 июня 1977 г. Новосибирск: Изд-во Института автоматизации и электротметрии СО АН СССР, 1977. С. 39–40.
Batrakov A.M., Kozak V.R., Nifontov V.I., Khilchenko A.D. Devices for digital recording of single pulse signals // Automation of scientific research based on the use of computers. Proceedings of the All-Union Conference, June 9–11, 1977. Novosibirsk: Publishing house of the Institute of Automation and Electrometry, Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, 1977. Pp. 39–40. (In Russ.)
8. *Нифонтов В.И., Хильченко А.Д.* Регистратор однократных импульсных сигналов “Импульс-А”. Препринт ИЯФ СО РАН. Новосибирск, 1979.
Nifontov V.I., Khilchenko A.D. Single-pulse signal recorder “Impulse-A”. Preprint INP SB RAS. Novosibirsk, 1979. (In Russ.)
9. *Нифонтов В.И., Скорюпин А.А., Хильченко А.Д.* Регистратор однократных импульсных сигналов “Импульс-Б”. Препринт ИЯФ СО РАН. Новосибирск, 1980.
Nifontov V.I., Skoryupin A.A., Khilchenko A.D. Single-pulse signal recorder “Impulse-B”. Preprint INP SB RAS. Novosibirsk, 1980. (In Russ.)
10. *Аульченко В.М., Батраков А.М., Козак В.Р. и др.* Система автоматизации эксперимента на термоядерной установке ГОЛ-1 // Автоматизация научных исследований на основе применения ЭВМ. Тезисы докладов Всесоюзной конференции, 11–13 июня 1979 г. Новосибирск: Изд-во Института автоматизации и электротметрии СО АН СССР, 1979. С. 37.
Aulchenko V.M., Batrakov A.M., Kozak V.R. et al. Automation system for the experiment at the GOL-1 thermonuclear facility // Automation of scientific research based on the use of computers. Abstracts of reports of the All-Union Conference, June 11–13, 1979. Novosibirsk: Publishing house of the Institute of Automation and Electrometry, Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, 1979. P. 37. (In Russ.)

11. Бурдаков А.В., Квашинин А.Н., Койдан В.С. и др. Система регистрации и сбора данных установки ГОЛ-3. Препринт ИЯФ СО РАН. Новосибирск, 2003.
Burdakov A.V., Kvashnin A.N., Koydan V.S. et al. Data recording and collection system of the GOL-3 facility. Preprint INP SB RAS. Novosibirsk, 2003. (In Russ.)
12. Белкин В.С., Карлинер В.М., Квашинин А.Н. и др. Структура, аппаратные и программные средства системы автоматизации установки АМБАЛ-М. Препринт ИЯФ СО РАН. Новосибирск, 1999.
Belkin V.S., Karliner V.M., Kvashnin A.N. et al. Structure, hardware and software of the automation system of the AMBAL-M facility. Preprint INP SB RAS. Novosibirsk, 1999. (In Russ.)
13. Степанов Д.Н., Шукаев А.Н., Багрянский П.А. и др. Система автоматизации установки “Газодинамическая ловушка” // Приборы и техника эксперимента. 2004. № 2. С. 45–50.
Stepanov D.N., Shukaev A.N., Bagryansky P.A. et al. Automation system of the “Gas-dynamic trap” installation // Instruments and experimental equipment. 2004, no. 2, pp. 45–50. (In Russ.)
14. Vyacheslavov L.N., Zubarev P.V., Tanaka K. et al. Application of precise phase detector for density profile and Fluctuation measurements using CO /sub 2/ Imaging heterodyne interferometer on LHD // Rev. Sci. Instrum. 2006, vol. 77, no. 10, part 2, pp. 10E909-1-3.
15. Lisunov A., Bagryansky P., Khilchenko A. et al. Development of a multichannel dispersion interferometer at Textor // Rev. Sci. Instrum. 2008, vol. 79, no. 10, pp. 10E798–10E708-3.
16. Mitry M., Nicolai D., Khilchenko A. et al. Optimized plasma stabilization at TEXTOR with an advanced real-time digital control scheme // Fusion Eng. Des. 2009, vol. 84, no. 7–11, pp. 1329–1332.
17. Kruglyakov E.P., Fedorchenko M.V., Fedorov A.L., Chkhalo N.I. Multilayer Ti-Be-interference structures for ultrasoft X-ray radiation prepared by pulsed laser sputtering // Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. 1991, vol. 308, no. 1–2, pp. 325–326.
18. Кругляков Э.П., Федорченко М.В., Чхало Н.И. Многослойные зеркала для мягкого рентгеновского излучения // Физика плазмы. 1992. Т. 18. № 4. С. 482–484.
Kruglyakov E.P., Fedorchenko M.V., Chkhalo N.I. Multilayer mirrors for soft X-ray radiation // Plasma Physics. 1992, vol. 18, no. 4, pp. 482–484. (In Russ.)
19. Renner O., Kopecky M., Krousky E. et al. Properties of laser-sputtered Ti/Be multilayers // Rev. Sci. Instrum. 1992, vol. 63, no. 1, pp. 1478–1481.
20. Carraro L., Puiatti M.E., Scarin P. et al. The ultra-soft X-ray multilayer mirror-based duochromator for the reverse field pinch experiment // Rev. Sci. Instrum. 1997, vol. 68, no. 1, pp. 1043–1046.
21. Chkhalo N.I., Kruglyakov E.P., Semenov E.P. Optimization of optical components of spectrometers based on multilayer mirrors for soft X-ray radiation // Plasma Devices and Operation. 1999, vol. 7, no. 2, pp. 123–132.
22. Chkhalo N.I., Fedorchenko M.V., Kruglyakov E.P. et al. Ultradispersed diamond powders of detonation nature for polishing X-ray mirrors // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research. 1995, vol. 359, no. 1–2, pp. 155–156.
23. Chkhalo N.I., Fedorchenko M.V., Kovalenko N.V. et al. Status of X-ray mirror optics at the Siberian SR Centre // Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. 1995, vol. 359, no. 1–2, pp. 121–126.
24. Chernov V.A., Chkhalo N.I., Fedorchenko M.V. et al. Structural Changes Study of Co/C and Ni/C Multilayers upon Annealing // Journal of X-Ray Science and Technology. 1995, vol. 5, no. 4, pp. 389–395.
25. Chernov V.A., Chkhalo N.I., Kovalenko N.V., Mytnichenko S.V. Fabrication and performance characteristics of a Ni/C multilayer grating for hard X-rays // Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. 1995, vol. 359, no. 1–2, pp. 138–140.
26. Кругляков Э.П. Что же с нами происходит? // Энергия-импульс. 1995. № 8. С. 4–5; № 9. С. 4–6. https://www.inp.nsk.su/images/pdf/journal/1995_08.pdf; https://www.inp.nsk.su/images/pdf/journal/1995_09.pdf
Kruglyakov E.P. What is happening to us? // Energy-impulse. 1995, no. 8, pp. 4–5; no. 9, pp. 4–6. (In Russ.)
27. Кругляков Э.П. “Учёные” с большой дороги. М.: Наука, 2002.
Kruglyakov E.P. “Scientists” from the Highway. Moscow: Nauka, 2002. (In Russ.)
28. Кругляков Э.П. “Учёные” с большой дороги-2. М.: Наука, 2005.
Kruglyakov E.P. “Scientists” from the Highway-2. Moscow: Nauka, 2005. (In Russ.)
29. Кругляков Э.П. “Учёные” с большой дороги-3. М.: Наука, 2009.
Kruglyakov E.P. “Scientists” from the Highway-3. Moscow: Nauka, 2009. (In Russ.)
30. Медведев Ю. На 79 году скончался академик РАН Эдуард Кругляков // Российская газета. Столичный выпуск. № 256(5929). 6 ноября 2012 г. <https://www.rg.ru/2012/11/06/kruglyakov-site.html>
Medvedev Yu. Academician of the Russian Academy of Sciences Eduard Kruglyakov passed away at the age of 79 // Rossiyskaya Gazeta. Stolichnyy vypusk, no. 256(5929), november 6, 2012. (In Russ.)
31. “О сколько нам открытий чудных” достанется после ликвидации комиссии по лженауке РАН. Интервью академика Е.Б. Александрова Ирине Багликовой. <https://www.ras.ru/digest/showdnews.aspx?id=8730bc1c-d55c-4898-8c9a-001afdfe75f>
“Oh, how many wonderful discoveries” will we get after the liquidation of the RAS commission on pseudoscience. Interview of academician E.B. Alexandrov with Irina Baglikova. (In Russ.)

EXPERIMENTATOR WITH A WIDE RANGE OF INTERESTS

*ON THE 90th ANNIVERSARY OF THE BIRTH OF ACADEMICIAN
E.P. KRUGLYAKOV*

L.N. Vyacheslavov^{a,*}, A.D. Khilchenko^{a,}, N.I. Chkhalo^{b,***}**

^aBudker Institute of Nuclear Physics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia

^bInstitute for Physics of Microstructures, Russian Academy of Sciences, Nizhny Novgorod, Russia

**E-mail: l.n.vyacheslavov@inp.nsk.su*

***E-mail: A.D.Khilchenko@inp.nsk.su*

****E-mail: chkhalo@ipmras.ru*

On October 22, 2024, the outstanding experimental physicist and public figure, Academician of the Russian Academy of Sciences Eduard Pavlovich Kruglyakov would have turned 90 years old. He is the first chairman of the RAS Commission on Combating Pseudoscience and Falsification of Scientific Research, heading it from 1998 until his death. The general public knows Eduard Pavlovich mainly due to his active civic position as chairman of this advisory and expert body of the RAS. A narrower circle of specialists working in the field of plasma physics is well acquainted with the fundamental experiments and contribution of E.P. Kruglyakov to the development of open magnetic systems for confining hot plasma, as well as with his initiatives aimed at promoting important technological and scientific areas of high-temperature plasma research. These aspects of Eduard Pavlovich's activities will be discussed.

Keywords: E.P. Kruglyakov, G.I. Budker, Institute of Nuclear Physics (INP) of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences/RAS, optical diagnostics of plasma, lasers, high-temperature plasma, digital electronics, multilayer X-ray optics, pseudoscience, falsification of scientific research.

ЭТЮДЫ ОБ УЧЁНЫХ

СОЗДАТЕЛЬ СИБИРСКОГО СПУТНИКОСТРОЕНИЯ
К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ АКАДЕМИКА М.Ф. РЕШЕТНЁВА

© 2024 г. **Е.А. Нестеров^{а*}, Р.П. Туркенич^{а**}, В.И. Халиманович^{а***},
Е.Н. Корчагин^{б****}, В.А. Бартнев^{а*****}**

^аАО “Информационные спутниковые системы” имени академика М.Ф. Решетнёва, Железногорск, Россия
^бЦентральный научно-исследовательский институт химии и механики,
Москва, Россия

*E-mail: Nesterov@iss-reshetnev.ru

**E-mail: gonti@iss-reshetnev.ru

***E-mail: kosmo245@yandex.ru

****E-mail: en.korchagin@gmail.com

*****E-mail: bartenev39@gmail.com

Поступила в редакцию 04.09.2024 г.

После доработки 29.10.2024 г.

Принята к публикации 06.11.2024 г.

В ноябре 2024 г. генеральному конструктору и генеральному директору Научно-производственного объединения прикладной механики (НПО ПМ, с 3 марта 2008 г. – АО “РЕШЕТНЁВ”), Герою Социалистического Труда, лауреату Ленинской и Государственной премий СССР академику М.Ф. Решетнёву (1924–1996) исполнилось бы 100 лет. Михаил Фёдорович, назначенный по инициативе С.П. Королёва начальником и главным конструктором филиала королёвского ОКБ-1, созданного 4 июня 1959 г. в закрытом административном территориальном образовании Красноярск-26 (ныне Железногорск), в течение 36 лет возглавлял это предприятие. Ограниченный объём статьи не позволяет передать всю полноту и сложность научно-технических и производственных проблем, которые приходилось решать М.Ф. Решетнёву и его коллегам при создании космических систем, но может отразить значимые вехи в жизни учёного, раскрыть некоторые аспекты его многогранной деятельности, результаты которой внесли существенный вклад в современную научно-техническую историю России. Оставленное М.Ф. Решетнёвым и его соратниками, учениками творческое наследие, как и работающие на орбитах сибирские спутники, по праву называют национальным достоянием нашей страны.

Ключевые слова: С.П. Королёв, М.Ф. Решетнёв, АО “РЕШЕТНЁВ”, ракета-носитель “Космос-3, 3М”, информационные спутниковые системы, космические аппараты связи, навигации, геодезии, ретрансляции информации, международный спутниковый проект SESAT, орбитальная группировка РФ, сибирские спутникостроители.

DOI: 10.31857/S0869587324120072, **EDN:** RIJAJE

За 65 лет развития основанное как филиал № 2 ОКБ-1 (затем ОКБ-10, КБПМ, НПО ПМ, АО “РЕШЕТНЁВ”) прошло вместе с ракетно-космической отраслью и страной огромный путь. На различных околоземных орбитах действуют уникальные многоспутниковые группировки связи, телевидения,

ретрансляции информации, геодезии и навигации, созданные на железногорском предприятии. На основе системного, индустриального подхода здесь сконструировано пять поколений спутников различного класса и назначения – от малых низкоорбитальных до самых мощных геостационарных.

НЕСТЕРОВ Евгений Александрович – кандидат экономических наук, генеральный директор АО “РЕШЕТНЁВ”. ТУРКЕНИЧ Роман Петрович – кандидат технических наук, главный эксперт АО “РЕШЕТНЁВ”. ХАЛИМАНОВИЧ Владимир Иванович – кандидат физико-математических наук, главный научный сотрудник АО “РЕШЕТНЁВ”. КОРЧАГИН Евгений Николаевич – кандидат технических наук, руководитель проекта SESAT, ветеран АО “РЕШЕТНЁВ”. БАРТЕНЕВ Владимир Афанасьевич – доктор технических наук, заместитель генерального конструктора НПО ПМ, ветеран АО “РЕШЕТНЁВ”.



Михаил Фёдорович Решетнёв (1924–1996)

Около 1300 космических аппаратов, спроектированных и изготовленных АО «РЕШЕТНЁВ», в составе почти 50 космических систем и комплексов эффективно работали в мировом информационном сообществе в интересах государства, экономики, культуры, внешних связей нашей страны. Более 75% спутников, составляющих современную российскую орбитальную группировку, разработаны и изготовлены на железногорском предприятии.

Компания «РЕШЕТНЁВ» – участник ключевых государственных программ в области космической деятельности. В рамках федерального проекта «Сфера» на предприятии создают перспективные спутниковые системы «Марафон IoT», «СКИФ», «Экспресс-РВ», модернизируется система «Голец». Для развёртывания новых группировок компания организует серийное производство малых космических аппаратов и оптимизирует подходы к сборке спутников среднего и тяжёлого класса. Специалисты фирмы обладают компетенциями в области создания мобильных наземных станций спутниковой связи. Такие разработки предприятия включают компактную антенную систему и терминал для приёма-передачи сигналов с космических аппаратов на орбите и могут использоваться в различных климатических условиях. Одним словом, ученики и последователи продолжают дело тех, кто вместе с М.Ф. Решетнёвым начинал путь из Сибири в космос.

В КОСМОС ОТ ШКОЛЬНОГО ПОРОГА

Михаил Фёдорович родился 10 ноября 1924 г. в селе Бармашево Снегирёвского района Одесской области в семье служащих Фёдора Игнатьевича и Марии Александровны Решетнёвых. Спустя 5 лет семья переехала на постоянное жительство в Днепрпетровск. Здесь Михаил отправился в первый класс, однако проучился в нём только один день, узнав от своей учительницы, что в этом классе «ему просто нечего делать». На следующий день способного ученика зачислили во второй класс, где он продержался лишь до ноября, после чего был переведён в третий класс. Причиной столь стремительного продвижения стала домашняя подготовка и врождённая тяга мальчика к познанию окружающего мира.

Во время учёбы в школе Михаил увлёкся авиамоделизмом, соорудил своими руками и запускать модели моно- и бипланов. Окончив с отличием днепрпетровскую среднюю школу, 15-летний юноша решил поступать в авиационный институт. Но паспорта гражданина СССР у него ещё не было, по этой причине приёмные комиссии авиационных вузов страны ему отказали, и только в Московском авиационном институте (МАИ) не стали обращать внимания на возраст. Так в 1940 г. Решетнёв стал студентом этого вуза. Учёба целиком захватила его. Занимаясь с детства физкультурой, футболом, а позднее штангой, он быстро влился в студенческий коллектив. Уже на первом курсе стал комсоргом факультета и возглавил сборную команду штангистов. Любовь к спорту была привита ему отцом, который всю жизнь ежедневно занимался физкультурой.

Юность Решетнёва пришлась на трагические годы Великой Отечественной войны. Летом 1941 г. институт, где он учился, эвакуировали в Алма-Ату. Студенческое общежитие разместили в театре: койки стояли в зале, на сцене, в подвале. В июне 1942 г. однокурсники получили повестки из военкомата – все, кроме несовершеннолетнего Михаила. Тогда он отправился в военкомат сам. Взглянув на решительного юношу, военком понял: с этим спорить бесполезно, и выдал направление в Серпуховскую военную школу авиационных механиков. После её окончания с октября 1943 по октябрь 1945 г. Решетнёв готовил боевые самолёты на военных аэродромах страны.

После демобилизации Михаил Фёдорович вернулся в МАИ и продолжил учёбу. Военные годы отразились на его характере, он стал ещё настойчивее, занимался с большей отдачей. Студенты оценили его самостоятельность, способности, усердие и избрали руководителем комсомольской организации факультета. Решетнёв активно работал в кружке моделирования и конструирования устройств реактивной техники. Там познакомился с Михаилом Клавдиевичем Тихонравовым, гирдовцем (ГИРД – Группа изучения реактивного движения, созданная

в Москве при участии С.П. Королёва). Для дипломного проекта выбрал тему “Тяжёлый самолёт-матка с истребителями на жидкостно-реактивных двигателях”. Председателем государственной комиссии был известный авиаконструктор Семён Алексеевич Лавочкин, который высоко оценил замысел и серьёзность проработки проблемы студентом-выпускником: “Этот проект может заинтересовать ВВС”. Успешная защита давала право выбора места работы. Тихонравов посоветовал: “Иди к Королёву, я договорился”. В 1950 г. молодой специалист окончил с отличием МАИ и получил направление на работу в Особое конструкторское бюро № 1 (ОКБ-1), которое возглавлял С.П. Королёв [1, с. 13–19].

“ТВОЙ ЧАС НАСТАЛ!”

С приходом в королёвскую фирму жизнь выпускника авиационного института переплелась с делом Сергея Павловича, которого в те годы и в газетах, и на телевидении, и по радио называли, по секретным соображениям, только “главным конструктором ракетно-космических систем”. Ни фамилии, ни имени-отчества, ни званий. Королёв заметил толкового инженера с первых дней его прихода в ОКБ. Среднего роста, широкоплеч, рубаха рельефно облегал ладный торс. И работать умеет, и рассуждает, как сильные люди. Да и рекомендация Тихонравова много значила. Королёв определил Решетнёва инженером в проектный отдел заниматься перспективными разработками. Через год новичок стал старшим инженером.

В начале 1956 г. Королёв вызвал Решетнёва к себе, предложил работу ведущего конструктора по изделию Р-11М и сказал: “Хватит тебе сидеть в проектно-отделе, будешь ведущим. Твой час настал!” В ту пору ракета Р-11М средней дальности с атомной боеголовкой и на подвижном старте была самым грозным оружием. Должность ведущего конструктора в ОКБ-1 – одна из ответственных. Пришлось вникать в работу конструкторских отделов, цехов, где создавали ракету, осваивать и технологию, и основы её эксплуатации [2, с. 53].

После успешных зачётных пусков Постановлением Совета министров СССР от 1 апреля 1958 г. ракета Р-11М под индексом 8К11 была принята в эксплуатацию. Вскоре, в июне 1958 г., Королёв назначил Решетнёва своим заместителем. Главный конструктор, прогнозировавший дальнейшее развитие космической техники, в конце 1950-х годов принимает далеко идущее стратегическое решение – создаёт филиалы ОКБ-1: волжский – в Самаре, уральский – в Миассе и сибирский – в Красноярске-26.

Выбор Красноярска объяснялся двумя соображениями: территориальным расположением, которое делало его практически недоступным для поражения боевыми ракетами, и наличием мощного



Михаил Решетнёв – старший инженер отдела ОКБ-1. 1950-е годы

завода, выпускавшего военную технику. Возглавить сибирский филиал Королёв предложил Михаилу Решетнёву, одному из своих заместителей. Пообещал отпустить в филиал любого специалиста, кто добровольно согласится уехать. Строительство зданий для филиала ОКБ-1 шло медленно, и летом 1960 г. Решетнёв уговорил Королёва приехать в Красноярск-26. Вмешательство главы ОКБ-1 оказало магическое воздействие на городские власти. Возведение объектов филиала получило статус ударной стройки.

Ключевая задача нового руководителя – определить перспективное направление работы КБ. В конце 1961 г. Михаил Кузьмич Янгель – главный конструктор и начальник ОКБ в Днепропетровске (ныне – ГКБ “Южное”) предложил сибирякам взять на себя ракетную тематику – проект одноступенчатой баллистической ракеты средней дальности для выведения искусственных спутников Земли на средние круговые орбиты. Но при этом Янгель пожелал работать с фирмой Решетнёва, а не с филиалом королёвского ОКБ-1. 12 июля 1962 г. вышло решение Военно-промышленной комиссии о создании ракеты-носителя для выведения различных космических аппаратов среднего и малого веса (100–1500 кг) на круговые и эллиптические орбиты высотой от 200 до 2000 км [3, с. 393].

Завершился важный этап работы Решетнёва, обеспечивший предприятию перспективу, открыв-



С.П. Королёв и М.Ф. Решетнёв в Красноярске

ший дорогу к созданию необходимого стране носителя. Это были трудовые будни, наполненные творческим энтузиазмом. В них в полной мере проявился талант Михаила Фёдоровича, который смело решал сложные вопросы и брал ответственность на себя, не боялся доверять своим сотрудникам, умел мобилизовать людей в нужный момент. Так проявлялись черты настоящего главного конструктора.

В мае 1964 г. на Байконур доставили две ракеты. Для запуска выделили стартовую площадку, где когда-то произошли трагические события: во время предстартовой подготовки взорвалась ракета, что повлекло гибель большой группы специалистов. Сотрудники служб полигона, склонные к суевериям, были удивлены тем, что красноярцы рискнули пойти на эту площадку. Стоял вопрос даже об отказе обслуживать пуск. Из воспоминаний очевидцев тех событий: «18 августа 1964 года. Машина дрожала от порывов ветра, но мы осмотрели её и доложили, что всё в порядке. Пошёл набор готовностей. И вдруг на 4-й минуте – отказ автоматики двигателей. Качнувшись от сильного порыва ветра, ракета вызвала третий отказ готовностей, на этот раз – отказ рулей. Перед четвёртым набором готовностей шеф отдал приказ: “Начинаем и не останавливаемся, никаких отказов”. В четвёртый раз всё пошло. Пошло хорошо. Раздался крик шефа: “Пошла! Пошла!” Мы крепко обнялись и бросились к выходу. Все мы с трудом сдерживали слёзы, смотрели на великолепное зрелище – ракету, поднимающуюся из клубов дыма, огня, пыли и стремящуюся в небо, уносящую в небо наш труд. Это была гарантия будущего. И восторгом наполняли всех сигналы трёх



Спутник “Молния-3” в сборочном цехе

“маячков”, работавших на трёх выведенных спутниках Земли» [1, с. 45]. Так состоялся первый пуск ракеты “Космос-3”, которая после модернизации специалистами предприятия получила название ракета-носитель “Космос-3М”. На долгие годы она стала основной и самой надёжной в мире при запусках аппаратов на низкие и средние круговые орбиты [3, с. 401–403].

В 1960-е годы Михаил Фёдорович Решетнёв последовательно расширял космическую тематику КБ и завода. Начиная с 1965 г. из ОКБ-1 С.П. Королёва сибирякам передали для дальнейшей модернизации спутник связи “Молния” [4, с. 169]. На базе модернизированных решетнёвской фирмой аппаратов 7 ноября 1967 г. жители Магадана впервые смогли увидеть в реальном времени телевизионный парад и демонстрацию на Красной площади в Москве. Это случилось благодаря функционированию первой в мире спутниковой системы связи и телевещания из четырёх космических аппаратов и 20 наземных станций, известной каждому телезрителю под названием “Орбита”.

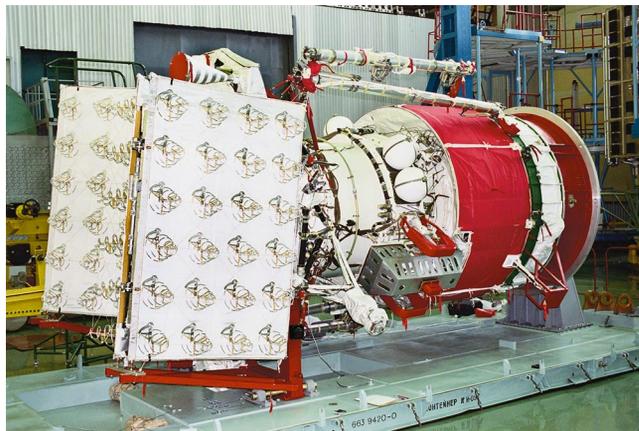
СПУТНИКИ РОЖДАЮТСЯ В СИБИРИ

1 августа 1977 г. ознаменовалось выходом давно ожидаемого приказа по Министерству общего машиностроения: “В целях дальнейшего совершенствования управления разработками

и производством изделий новой техники создать Научно-производственное объединение прикладной механики (НПО ПМ) в составе: КБ (головное) и Механический завод”. Генеральным директором и главным конструктором (впоследствии генеральным конструктором) НПО ПМ был назначен Михаил Фёдорович Решетнёв. Это решение имело огромное значение для развития коллектива и успешного выполнения новых ответственных заданий Родины [2, с. 118].

При непосредственном участии Решетнёва в интересах многих заказчиков была создана плеяда космических аппаратов, различных по назначению и конструктивному исполнению, для работы на всех орбитах – высокоэллиптической, геостационарной, средней круговой, низкой круговой. Их выводили существующими в России ракетами-носителями с разных космодромов. Одно перечисление названий аппаратов говорит о большом вкладе в развитие советской (российской) космонавтики предприятия под руководством М.Ф. Решетнёва [5, с. 7–22]. Ежегодно специалисты НПО ПМ отправляли в космос спутники связи на высокоэллиптической орбите (“Молния-1, -2, -1К, -3, -1Т, -3К”, “Меридиан”), космические аппараты навигации на низкой круговой орбите (“Циклон, -Б”, “Цикада, -Н”), спутники навигации на средней круговой орбите (“Глонасс, -М”), космические аппараты геодезии (“Сфера”, “Гео-ИК”), спутники связи и телевидения на геостационарной орбите (“Радуга, -1, -1М”, “Экран, -М”, “Горизонт”, “Галс”, “Экспресс, -А, -АМ”, Sesat), спутники ретрансляции на геостационарной орбите (“Гейзер”, “Поток”, “Луч, -5”), космические аппараты по заказу Академии наук СССР (“Вертикальный космический зонд”, “Ионосферная станция”), спутники персональной связи на низкой круговой орбите (“Стрела-1, -2, -1М, -2М”, “Гонец-Д, -Д1”) и т.д. Эти разработки стали основой для создания отечественных спутниковых систем – космических аппаратов связи, телевидения, ретрансляции, навигации и геодезии. В итоге космической фирмой М.Ф. Решетнёва было выведено на орбиту 1068 аппаратов.

Особое место в истории предприятия и в жизни Михаила Фёдоровича заняла глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС. Её разработка началась с создания сибиряками космической навигационной системы первого поколения, в которой использовался доплеровский метод навигации. С помощью таких систем потребитель определял своё местоположение на поверхности Земли (что приемлемо для морских пользователей) с периодичностью 1.5 ч и точностью до 1000 м. Эти характеристики обеспечивались за счёт выбора орбиты (круговой, приполярной, высотой ~1000 км) и количества спутников на орбитах функционирования (4–6). Запуск первого навигационно-связного спутника “Циклон” был осуществлён 23 ноября 1967 г. с кос-



Космический аппарат “Экран-М” в контейнере. 2000 г.

модрома Плесецк с помощью ракеты “Космос-3М”. В 1970 г. после успешных лётных испытаний систему приняли в эксплуатацию. Затем провели её модернизацию, благодаря чему появился космический сегмент международной системы спасания КОСПАС-SARSAT.

Успешная эксплуатация низкоорбитальных спутниковых навигационных систем морскими потребителями привлекла большое внимание других пользователей. Возникла необходимость создания универсальной навигационной системы, удовлетворяющей требованиям потенциальных заказчиков: авиации, морского флота, наземных транспортных средств и космических кораблей. Она должна обеспечивать мгновенное определение местоположения в пространстве (широта, долгота, высота), поправки скорости и времени с высокой точностью, в любое время года и суток, в любом месте Земли и околоземного воздушного и космического пространства. Этим требованиям удовлетворяла разработанная под руководством М.Ф. Решетнёва спутниковая навигационная система второго поколения ГЛОНАСС, использовавшая дальномерные методы навигационных определений.

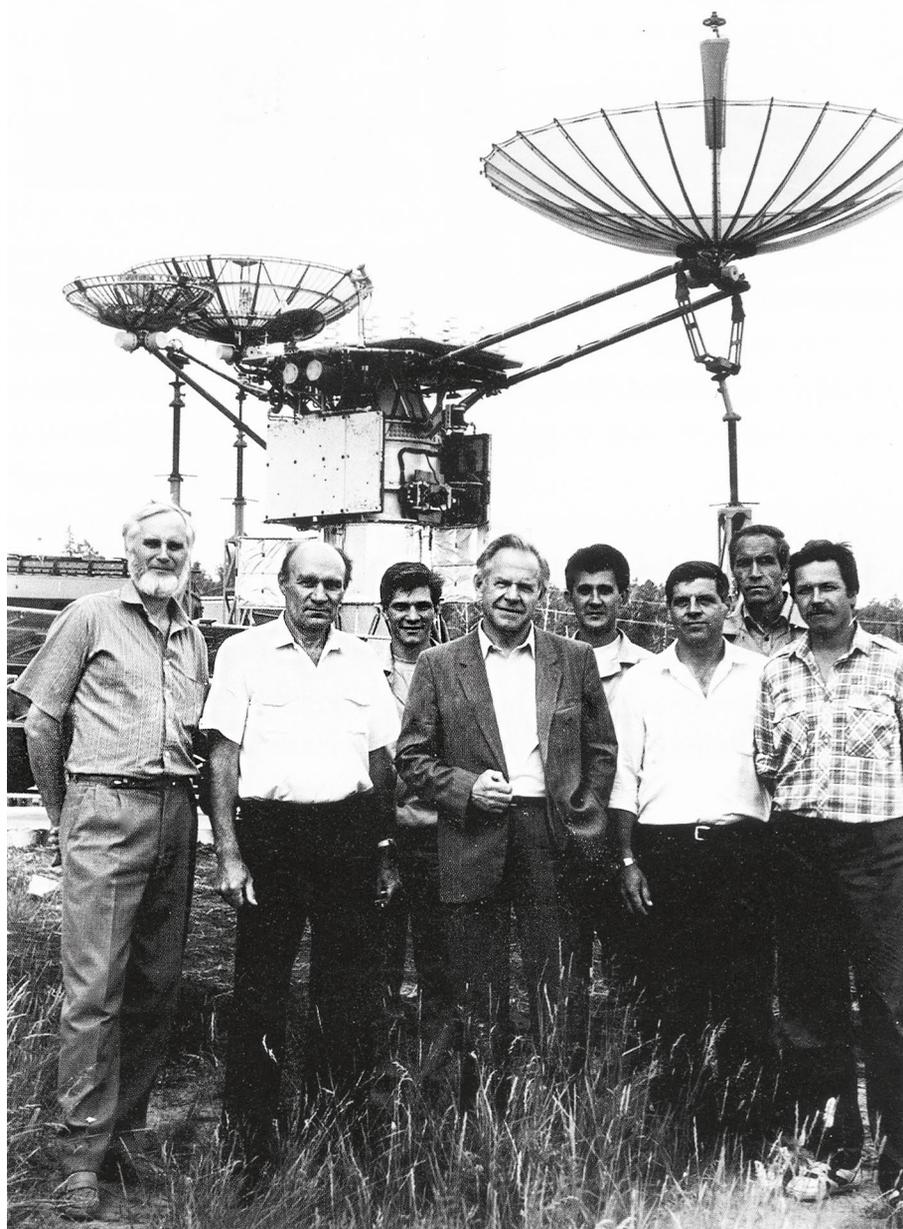
Исходя из этого принципа специалисты выбрали структуру спутниковой системы (18–24 аппарата на орбитах высотой около 20 000 км), которая обеспечивала потребителю, находящемуся в любой точке Земли, одновременную радиовидимость не менее четырёх спутников. 12 октября 1982 г. с космодрома Байконур ракетой-носителем “Протон” был осуществлён запуск первого навигационного спутника “Глонасс”. Систему в составе 12 спутников на орбите приняли в опытную эксплуатацию в 1993 г., а в 1995 г. её развернули до полного состава из 24 спутников. Ещё при жизни Михаила Фёдоровича ГЛОНАСС отнесли к стратегическим ресурсам России: это технологическая основа многих разрабатываемых интеллектуальных систем [6].

Огромный личный вклад главный конструктор внёс в решение научно-технических задач при проектировании спутников новых поколений, бортовых систем и выборе стратегии их развития.

Михаил Фёдорович – один из авторов глобальной космической командно-ретрансляционной системы (ГККРС), созданной в ответ на стратегическую оборонную инициативу, объявленную США в начале 1980-х годов. В состав ГККРС входили космический аппарат “Гейзер” (“Поток”), обеспечивавший оперативную передачу информации с низколетящих спутников (НКА), и аппарат “Луч”. Он предназначался для управления и двустороннего обмена информацией (в том числе телевизионной)

с орбитальной станцией “Мир” и многоканальной космической системой “Буря”, а также для контроля и управления НКА различного назначения.

Разработка “Гейзера” (“Потока”) во многом определила дальнейшее развитие космических аппаратов, создаваемых НПО ПМ. Ведь это был спутник нового поколения с активной фазированной антенной решёткой, позволявшей осуществлять электронное управление антенным лучом в процессе сопровождения НКА в течение сеанса связи с ним. Для этого на космическом аппарате “Гейзер” (“Поток”) в составе бортового комплекса управления (БКУ) использовали цифровую вычислительную машину, расширявшую функциональ-



М.Ф. Решетнёв вместе с командой разработчиков и испытателей спутника “Луч”. 1994 г.

ные возможности БКУ и обеспечивавшую большую эксплуатационную гибкость, а также автономное наведение и непрерывное слежение антенн спутника за НКА-абонентом в процессе сеансов связи.

На том же космическом аппарате специалисты реализовали цифровую высокоточную автономную систему ориентации и стабилизации спутника в пространстве. Кроме того, на космическом аппарате “Гейзер” (“Поток”) впервые в мире применили высокоэффективную установку на базе стационарных плазменных двигателей для коррекции параметров орбиты.

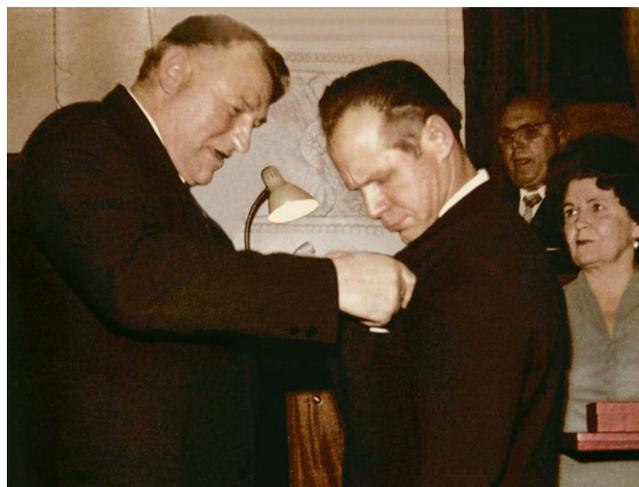
Космический аппарат “Луч” был создан на той же унифицированной спутниковой платформе, что и “Гейзер” (“Поток”). Отличительная особенность аппарата – использование на нём крупногабаритных раскрываемых в космосе параболических антенн диаметром 3 и 4.5 м с прецизионной системой наведения. Этот проект стал эпохальным в отечественной практической космонавтике. Он потребовал огромных творческих сил, научного предвидения и организаторских способностей для объединения многих научно-исследовательских институтов и конструкторских бюро страны для решения не имеющих аналогов научно-технических задач. С этой миссией блестяще справился коллектив М.Ф. Решетнёва. Под его руководством была разработана идеология создания космических аппаратов с использованием модульного принципа, позволявшего существенно уменьшать сроки создания спутника. Её впервые реализовали при выполнении международного проекта SESAT (Siberia-Europe Satellite – Сибирско-Европейский Спутник).

Команда во главе с Михаилом Фёдоровичем определила и осуществила стратегический путь создания космических аппаратов со сроком активного существования до 10 лет и с использованием отбраковки электрорадиоизделий в испытательных технических центрах. Специалисты предложили технические решения по выпуску спутников в негерметичном исполнении, которые дают существенное уменьшение массы конструкции и за счёт этого – увеличение пропускной способности информационных космических аппаратов.

Помимо этого, на предприятии разработали и реализовали идеологию заводских электрических испытаний для запуска космических аппаратов “с колёс”, то есть без проведения длительных и затратных мероприятий на космодроме.

В СТЕНАХ ПЕРЕДОВОЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНОЙ ШКОЛЫ

Главное достижение М.Ф. Решетнёва как учёного – создание научно-инженерной школы, способной решать сложнейшие задачи в области космических информационных систем, а также в сфере проектирования конкурентоспособных космиче-



Министр общего машиностроения СССР С.А. Афанасьев вручает М.Ф. Решетнёву звезду Героя Социалистического Труда. 1974 г.

ских аппаратов различного назначения. Высокий научно-технический, кадровый потенциал, мобилизованность всех структур АО “РЕШЕТНЁВ” поддерживаются несколькими поколениями высококвалифицированных специалистов, сочетающих преемственность и новизну разработок. Предприятие успешно реализует проекты с требуемым качеством и в запланированные сроки с учётом рыночных, технических и иных рисков, находится в постоянной кооперации с научно-производственными и образовательными организациями. Такая совместная работа неизменно приводит к высоким конечным результатам, служит успешному возврату инвестиций и прибыльности, несмотря на экономические потрясения на рынке космических услуг.

Михаил Фёдорович – не только выдающийся учёный-конструктор, инженер, который, как иногда бывает, не мыслил жизни вне формул, расчётов, чертежей. Он один из крупнейших отечественных организаторов космической науки и производства, который пользовался непререкаемым авторитетом. За 36 лет его бессменного руководства небольшой филиал ОКБ-1 превратился в мощное современное предприятие космической техники в Сибири.

Ю.Н. Коптев, генеральный директор Российского космического агентства (1992–1999), Российского авиационно-космического агентства (1999–2004), вспоминал: “То, что сумел совершить Михаил Фёдорович и его соратники на сибирской земле, надёжно служит и ещё многие годы будет служить интересам нашего государства. Особенно это ощущаю сейчас, в начале XXI века, когда реализуется масштабная программа информатизации нашего общества, осуществить которую без многолетних наработок НПО ПМ было бы просто невозможно. Это позволит России стать нормальным государ-



Ю.А. Рыжов, Ю.Н. Коптев и М.Ф. Решетнёв в Париже, 1995 г.

ством, в котором используются передовые системы космической связи и телекоммуникаций. Благодаря новациям сибиряков, а многие из них признаны эталонными, мы не только не потеряли наш орбитальный и частотный ресурс, но и сумели за первые пять лет нового столетия увеличить пропускную способность отечественных телеканалов в 3.5 раза. Можно произносить различные восхитительные слова, но сам факт выхода на создание спутников с гарантированным сроком в 10–15 лет их работы на орбитах убедительнее всего свидетельствует о мировом уровне деятельности созданного Решетнёвым предприятия. Оно, бесспорно, является авангардным в стране и по количеству изготовленных и запущенных искусственных спутников Земли, и по их тематическому разнообразию” [1, с. 280].

Именно Михаил Фёдорович одним из первых привлёк для создания отечественных космических аппаратов международную кооперацию и развивал международное сотрудничество, что было совсем не просто по ряду обстоятельств. Наглядным доказательством стал проект SESAT. Для коллектива НПО ПМ и его партнёров запуск аппарата в 2000 г. имел огромное значение. Удалось выполнить контракт на поставку спутника связи со сроком службы

на орбите не менее 10 лет, заключённый с международным оператором космических телекоммуникационных услуг – Европейской организацией спутниковой связи (EUTELSAT) [7, с. 478–489].

НПО прикладной механики к этому времени уже имело богатую предысторию – почти 30-летний опыт по созданию космических аппаратов различного назначения. Полный цикл включал разработку проектной, конструкторской и эксплуатационной документации, наземную экспериментальную отработку систем, управление космическими аппаратами на орбите. На предприятии сформировался высокопрофессиональный коллектив, обладающий плодотворными кооперативными связями [8], способный решать самые сложные задачи по созданию космической техники на современной производственной и экспериментальной базе.

Руководитель Российского космического агентства Ю.Н. Коптев в одном из интервью на вопрос “Как вы оцениваете значение реализации проекта SESAT?” ответил: “Правительство России стало оказывать поддержку проекту лишь на завершающей стадии его подготовки, когда стало совершенно очевидно, что совместная разработка НПО ПМ и французской компании Alcatel Espace первого

в нашей истории международного спутника станет победителем объявленного тендера. А если учесть, что и на Западе было большое противодействие появлению этого проекта, то можно смело утверждать, что решающую роль в судьбе SESAT сыграла личная настойчивость Михаила Фёдоровича Решетнёва, руководителя Alcatel Espace Жана-Клода Юссона и Жака Гренье — генерального директора Eutelsat, который и стал заказчиком европейского спутника. Хочу заметить, что для европейского оператора это была заметно выгодная сделка, а мы получили не только возможность приобщиться к зарубежной культуре спутникостроения, но и стали понятны для наших иностранных партнёров, которых прежде у нас никогда не было. Мы получили возможность выйти на внедрение новейших для нас принципов и нормативов, на переоснащение самого производства в НПО ПМ и на смену методологии взаимоотношений со смежниками. Иными словами, был осуществлён выход на мировой уровень производства. При этом заказчик спутника SESAT был жёстким и требовательным. Всё, что было положено, подлежало неукоснительной реализации. И самое главное, этот опыт работы помог создать достаточно продуктивную, долгосрочную кооперацию с французскими коллегами. Кроме того, появилась возможность для сотрудничества с Германией, Японией, Италией, Канадой...

Абсолютно очевидно, что это был исторически важный прорыв: эталоном и поныне остаётся то, что сделали первопроходцы во главе с Михаилом Фёдоровичем Решетнёвым” [1, с. 282–283].

В дальнейшем на базе платформы SESAT и накопленного опыта появилась серия конкурентоспособных спутников типа “Экспресс-АМ”.

УЧИЛ СМОТРЕТЬ В БУДУЩЕЕ

В.Л. Иванов, генерал-полковник, командующий Военно-космическими силами России в 1990-е годы, дал высокую оценку вкладу М.Ф. Решетнёва в развитие космических исследований: “Если составить научный отчёт о том, что сделано под руководством и при непосредственном участии Михаила Фёдоровича Решетнёва для отечественной космонавтики, он займёт многие тома. Михаил Фёдорович любил говорить, что ему в жизни везло. Наверное, так оно и было” [9].

“Бороться и искать, найти и не сдаваться” — таким был девиз М.Ф. Решетнёва по аналогии с девизом главного героя его любимой книги “Два капитана”. В реальной жизни Михаил Фёдорович тоже был капитаном — первопроходцем космических трасс.

Генеральный конструктор практически никогда не менял ранее принятых решений. Единственным человеком, кто мог его переубедить, был первый заместитель Григорий Маркелович Чернявский [10, с. 23–24]. Этих двух корифеев космической техники

связывали давняя дружба и плодотворное сотрудничество. Чернявский отмечал в Решетнёве смелость и умение брать ответственность за рискованные решения при внедрении инноваций.

Решетнёв любил общаться с рядовыми сотрудниками — проектантами, конструкторами, рабочими — и дорожил их мнением. В отличие от других руководителей, к рекомендациям относился внимательно, был справедлив и не отвергал ни одного абсурдного на первый взгляд предложения, направлял его для коллегиального обсуждения и лишь затем принимал решение. Как и С.П. Королёв, учил своих сотрудников “смотреть в будущее”. Он, как никто другой, понимал необходимость тесного переплетения и взаимопроникновения конструкторской и научной деятельности, без чего невозможно решать сложнейшие космические задачи. Особенно ценил смелость и креативность мышления. Ставил задачи коллективу, сам участвовал в поиске их решения и никому не делал скидок, в том числе себе. С ним было интересно работать.

Решетнёва считали жёстким руководителем (не путать с жестоким) при решении производственных проблем, но в повседневной жизни он оставался доброжелательным к людям, и сотрудники не раз убеждались в этом. Никогда не повышал голоса, не ругал подчинённых в присутствии третьих лиц. Генеральный общался с большим количеством людей, что позволяло познать каждого из окружения в деле. Часто говорил: “Не доверяешь — увольняй”. Он создал команду единомышленников, истинно преданных не только ему как руководителю, а в первую очередь делу, которому служишь. К коллегам, вне зависимости от возраста и ранга, обращался предельно уважительно, никакого намёка на панибратство. Сам ни перед кем не заискивал и пресекал проявление такого отношения у других. Всегда внимательно слушал каждого, не навязывал собственного мнения и вместе с тем умел настолько аргументированно обосновать свою точку зрения, что она обычно находила понимание и поддержку большинства присутствующих. Столь же ясной аргументации требовал от других, уважал в людях убеждённость, настойчивость, собранность.

ПО МАСШТАБУ ЗАМЫСЛОВ И ИХ ИСПОЛНЕНИЮ ЕМУ НЕ БЫЛО РАВНЫХ

М.Ф. Решетнёв сумел сплотить, организовать и направить коллектив НПО ПМ на разработку принципиально новых задач по проектированию космических аппаратов и внёс большой личный вклад в дальнейшее развитие механики движения твёрдого тела относительно центра масс с присоединёнными упругими элементами, в теорию автоматического регулирования, определения углового положения аппарата и действующих на него в полёте возмущающих моментов. Созданная под его

руководством автоматическая магнитно-гравитационная система ориентации с практически неограниченным сроком службы обеспечивает полёт многих космических аппаратов, выпускаемых предприятиями страны.

Работы М.Ф. Решетнёва по комплексному исследованию факторов космического пространства (ФКП), определившие величину и физику воздействия ФКП, позволили создать методы и средства защиты, обеспечивавшие надёжное функционирование аппаратов. Большой теоретический и практический вклад, который Михаил Фёдорович внёс в механику композиционных материалов, кинематику трансформируемых конструкций, устройства исполнительных автоматик, позволил создать прецизионные конструкции, успешно работавшие в экстремальных условиях космического пространства 10 и более лет.

Обобщённые результаты научно-теоретических и исследовательских работ, проводившихся под руководством Решетнёва, можно рассматривать как новое направление в области специального машиностроения, создания связных, навигационных и геодезических систем. А материально-техническая база предприятия с современными уникальными лабораториями по исследованию и отработке сложных систем и конструкций вместе с одним из крупнейших в Сибири вычислительным центром обеспечивала решение всех задач по выпуску космических аппаратов и высоко ценилась специалистами.

Михаил Фёдорович много труда и усилий приложил для определения стратегии деятельности объединения в новых условиях переходного периода экономики страны и изменения приоритетов в обществе, что выразилось в расширении объёмов работ по системам народно-хозяйственного назначения и международного сотрудничества для выхода на мировой рынок космических услуг.

Окидывая взглядом панораму памятных событий второй половины XX в., нельзя не удивляться тому, как много выпало трудностей, но и как много удалось сделать тому поколению, ярким представителем которого был М.Ф. Решетнёв. Можно говорить о различных качествах этого Человека (именно так — с большой буквы), с разных сторон рассматривать его многогранную личность и плоды творческой деятельности. Однако прежде всего следует отметить важнейшую черту — умение мыслить и действовать по-государственному. Решетнёв был государственным Человеком. Не в смысле “чиновником”, а по масштабу замыслов и высочайшему чувству ответственности за порученное дело. По направленности своих усилий. По умению увлечь и сплотить людей на решение важных задач. Известный принцип “Прежде думай о Родине, а потом — о себе” был для Михаила Фёдоровича основным правилом жизни, руководством к действию и нормой повседневного поведения. Далек не каждый руководитель, решая

большие государственные проблемы, способен сохранять желание погружаться в водовороты житейских неурядиц, сугубо личных вопросов, и не своих, а связанных с окружающими его людьми — будь то сотрудники, друзья или родственники. Решетнёв это делал, считая себя ответственным за их судьбы.

Специалисты, знавшие Михаила Фёдоровича, до сих пор вспоминают, как он умело обеспечивал выполнение заказов, как добивался понимания и принятия нужных для дела решений на всех уровнях — от главы страны до инженера и рабочего. Настоящий государственный видит проблему не через призму собственных интересов, он должен обладать системным подходом, проявлять настойчивость, упорство, спокойно и аргументированно отстаивать пути и методы решения задач высокого назначения. В этом смысле прекрасным примером современному поколению может служить яркая и многогранная жизнь выдающегося учёного и конструктора.

“СВОИМИ ДЕЛАМИ В КОСМОСЕ ПРОСЛАВИЛ СИБИРЬ И РОССИЮ”

Вклад М.Ф. Решетнёва в мировую ракетно-космическую индустрию отмечен высочайшими правительственными званиями и наградами: Герой Социалистического Труда (1974), лауреат Ленинской премии (1980), Государственной премии РФ (1995), трижды награждён орденом Ленина (1966, 1971, 1974). В 1985 г. главного конструктора удостоили золотой медали имени С.П. Королёва АН СССР, в 1984 г. избрали действительным членом Академии наук СССР. Долгие годы Михаил Фёдорович возглавлял Сибирское отделение Инженерной академии РФ.

26 января 1996 г. М.Ф. Решетнёва не стало. Его похоронили в Железногорске как почётного гражданина, который многое сделал для развития города. Жители Железногорска и Красноярского края чтят память основоположника сибирского спутникостроения [11]. На доме, где последние годы жил академик, установлена памятная доска. Его имя присвоено акционерному обществу “Информационные спутниковые системы”. В кабинете основателя и первого руководителя предприятия создан мемориал М.Ф. Решетнёва, на фасаде здания административного корпуса установлена мраморная доска с его бронзовым барельефом.

В честь одного из основоположников советской космонавтики названы улица Железногорска, Сибирский государственный университет науки и технологий (Красноярск), где учреждена студенческая стипендия имени М.Ф. Решетнёва и ежегодно проводятся “Решетнёвские чтения”. В 2004 г. в Железногорске открыли памятник академику. Бронзовая скульптура учёного установлена на площади, носящей его имя. Михаил Фёдорович посмертно отмечен медалью и дипломом Американского института



Площадь имени академика М.Ф. Решетнёва в Железногорске

аэронавтики и астронавтики (AIAA) за выдающийся вклад в развитие спутниковых телекоммуникаций. Международный центр исследований малых планет при Смитсоновской астрофизической обсерватории в Кембридже утвердил предложение Крымской астрофизической обсерватории о присвоении его имени малой планете (астероиду) № 7046 (1977 QG2). В сентябре 2004 г. дальнемагистральный пассажирский лайнер Ил-96-300 (бортовой номер 96017) “М.Ф. Решетнёв” пополнил парк воздушных судов РФ.

Для сохранения исторического наследия в Москве в Центре “Космонавтика и авиация” на ВДНХ создана экспозиция, посвящённая выдающемуся конструктору. Федерация космонавтики России учредила в его честь медаль.

На могиле М.Ф. Решетнёва в Железногорске установлен памятник со словами “Своими делами в космосе он прославил Сибирь и Россию”.

ЛИТЕРАТУРА

1. Академик Михаил Фёдорович Решетнёв. Железногорск: Изд-во НПО ПМ, 2006.
Academician Mikhail Fedorovich Reshetnev. Zheleznogorsk: Publishing house NPO PM, 2006. (In Russ.)
2. Сибирская дорога в космос / Под общ. ред. Е.А. Нестерова. Красноярск: Поликор, 2024.
Siberian Road to Space / Under the general editorship of E.A. Nesterov. Krasnoyarsk: Polikor, 2024. (In Russ.)
3. История развития отечественного ракетостроения. Т. 1 / Под науч. ред. И.В. Бармина. Сост. М.А. Первов. М.: Изд. дом “Столичная энциклопедия”, 2014.
History of the development of domestic rocket engineering. Vol. 1 / Under the scientific editorship of I.V. Barmin. Comp. M.A. Pervov. Moscow: Publishing house “Stolichnaya Encyclopedia”, 2014. (In Russ.)
4. Ракетно-космическая эпоха. Памятные даты / Исторический справочник. М.: Изд-во “Акант”, 2005.
Rocket and Space Era. Memorable Dates / Historical Handbook. Moscow: Akant Publishing House, 2005. (In Russ.)
5. Космические вехи. Сборник научных трудов, посвящённых 50-летию создания ОАО “ИСС” имени академика М.Ф. Решетнёва. Железногорск: Изд-во ОАО “ИСС”, 2009.
Space Milestones. Collection of scientific papers dedicated to the 50th anniversary of the establishment of JSC ISS named after Academician M.F. Reshetnev. Zheleznogorsk: Publishing House of JSC ISS, 2009. (In Russ.)
6. Навигационные спутниковые системы, их роль и значение в жизни современного человека / Тезисы докладов 2-й Международной научно-технической конференции, посвящённой 30-летию запуска на орбиту первого навигационного космического аппарата “Глонасс”. Красноярск: Изд-во СибГАУ, 2012.
Navigation satellite systems, their role and significance in the life of modern man / Abstracts of the 2nd International scientific and technical conference dedicated to the 30th anniversary of the launch of the first navigation spacecraft “GLONASS” into orbit. Krasnoyarsk: Publishing house of SibSAU, 2012. (In Russ.)

7. Космическая связь, телевидение, навигация и геодезия. История сибирского ракетно- и спутнико- строения. Красноярск: Поликор, 2024.
Space communications, television broadcasting, navigation and geodesy. History of Siberian rocket and satellite construction. Krasnoyarsk: Polikor, 2024. (In Russ.)
8. Проект SESAT: выход ОАО “ИСС” на международный рынок // Муниципальная газета г. Железнодорожска “Город и горожане”. 2010. 15 апреля. SESAT project: JSC ISS enters the international market // Municipal newspaper of Zheleznogorsk “City and citizens”. 2010. April 15. (In Russ.)
9. *Иванов В.Л.* Космические орбиты Решетнёва // Красная звезда. 1996. 20 февраля.
Ivanov V.L. Reshetnev’s space orbits // Krasnaya Zvezda. 1996. February 20. (In Russ.)
10. 40 космических лет. Железнодорожск: Изд-во НПО ПМ, 1999.
40 space years. Zheleznogorsk: Publishing house of NPO PM, 1999. (In Russ.)
11. Специальный выпуск памяти академика М.Ф. Решетнёва // Муниципальная газета г. Железнодорожска “Город и горожане”. 1996. 31 января.
Special issue in memory of academician M.F. Reshetnev // Municipal newspaper of Zheleznogorsk “City and citizens”. 1996. January 31. (In Russ.)

THE CREATOR OF SIBERIAN SATELLITE CONSTRUCTION

ON THE 100th ANNIVERSARY OF THE BIRTH OF ACADEMICIAN M.F. RESHETNEV

E.A. Nesterov^{a,*}, R.P. Turkenich^{a,}, V.I. Khalimanovich^{a,***},
E.N. Korchagin^{b,****}, V.A. Bartenev^{a,*****}**

^aJSC “Information Satellite Systems” named after Academician M.F. Reshetnev, Zheleznogorsk, Russia

^bCentral Research Institute of Chemistry and Mechanics, Moscow, Russia

*E-mail: Nesterov@iss-reshetnev.ru

**E-mail: gonti@iss-reshetnev.ru

***E-mail: kosmo245@yandex.ru

****E-mail: en.korchagin@gmail.com

*****E-mail: bartenev39@gmail.com

In November 2024, the General Designer and General Director of the Scientific and Production Association of Applied Mechanics (NPO PM, since March 3, 2008 - JSC RESHETNEV), Hero of Socialist Labor, laureate of the Lenin and State Prizes of the USSR, Academician M.F. Reshetnev (1924-1996) would have turned 100 years old. Mikhail Fedorovich, appointed on the initiative of S.P. Korolev as the head and chief designer of the branch of Korolev’s OKB-1, created on June 4, 1959 in the closed administrative territorial entity of Krasnoyarsk-26 (now Zheleznogorsk), headed this enterprise for 36 years. The limited space of the article does not allow us to convey the full range and complexity of the scientific, technical and production problems that M.F. had to solve. Reshetnev and his colleagues in the creation of space systems, but can reflect significant milestones in the life of the scientist, reveal some aspects of his multifaceted activities, the results of which made a significant contribution to the modern scientific and technical history of Russia. The creative legacy left by M.F. Reshetnev and his associates, students, as well as the Siberian satellites operating in orbit, are rightfully called the national heritage of our country.

Keywords: S.P. Korolev, M.F. Reshetnev, JSC “RESHETNEV”, launch vehicle “Cosmos-3, 3M”, information satellite systems, spacecraft for communication, navigation, geodesy, information relay, international satellite project SESAT, orbital group of the Russian Federation, Siberian satellite builders.

УКАЗАТЕЛЬ СТАТЕЙ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В “ВЕСТНИКЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК”, 2024, № 1–12

Научная сессия Общего собрания членов РАН. № 3

Преамбула

О деятельности Российской академии наук в 2023 году. Доклад президента РАН академика РАН Г.Я. Красникова

В.А. Садовничий. Российские университеты как ключевой элемент подготовки кадров для обеспечения технологического суверенитета страны

А.И. Аветисян. Доверенный искусственный интеллект
Н.А. Тестоедов. Российская навигационная спутниковая система и её перспективы

С.М. Алдошин. Критические технологии освоения минерально-сырьевой базы Российской Федерации — от прогноза и добычи руд к извлечению металлов и созданию высокотехнологичной продукции

А.В. Макаров, А.А. Иноземцев, В.Г. Дегтярь, Е.В. Харанжевский, А.Б. Котельников, А.А. Вопнерук. Обеспечение технологического суверенитета России в металлургии и машиностроении

В.А. Семенов. Изменения климата: причины, последствия, актуальные задачи

Б.Н. Порфирьев, А.А. Широ. Структурно-технологические сдвиги и модернизация экономики России (средне- и долгосрочные перспективы)

А.А. Дынкин. Структура будущего мирового порядка: дискуссионные вопросы

Я.П. Лобачевский. Научное обеспечение приоритетных технологий агропромышленного комплекса Российской Федерации

А.Д. Каприн. Онкология как перспективное направление в отечественных исследованиях и прикладных методах лечения неинфекционных заболеваний

В.Г. Акимкин, В.В. Зверев, М.П. Кирпичников, Е.Д. Свердлов, В.И. Стародубов, Н.К. Янковский. Эпидемиологические, клеточные, генетические и эпигенетические аспекты биобезопасности

В.И. Скворцова, В.В. Белоусов. Биомедицинские нейротехнологии: от изучения живых систем к коррекции патологии нервной системы

О научной сессии Общего собрания членов РАН “Российская академия наук в решении проблем научно-технологического развития Российской Федерации”. Постановление Общего собрания членов РАН

Общее собрание членов РАН. № 12

Преамбула

Развивая академическое наследие. Доклад президента РАН академика РАН Г.Я. Красникова

Выступления участников Общего собрания членов РАН О 300-летнем юбилее РАН, основных результатах работы в отчётном периоде и о приоритетных направлениях её деятельности. Постановление Общего собрания членов РАН

Доклады лауреатов Большой золотой медали имени М.В. Ломоносова Российской академии наук 2023 года

Д.М. Климов. Актуальные задачи механики и их приложение в технике. Доклад лауреата большой золотой медали имени М.В. Ломоносова РАН 2023 года. № 12

Х. Альтенбах. Реологическое моделирование. Доклад лауреата большой золотой медали имени М.В. Ломоносова РАН 2023 года. № 12

Россия—Африка: безопасность, технологический суверенитет и гуманитарные ценности. № 6

Преамбула

И.О. Абрамова. Стратегия сотрудничества России со странами Африканского континента: что изменилось после второго саммита Россия—Африка?

А.В. Кузнецов. Африканский транснациональный бизнес

А.Ю. Шарова. Перспективы развития гидроэнергетики Африки

Н.С. Бортников, Н.М. Боева, А.В. Волков, А.Л. Галямов, М.А. Макарова. Богатство недр Гвинейской Республики. Памяти Владимира Ибрагимовича Мамедова

А.К. Баринов, Г.К. Сугаков. Доступ к чистой воде в странах Африки

О.Л. Фитуни. Китайское медиаприсутствие в Африке: тенденции развития и уроки для России

А.С. Голубцов, Б.А. Лёвин, А.Н. Неретина, А.А. Котов, М.В. Мина, Ю.Ю. Дгебуадзе. Биоразнообразие водных экосистем Эфиопии

Л.А. Лавренченко. Млекопитающие Эфиопии: итоги и перспективы российских исследований

Я.П. Лобачевский, А.А. Завалин. Использование опыта российских учёных для эффективного производства растениеводческой продукции в Африке

А.А. Лутовинов, И.А. Мереминский, В.Н. Назаров, А.Н. Семена. Небо, которое не видно из России

Лавёровские чтения 2024. № 8

Опасные природные явления и катастрофы: причины, последствия, возможности предотвращения

В.М. Котляков. Академик Н.П. Лавёров: только вперёд!

А.Д. Гвишиани, Н.А. Фоменко, Б.А. Дзэбоев. Нечёткие множества и большие данные в трёхмерной интерпретации сейсмического районирования

В.И. Данилов-Данильян, С.А. Подольский. Комплексный подход к решению проблемы наводнений в бассейне Амура

А.Л. Собисевич, В.П. Дмитриченко. Сейсмоакустика шельфовых морей: фундаментальные основы совершенствования технологий мониторинга

П.Н. Шебалин. Современные подходы к сокращению ущерба от землетрясений

Е.А. Вознесенский. Распространение и прогноз развития опасных геологических процессов на территории России

А.И. Зайцев, Г.И. Долгих, С.Г. Долгих, Е.Н. Пелиновский. Технические, аппаратные и программные решения для мониторинга природных процессов в южной части Охотского моря

Наука и общество

А.Р. Бахтизин, Ц. Ву, Б.Р. Хабриев, М.Ю. Сидоренко, З. Ву. Гибридные войны современности и национальная безопасность России. № 12

Е.З. Голухова, А.И. Ким, А.Е. Черногризов, В.Ю. Семёнов, Т.В. Завалихина, И.Е. Нефёдова, В.И. Донцова, Э.А. Шахназарян. Состояние детской кардиологии и младенческая смертность в субъектах РФ в 2022 году. № 5

А.Н. Макоедов, Г.Г. Матишов, Е.Н. Пономарёва. Отечественные тенденции пользования водными биоресурсами. № 4

А.А. Широков, А.Ю. Колпаков, М.С. Гусев. Бенефициары низкоуглеродной повестки: экономический анализ. № 11

С кафедры президиума РАН

А.И. Аветисян. Искусственный интеллект в гуманитарной сфере. Угрозы и возможности. № 7

В.Г. Акимкин. Национальная система микробиологического мониторинга микроорганизмов, устойчивых к противомикробным препаратам. № 1

В.Б. Бетелин. Научные проблемы обеспечения технологического суверенитета в области технологий искусственного интеллекта. № 7

В.И. Богдавленский, И.В. Богдавленский, А.В. Кишанков. Геофизические методы обеспечения технологического суверенитета и национальной безопасности России в Арктике. № 10

А.В. Головнёв. Академия и кунсткамера: первые опыты самопознания империи. № 5

М.К. Горшков. Субъективное благополучие в контексте качества жизни (по результатам социологических измерений). № 2

А.М. Гулюкин, А.В. Капустин, А.В. Мищенко. Антибиотикорезистентность как фактор, препятствующий борьбе с инфекционными заболеваниями животных. № 1

Т.И. Давидюк, А.А. Кибрик, Д.Д. Мордашова. Корпусные исследования языков Российской Федерации. № 9

Л.М. Зелёный. Мечта о космосе и её воплощение. № 4

А.Н. Клепач. Роль человеческого капитала в повышении качества и динамики развития российской экономики. № 2

Р.С. Козлов, А.Ю. Кузьменков, А.Г. Виноградова. Антибиотикорезистентность как медицинская проблема. № 1

Н.А. Макаров. Изучение истории РАН в год её 300-летия. № 5

А.М. Молдован. Русская академическая лексикография и Национальный словарный фонд. № 9

И.И. Муллонен, И.П. Новак. Открытый корпус вепсского и карельского языков. № 9

А.В. Петриков. Приоритеты и механизмы социально-экономического развития российского села. № 2

М.А. Пирадов. Вступительное слово. № 1

В.А. Плунгян. Корпусная лингвистика на современном этапе. № 9

И.В. Побережников, Е.Т. Артёмов. Советский опыт достижения технико-экономической независимости страны. № 5

Е.В. Рахилина. О национальном корпусе русского языка. № 9

А.А. Соловьёв. Геомагнитное сопровождение наклонно-направленного бурения. № 10

С.А. Тихоцкий. Актуальные направления развития геофизики в целях достижения технологического суверенитета России. № 10

И.В. Тункина. Основные вехи истории академии наук в Санкт-Петербурге—Петрограде—Ленинграде (1724—1934). № 5

Т.Я. Хабриева. Правовые проблемы идентификации искусственного интеллекта. № 7

С.В. Шабунин, Г.А. Востроилова, Д.И. Шабанов, И.Ю. Буракова, Ю.Д. Смирнова, М.В. Грязнова, М.Ю. Сыромятников. Гены антибиотикорезистентности у возбудителей болезней открытых полостей. № 1

П.Н. Шебалин, С.А. Тихоцкий, А.А. Коваленко. О совершенствовании подходов к сокращению ущерба от землетрясений. № 10

А.А. Широков. Качество жизни населения как фактор развития российской экономики. № 2

И.В. Шпуров, М.Ю. Данько, К.С. Харченко, М.Ф. Печёркин, А.Г. Кротова, Е.А. Симаков. Интегрированная модель управления разработкой цифрового промысла. № 10

К 300-летию Российской академии наук

Е.Ю. Басаргина, М.Н. Додеус. Поэма академика Ф.Б. Грефе, посвящённая столетию Академии наук. № 9

Ю.А. Золотов. Отечественные исследования по истории химии. № 10

В.К. Иванов, М.Н. Смирнова. 275 лет химической науке в России. № 2

И.М. Щедрова. Академические дипломы XVIII века. № 7

За рубежом

Д.И. Кондратов. Нефтегазовая политика Индии в свете сотрудничества с Россией. № 2

Организация исследовательской деятельности

Д.В. Косяков, И.В. Селиванова, А.Е. Гуськов. Два контура оценки результативности научных организаций в России: текущее состояние и перспективы развития с точки зрения международного опыта. № 1

Н.А. Мазов, В.Н. Гуреев, И.Ю. Ильичёва. Представленность российской университетской научной периодики в международных и отечественных системах научно-технической информации. № 9

О.В. Третьякова. Перечень ВАК: возможности и ограничения для интеграции в систему оценки научных исследований. № 12

Обозрение

Н.И. Коронкевич, Е.А. Барабанова, И.С. Зайцева, Г.М. Черногаева. Несбывшиеся прогнозы, планы и проекты в области воздействия на водные ресурсы. № 5

В.В. Миронов, М.А. Толкач, А.Г. Тимаров. Технологии тепловой защиты ракетных двигателей твёрдого топлива. № 7

И.Б. Ушаков, А.В. Богомолов. Цифровая профилактическая медицина. № 11

В.И. Чернов. Инновационные радиофармпрепараты в диагностике и радионуклидной терапии злокачественных новообразований. № 1

Г.Д. Чимитдоржиева. Пути достижения углеродной нейтральности. № 11

Точка зрения

И.В. Бычков, О.В. Тасейко, У.С. Постникова, В.В. Москвичёв, Ю.И. Шокин. Управление территориальными рисками развития и защищённость социально-природно-техногенных систем. № 11

А.Б. Гусев, М.А. Юревич. Линии антагонизма в научном сообществе и отягчающий молодёжный фактор. № 7

Б.Л. Лавровский. Догнать и перегнать — Китай против США. № 5

И.П. Цапенко, К.А. Субхангулова. Демографический фактор социального развития. № 11

Проблемы экологии

В.И. Данилов-Данильян, Н.М. Новикова, О.Г. Назаренко. Экологические последствия создания и спуска водохранилищ в степной зоне. № 4

К.Н. Кулик, А.И. Беляев, А.М. Пугачёва, А.А. Зыкова. Глобальные проекты агролесомелиорации и их реализация. № 1

А.А. Чибилёв, А.А. Тишков. Сохранение экосистем степного и лесостепного междуречья Днестра и Дона. № 2

Из рабочей тетради исследователя

С.В. Авакян, Л.А. Баранова, В.В. Ковалёнок, В.П. Савиных. Микроволновое излучение космоса и перспективы его использования в квантовых движителях. № 4

О.В. Бухарин, Е.В. Иванова, И.А. Здвижкова. Синергидная активность лизоцима и карнозина с антимикробными препаратами в отношении *Klebsiella pneumoniae*. № 4

О.Д. Воробьёва, А.В. Топилин, В.А. Устинова. Миграционные потери и воспроизводство населения малых и средних городов северо-запада России. № 10

Ю.С. Мардынский, И.А. Гулидов, К.Б. Гордон, С.Н. Корякин, А.Н. Соловьёв, В.О. Сабуров, С.А. Иванов, А.Д. Каприн, Т.К. Лобжанидзе, Н.В. Марков, И.М. Железнов, Д.И. Юрков, О.А. Герасимчук, А.Ю. Пресняков, В.И. Зверев, В.П. Смирнов. Дистанционная нейтронная терапия: первый отечественный медицинский комплекс. № 1

М.А. Островский, Т.Б. Фельдман. Новый подход к оценке последствий действия радиации на глаз. № 7

Эссе

Н.В. Корниенко. “...Я прожил жизнь”. К 125-летию со дня рождения писателя А.П. Платонова. № 7

Размышления над новой книгой

Ф.О. Трунов. О полезности обращения к опыту Организации Варшавского договора. № 4

История академических учреждений

А.О. Мазарович. Исследования дна мирового океана Геологическим институтом РАН. К 40-летию ИИС “Академик Николай Страхов”. № 2

В.В. Шерстнев. Как создавался Научно-исследовательский институт нормальной физиологии имени П.К. Анохина. К 50-летию института. № 2.

Былое

Г.Г. Матишов, А.В. Венков. Причины низких потерь донских казаков в войнах Российской империи. № 7

Н.А. Никишина. Нейроморфологические исследования научной школы В.М. Бехтерева. № 11

Ф.О. Трунов. Операции Красной армии 1944 года: оценены ли они по достоинству в исторической памяти России? № 5

С.В. Шалимов. Советская делегация на IV Международном конгрессе по генетике человека в Париже в 1971 году. № 11

Этюды об учёных

И.А. Баранов, В.В. Воронин, К.Н. Ермаков, А.Н. Пирожков, А.П. Серебров, С.Л. Смольский, В.В. Фёдоров. Нейтронная физика как дело жизни. К 90-летию со дня рождения академика В.А. Назаренко. № 5

Г.К. Боровин, В.В. Ивашкин. Теоретик и практик механики космического полёта. К 100-летию со дня рождения академика Т.М. Энеева. № 9

Л.Н. Вячеславов, А.Д. Хильченко, Н.И. Чхало. Экспериментатор с широким кругом интересов. К 90-летию со дня рождения академика Э.П. Круглякова. № 12

В.Г. Дегтярь. “В нашем деле нет мелочей”. К 100-летию со дня рождения академика В.П. Макеева. № 10

А.Л. Максимов, И.С. Калашикова. “Я счастливый человек, потому что у меня работа и хобби совпадают”. К 90-летию со дня рождения академика Н.А. Платэ. № 11

Е.А. Нестеров, Р.П. Туркенич, В.И. Халиманович, Е.Н. Корчагин, В.А. Бартнев. Создатель Сибирского спутникостроения. К 100-летию со дня рождения академика М.Ф. Решетнёва. № 12

О.А. Овчаренко. Последний роман последнего классика. К 125-летию со дня рождения академика Л.М. Леонова. № 5

М.А. Семёнов-Тян-Шанский. От квантовой теории поля к квантовому методу обратной задачи. К 90-летию со дня рождения академика Л.Д. Фаддеева. № 4

А.В. Сидоров, Л.А. Сидорова, В.В. Тихонов. Титан российской исторической науки. К 150-летию со дня рождения академика Е.В. Тарле. № 11

В.Г. Шевченко. Человек на все времена. К 100-летию со дня рождения академика Н.С. Ениколопова. № 4

В мире книг

В.Л. Бабурин. Пространственное развитие Тихоокеанской России: структурные особенности, факторы, основные направления. № 4

В.И. Глазко, В.М. Баутин. Экономисты-аграрники. Биографии. № 2

И.В. Тункина. История Сибири. Т. 1. Каменный и бронзовый век; История Сибири. Т. 2. Железный век и Средневековье. № 9

Награды и премии

Большая золотая медаль имени Н.И. Пирогова РАН 2024 года – А.Г. Румянцеву, Хансу Дитеру Оксу (США). № 11

Золотая медаль имени Л.С. Персианинова 2023 года – Н.Н. Володину. № 4

Золотая медаль имени В.Р. Вильямса 2023 года – В.К. Дридигеру. № 8

Золотая медаль имени В.Н. Кудрявцева 2023 года – А.В. Наумову. № 4

Золотая медаль имени Г.И. Будкера 2023 года – В.В. Пархомчуку. № 4

Золотая медаль имени А.М. Прохорова 2023 года – А.М. Сергееву. № 8

Золотая медаль имени А.М. Бутлерова 2023 года – О.Н. Чупахину. № 4

О присуждении медалей Российской академии наук с премиями для молодых учёных и для обучающихся по образовательным программам высшего образования по итогам конкурса 2023 года. № 10

Премия имени Н.Д. Зелинского 2023 года – М.В. Алфимову, С.П. Громову и Л.Г. Кузьминой. № 8

Премия имени П.П. Аносова 2023 года – С.Я. Бецофену, Е.В. Блинову и А.А. Ашмарину. № 8

Премия имени Н.Н. Миклухо-Маклая 2023 года – Д.М. Бондаренко. № 8

Премия имени В.А. Коптюга 2023 года – А.К. Буряку и О.А. Шпигуну. № 8

Премия имени А.А. Фридмана 2023 года – Д.В. Гальцову. № 8

Премия имени В.А. Обручева 2023 года – К.Е. Дегтярёву, Д.В. Алексею и А.А. Третьякову. № 8

Премия имени И.С. Шкловского 2023 года – А.В. Зазову, О.К. Сильченко и А.В. Моисееву. № 8

Премия имени К.Э. Циолковского 2023 года – Л.М. Зелёному. № 8

Премия имени А.Г. Столетова 2023 года – И.К. Камиллову. № 8

Премия имени А.В. Чаянова 2023 года – М.Ю. Ксенофонтову. № 8

Премия имени С.О. Макарова 2023 года – М.А. Левитану. № 8

Премия имени П.А. Черенкова 2023 года – А.И. Малахову. № 8

Премия имени О.Ю. Шмидта 2022 года – И.И. Мохову и В.А. Семёнову. № 8

Премия имени Е.Н. Павловского 2023 года – В.А. Павскому. № 8

Премия имени А.П. Виноградова 2023 года – Ю.Н. Пальянову, А.Г. Соколу и Ю.В. Баталевой. № 8

Премия имени Д.С. Коржинского 2022 года – О.Г. Сафонову. № 8

Премия имени А.А. Белопольского 2023 года – М.Е. Сачкову, В.Г. Ключковой и В.Е. Панчуку. № 8

Премия имени Д.Н. Прянишникова 2023 года – В.М. Семёнову. № 8

Премия имени С.Л. Рубинштейна 2023 года – Е.А. Сергиенко и А.О. Прохорову. № 8

Премия имени А.Н. Веселовского 2023 года – И.В. Силантьеву. № 8

Премия имени А.Н. Северцова 2023 года – С.В. Смирнову, А.А. Цессарскому и Ф.Н. Шкилю. № 8

Премия имени А.Д. Архангельского 2023 года – А.А. Сорокину, В.А. Заике и А.Ю. Кадашниковой. № 8

Премия имени Н.И. Лобачевского 2023 года – В.В. Шокурову. № 8

Премия имени А.Ф. Иоффе 2023 года – М.В. Энтину. № 8

Премия имени И.И. Мечникова 2023 года – Н.В. Ягловой и С.С. Обернихину. № 8

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОТДЕЛ

ИМЕННОЙ УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ

Абрамова И.О.	6	500	Бу Ц.	12	1100
Авакян С.В.	4	346	Вячеславов Л.Н.	12	1129
Аветисян А.И.	3	200			
	7	623	Галямов А.Л.	6	540
Акимкин В.Г.	1	4	Гвишиани А.Д.	8	704
	3	287	Герасимчук О.А.	1	80
Алдошин С.М.	3	218	Глазко В.И.	2	177
Альтенбах Х.	12	1090	Головнёв А.В.	5	420
Артёмов Е.Т.	5	429	Голубцов А.С.	6	569
			Голухова Е.З.	5	440
Бабурин В.Л.	4	395	Гордон К.Б.	1	80
Барабанова Е.А.	5	449	Горшков М.К.	2	107
Баранов И.А.	5	488	Грязнова М.В.	1	25
Баранова Л.А.	4	346	Гулидов И.А.	1	80
Баринов А.К.	6	550	Гулюкин А.М.	1	19
Басаргина Е.Ю.	9	828	Гуреев В.Н.	9	839
Бартенев В.А.	12	1144	Гусев А.Б.	7	646
Бахтизин А.Р.	12	1100	Гусев М.С.	11	965
Белоусов В.В.	3	299	Гуськов А.Е.	1	32
Беляев А.И.	1	55			
Бетелин В.Б.	7	629	Давидюк Т.И.	9	804
Богомоллов А.В.	11	1003	Данилов-Данильян В.И.	4	328
Богоявленский В.И.	10	910		8	712
Богоявленский И.В.	10	910	Данько М.Ю.	10	892
Боева Н.М.	6	540	Дгебуадзе Ю.Ю.	6	569
Боровин Г.К.	9	853	Дегтярь В.Г.	3	232
Бортников Н.С.	6	540		10	951
Буракова И.Ю.	1	25	Дзедобоев Б.А.	8	704
Бухарин О.В.	4	358	Дмитриченко В.П.	8	727
Бычков И.В.	11	989	Додеус М.Н.	9	828
			Долгих Г.И.	8	760
Венков А.В.	7	688	Долгих С.Г.	8	760
Виноградова А.Г.	1	11	Донцова В.И.	5	440
Вознесенский Е.А.	8	749	Дынкин А.А.	3	266
Волков А.В.	6	540			
Вопнерук А.А.	3	232	Ермаков К.Н.	5	488
Воробьева О.Д.	10	937			
Воронин В.В.	5	488	Железнов И.М.	1	80
Востроилова Г.А.	1	25			
Бу 3.	12	1100	Завалин А.А.	6	593

Завалихина Т.В.	5	440	Лавровский Б.Л.	5	460
Зайцев А.И.	8	760	Лёвин Б.А.	6	569
Зайцева И.С.	5	449	Лобачевский Я.П.	3	275
Зверев В.В.	3	287		6	593
Зверев В.И.	1	80	Лобжанидзе Т.К.	1	80
Здвижкова И.А.	4	358	Лутовинов А.А.	6	598
Зелёный Л.М.	4	311			
Золотов Ю.А.	10	929	Мазарович А.О.	2	158
Зыкова А.А.	1	55	Мазов Н.А.	9	839
			Макаров А.В.	3	232
Иванов В.К.	2	124	Макаров Н.А.	5	405
Иванов С.А.	1	80	Макарова М.А.	6	540
Иванова Е.В.	4	358	Макоедов А.Н.	4	315
Ивашкин В.В.	9	853	Максимов А.Л.	11	1025
Ильичёва И.Ю.	9	839	Мардынский Ю.С.	1	80
Иноземцев А.А.	3	232	Марков Н.В.	1	80
			Матишов Г.Г.	4	315
Калашникова И.С.	11	1025		7	688
Каприн А.Д.	1	80	Мереминский И.А.	6	598
	3	283	Мина М.В.	6	569
Капустин А.В.	1	19	Миронов В.В.	7	677
Кибрик А.А.	9	804	Мищенко А.В.	1	19
Ким А.И.	5	440	Молдован А.М.	9	824
Кирпичников М.П.	3	287	Мордашова Д.Д.	9	804
Кишанков А.В.	10	910	Москвичёв В.В.	11	989
Клепач А.Н.	2	97	Муллонен И.И.	9	814
Климов Д.М.	12	1084			
Коваленко А.А.	10	900	Назаренко О.Г.	4	328
Ковалёнок В.В.	4	346	Назаров В.Н.	6	598
Козлов Р.С.	1	11	Неретина А.Н.	6	569
Колпаков А.Ю.	11	965	Нестеров Е.А.	12	1144
Кондратов Д.И.	2	135	Нефёдова И.Е.	5	440
Корниенко Н.В.	7	665	Никишина Н.А.	11	1043
Коронкевич Н.И.	5	449	Новак И.П.	9	814
Корчагин Е.Н.	12	1144	Новикова Н.М.	4	328
Корякин С.Н.	1	80			
Косяков Д.В.	1	32	Овчаренко О.А.	5	478
Котельников А.Б.	3	232	Островский М.А.	7	658
Котляков В.М.	8	702			
Котов А.А.	6	569	Пелиновский Е.Н.	8	760
Красников Г.Я.	3	189	Петриков А.В.	2	115
	12	1064	Печёркин М.Ф.	10	892
Кротова А.Г.	10	892	Пирадов М.А.	1	3
Кузнецов А.В.	6	516	Пирожков А.Н.	5	488
Кузьменков А.Ю.	1	11	Плунгян В.А.	9	787
Кулик К.Н.	1	55	Побережников И.В.	5	429
			Подольский С.А.	8	712
Лавренченко Л.А.	6	581	Пономарёва Е.Н.	4	315

Порфирьев Б.Н.	3	255	Туркенич Р.П.	12	1144
Постникова У.С.	11	989	Устинова В.А.	10	937
Пресняков А.Ю.	1	80	Ушаков И.Б.	11	1003
Пугачёва А.М.	1	55			
Рахилина Е.В.	9	795	Фельдман Т.Б.	7	658
Сабуров В.О.	1	80	Фёдоров В.В.	5	488
Савиных В.П.	4	346	Фитуни О.Л.	6	560
Садовничий В.А.	3	192	Фоменко Н.А.	8	704
Свердлов Е.Д.	3	287	Хабриев Б.Р.	12	1100
Селиванова И.В.	1	32	Хабриева Т.Я.	7	609
Семена А.Н.	6	598	Халиманович В.И.	12	1144
Семенов В.А.	3	246	Харанжевский Е.В.	3	232
Семёнов В.Ю.	5	440	Харченко К.С.	10	892
Семёнов-Тян-Шанский М.А.	4	366	Хильченко А.Д.	12	1129
Серебров А.П.	5	488			
Сидоров А.В.	11	1032	Цапенко И.П.	11	977
Сидорова Л.А.	11	1032			
Сидоренко М.Ю.	12	1100	Чернов В.И.	1	66
Симаков Е.А.	10	892	Черногаева Г.М.	5	449
Скворцова В.И.	3	299	Черногризов А.Е.	5	440
Смирнов В.П.	1	80	Чибилёв А.А.	2	149
Смирнова М.Н.	2	124	Чимитдоржиева Г.Д.	11	1014
Смирнова Ю.Д.	1	25	Чхало Н.И.	12	1129
Смольский С.Л.	5	488			
Собисевич А.Л.	8	727	Шабанов Д.И.	1	25
Соловьёв А.А.	10	885	Шабунин С.В.	1	25
Соловьёв А.Н.	1	80	Шалимов С.В.	11	1052
Стародубов В.И.	3	287	Шарова А.Ю.	6	527
Субхангулова К.А.	11	977	Шахназарян Э.А.	5	440
Сугаков Г.К.	6	550	Шебалин П.Н.	8	738
Сыромятников М.Ю.	1	25		10	900
Тасейко О.В.	11	989	Шевченко В.Г.	4	378
Тестоедов Н.А.	3	210	Шерстнев В.В.	2	171
Тимаров А.Г.	7	677	Широв А.А.	2	89
Тихонов В.В.	11	1032		3	255
Тихоцкий С.А.	10	873		11	965
	10	900	Шокин Ю.И.	11	989
Тишков А.А.	2	149	Шпуров И.В.	10	892
Толкач М.А.	7	677	Щедрова И.М.	7	635
Топилин А.В.	10	937			
Третьякова О.В.	12	1115	Юревич М.А.	7	646
Трунов Ф.О.	4	389	Юрков Д.И.	1	80
	5	469			
Тункина И.В.	5	408	Янковский Н.К.	3	287
	9	864			